

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL**

**Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas  
Facultad de Humanidades y Ciencias**



Tesis para la obtención del Grado Académico de  
Doctor en Educación en Ciencias Experimentales

**POSIBILIDADES, LÍMITES Y CONTROVERSIAS DE LA  
ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE FÍSICA CON EJE EN  
LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA, EN CARRERAS DE  
CIENCIAS DE LA SALUD.**

**EL CASO DE LA CARRERA DE LICENCIATURA EN  
NUTRICIÓN, FACULTAD DE BIOQUÍMICA Y CIENCIAS  
BIOLÓGICAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL,  
SANTA FE, ARGENTINA.**

Tesista: Mg. Liliana del Valle Ortigoza

Director de Tesis: Dr. Héctor Santiago Odetti

Co-director de Tesis: Dr. Juan José Llovera-González

Lugar de realización: Departamento de Física- Facultad de Bioquímica y  
Ciencias Biológicas- Universidad Nacional del Litoral.

*A Jorge, Natalia y José, por su paciencia infinita.*

*A mi madre, por su apoyo constante.*

*A Sebastián y Matías, mis pequeños grandes amores.*

### **Unas palabras de agradecimiento...**

En las líneas siguientes quisiera expresar mi agradecimiento a quienes contribuyeron, de diversas maneras, a que este trabajo de tesis pudiera concretarse.

A la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, a la Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral, donde cursé el Doctorado en Educación en Ciencias Experimentales, en un clima de diálogo enriquecedor.

Al Departamento de Física de la Facultad de Bioquímica, donde pude realizar el trabajo de campo de la investigación sin inconvenientes, y a mis compañeros docentes, por años de trabajo compartido.

Al Dr. Héctor Odetti, director de tesis, por brindarme su apoyo y haberme orientado en la mejor manera de poder concretar el trabajo planteado.

Al Dr. Juan José Llovera-González, co-director de tesis, por su estímulo y acompañamiento constante, indispensables para concluir este trabajo.

Al Dr. Daniel Rodríguez, con quien pude intercambiar ideas, tratando de profundizar en las estrategias de enseñanza.

A Gime, Jime, Nati y Sandra, con quienes compartimos proyectos y experiencias valiosos.

A mi familia, por su participación activa y su apoyo incondicional, por estar siempre presente.

A los estudiantes de Licenciatura en Nutrición, quienes demostraron interés en participar en la propuesta implementada.

A todos y cada uno, mi profundo agradecimiento.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen.....	12
<b>CAPÍTULO I: La enseñanza de Física en carreras de Ciencias de la Salud.</b>	
I. Introducción.....	16
I.1. Una nueva cultura de la enseñanza y el aprendizaje universitario.....	17
I.2. El oficio de enseñar.....	20
I.3. La problemática de la enseñanza de Física universitaria en Argentina.....	23
I.4. El objeto de estudio y el modelo de investigación adoptado.....	32
I.5. Preguntas iniciales y objetivos de la investigación.....	37
I.6. Metodología utilizada y acciones desarrolladas.....	39
<b>CAPÍTULO II: El contexto de trabajo. Historia y perspectivas.</b>	
II. Introducción.....	43
II.1. La carrera de Licenciatura en Nutrición, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral.....	44
II.2. El perfil del ingresante a la carrera de LN.....	46
II.3. Diseño curricular y planificación de asignaturas de LN.....	51
II.4. La enseñanza de Física en Licenciatura en Nutrición, FBCB-UNL, período 2005 a 2010.	
II.4.1. Indicadores de pertinencia del modelo adoptado.....	56
II.4.1.1. Alumnos inscriptos y promocionados en Física período 2005-2010.....	58
II.4.1.2. Voces de los estudiantes.....	59
II.4.1.3. Voces de graduados de LN período 2010-2013.....	62
<b>CAPÍTULO III: La propuesta de enseñanza. Modelo teórico adoptado. Relevancia Educativa.</b>	
III. Introducción.....	64
III.1. Marcos conceptuales y referentes teóricos de la investigación.....	66



III.2. Teoría de Aprendizaje Significativo de Ausubel.....	68
III.3. La Mediación en la Teoría socio-cultural de Vygotsky.....	71
III.4. Teoría de la actividad (TA). Primera, segunda y tercera generación. La TA en la enseñanza y el aprendizaje.....	76
III.5. Teoría del PCK de Shulman.....	83
III.6. Fundamentación teórica del diseño adoptado.....	84
III.7. Consideraciones acerca de la Energía y el principio de Conservación de la Energía, en relación a la propuesta de enseñanza.....	88
III.8. El principio de conservación de la energía en libros de textos.....	90
III.9. A modo de primeras reflexiones y conclusiones.....	101

**CAPÍTULO IV: Hacia el modelo teórico adoptado. Reflexiones a partir del análisis diagnóstico.**

IV. Introducción.....	104
IV.1. Diagnóstico de situación previo a la enseñanza.....	105
IV.2. Evaluaciones diagnóstico realizadas. Diseño e implementación.....	109
IV.2.1. Evaluación diagnóstico 2011. Resultados y discusión.....	114
IV.2.2. Evaluación diagnóstico 2012 y 2013. Resultados y discusión.....	123
IV.2.3. Análisis estadístico evaluación 2011, 2012 y 2013, en relación a notas alcanzadas y categorías presentes.....	125
IV.3. A modo de primeras reflexiones y conclusiones.....	132

**CAPÍTULO V: La propuesta de enseñanza. Diseño, planificación y desarrollo.**

V. Introducción.....	136
V.1. Plan de Estudio y planificaciones de LN en relación al objeto de estudio.....	138
V.2. Entornos de enseñanza y de aprendizaje específicos.....	142
V.2.1. Entornos de enseñanza y de aprendizaje dentro de instancias presenciales..	144
V.2.2. Entornos de enseñanza y de aprendizaje dentro de instancias virtuales.....	147
V.3. Recursos y estrategias didácticas.....	150

V.4. Diseño de actividades y secuenciación para la enseñanza.....	152
V.4.1. A modo de ejemplo, análisis de actividades y secuenciación de la primer semana de cursado.....	162
V.5. Articulación transversal y longitudinal.....	170
<b>CAPÍTULO VI:    La propuesta de enseñanza. Resultados de su implementación.</b>	
VI. Introducción.....	178
VI.1. Indicadores de pertinencia del modelo adoptado.....	179
VI.1.1. Ponderación de voces del sujeto que aprende y de los entornos de enseñanza propuestos.....	180
VI.1.2. Modificaciones en el sistema de evaluación y ponderación de voces del sujeto que aprende.....	192
VI.1.3. Ponderación de los resultados académicos.....	197
VI.1.4. Ponderación de voces de la comunidad en la que el sujeto se inserta.....	205
VI.2. Diferencias de la propuesta anterior y la presente propuesta didáctica.....	219
<b>CAPÍTULO VII:    Conclusiones.</b>	
VII.1. En relación a los objetivos propuestos.....	223
VII.2. Perspectivas y líneas de acción.....	239
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>242</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>278</b>

## **ÍNDICE DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS**

**EV:** Entorno Virtual

**FBCB:** Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas

**FCM-UNL:** Facultad de Ciencias Médicas-Universidad Nacional del Litoral

**FGyT:** Física General y Termodinámica

**GLN:** Graduados de Licenciatura en Nutrición

**ILN:** Ingresante a Licenciatura en Nutrición

**LEN:** Ley de Educación Nacional

**LN:** Licenciatura en Nutrición

**NIC:** Núcleos Interdisciplinarios de Contenidos

**OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

**PCK:** " Pedagogical Content Knowledge". Conocimiento Pedagógico del Contenido

**PDI:** Plan de Desarrollo Institucional

**SIU:** Sistema de Gestión Académica

**SPU:** Secretaría de Políticas Universitarias

**TA:** Teoría de la Actividad

**TAC:** Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento

**TEP:** Tecnologías del Empoderamiento y la Participación.

**TIC:** Tecnologías de la Información y la Comunicación

**TP:** Trabajos prácticos

**UNL:** Universidad Nacional del Litoral

## **ÍNDICE DE FIGURAS, GRÁFICOS Y TABLAS**

Figura 1. Modelo de reconstrucción educativa.....	37
Figura 2. Sistema de actividad generalizado de Engeström (1987, p.78) .....	79
Figura 3. Sistemas de actividad en interrelación (Engeström, 2001).....	83
Figura 4. Gráfico de barras de porcentaje de alumnos aprobados por ejercicio.....	117
Figuras 5 y 6. Diagrama de cajas y Barras de Error (intervalo de confianza de 95%) para notas de cada ejercicio y Nota total de la evaluación, respectivamente.....	119
Figuras 7 y 8. Diagrama de cajas y Barras de Error (intervalo de confianza de 95%) para notas de cada una de las competencias evaluadas, respectivamente.....	123
Figura 9. Gráfico de barras para las Notas de la prueba diagnóstico y de cada competencia evaluada año 2012.....	126
Figura 10. Gráfico de barras para las Notas de la prueba diagnóstico y de cada competencia evaluada año 2013.....	126
Figuras 11 y 12. Diagramas de caja y barras de error para nota final alcanzada en pruebas diagnóstico 2011/12/13.....	129
Figuras 13 y 14. Diagramas de caja y barras de error para nota Conexión con el Entorno pruebas diagnóstico 2011/12/13.....	129
Figuras 15 y 16. Diagramas de caja y barras de error para nota Relaciones Matemáticas pruebas diagnóstico 2011/12/13.....	129
Figuras 17 y 18. Diagramas de caja y barras de error para nota Explicación de Fenómenos pruebas diagnóstico 2011/12/13.....	130
Figuras 19 y 20. Diagramas de caja y barras de error para nota Conocimiento de la Ciencia pruebas diagnóstico 2011/12/13, respectivamente.....	130
Figura 21. Gráfico de media de nota final y de cada categoría considerando N= 376.....	133
Figura 22. Gráfico de barras de distribución de contenidos recuperados en Ciclos del Plan de Estudio LN 2011.....	142
Figura 23. Propuesta de Enseñanza 2011/2012/2013.....	155
Figura 24. Captura de pantalla simulación PhET Adición de Vectores.....	174

Figura 25. Gráfico de barras que muestra el grado de participación de los alumnos que trabajaron en la experiencia.....	176
Figuras 26 y 27. Gráficos de barras número de respuestas vs. grado de participación y grado de claridad TP, respectivamente.....	183
Figuras 28 y 29. Gráficos de barras número de respuestas vs. grado de integración y grado de utilidad TP, respectivamente.....	183
Figuras 30 y 31. Gráficos de barras número de respuestas vs. grado de preparación y grado de claridad explicaciones coloquio, respectivamente.....	184
Figuras 32 y 33. Gráficos de barras número de respuestas vs. grado de integración y grado de utilidad de coloquio, respectivamente.....	184
Figuras 34 y 35. Gráficos de barras número de respuestas vs. grado de asistencia y grado de claridad explicaciones consulta, respectivamente.....	185
Figuras 36 y 37. Gráficos de barras número de respuestas vs. propósitos y grado de utilidad consulta, respectivamente.....	185
Figuras 38 y 39. Gráficos de barras número de respuestas vs. asistencia y grado de claridad teoría, respectivamente.....	186
Figuras 40 y 41. Gráficos de barras número de respuestas vs. grado de integración y grado de utilidad de la teoría, respectivamente.....	186
Figuras 42 y 43. Gráficos de barras porcentaje de respuestas vs. opinión de la asignatura y relación entre actividades planificadas y realizadas, respectivamente.....	188
Figuras 44 y 45. Gráficos de barras porcentaje de respuestas vs. implementación y grado de claridad TP, respectivamente.....	188
Figuras 46 y 47. Gráficos de barras porcentaje de respuestas vs. consultas en TP y calidad de materiales TP, respectivamente.....	188
Figura 48. Porcentaje de alumnos que ingresaron a las distintas actividades propuestas según registros plataforma.....	191
Figura 49. Porcentaje de alumnos que ingresaron al Entorno Virtual UNL -Encuestas de Opinión 2011-.....	191
Figura 50. Porcentaje de respuestas pregunta 5 -Encuestas de Opinión 2011-.....	193

Figuras 51 y 52. Gráficos de barras porcentaje de respuestas vs. opinión de la asignatura y relación entre planificado y realizado, respectivamente.....	195
Figuras 53 y 54. Gráficos de barras porcentaje de respuestas vs. implementación y grado de claridad TP, respectivamente.....	195
Figuras 55 y 56. Gráficos de barras porcentaje de respuestas vs. consultas en TP y calidad de materiales TP, respectivamente.....	196
Figura 57. Gráfico de barras porcentaje de respuestas vs. apreciación sistema de evaluación.....	196
Figura 58. Gráfico de barras porcentaje de alumnos promocionados años 2005 a 2017 inclusive.....	199
Figuras 59 y 60. Diagramas de cajas para Notas finales diagnóstico y solidez 2011/ 12 /13 y gráficos de barras de error, respectivamente.....	202
Figuras 61 y 62. Diagramas de cajas para categoría relación con el entorno físico diagnóstico y solidez 2011/ 12 /13 y gráficos de barras de error, respectivamente.....	203
Figuras 63 y 64. Diagramas de cajas para categoría Conocimiento de la ciencia, Diagnóstico y solidez 2011/ 12 /13 y gráficos de barras de error, respectivamente.....	203
Figura 65. Gráfico de media de nota final Diagnóstico y Solidez cohorte 2011/12/13.....	206
Figuras 66 y 67. Gráficos de media de nota categoría Relación con el contexto y Conocimiento de la ciencia (cohorte 2011/12/13), respectivamente.....	206
Figura 68. Porcentaje de respuestas según contenidos recuperados.....	208
Figura 69. Porcentaje de respuestas según año de ingreso a LN.....	209
Figura 70. Porcentaje de respuestas según importancia de contenidos.....	211
Figura 71. Porcentaje de respuestas según Año de Ingreso a LN.....	212
Figura 72. Fundamentos de importancia de contenidos.....	214
Gráfico 1. Número de alumnos inscriptos a la carrera y a la asignatura período 2005-2010..	59
Gráfico 2. Porcentaje de alumnos que promocionaron la asignatura período 2005-2010.....	60
Gráfico 3. Respuestas sobre contenidos recuperados con posterioridad al cursado.....	61
Gráfico 4. Respuestas sobre importancia de los contenidos recuperados.....	62

Tabla 1. ILN por materias que más le gustaron durante la escuela media. FBCB. UNL. 2011.....	48
Tabla 2. Mapa curricular propuesto para Introducción a la Física. Dirección General de Cultura y Educación. Buenos Aires, 2009.....	50
Tabla 3. Competencias evaluadas por ejercicio de prueba diagnóstico período 2011 a 2013.....	115
Tabla 4. Estadísticos descriptivos de las Notas por ejercicio y de las Notas de la prueba final.....	118
Tabla 5. Porcentaje de alumnos que obtuvieron el 50% o más correcto de cada ejercicio...120	
Tabla 6. Prueba Chi-cuadrado para proporciones ejercicios 1, 2, 3 y 4.....	121
Tabla 7. Prueba Chi-cuadrado para proporciones ejercicios 2 y 3.....	121
Tabla 8. Estadísticos descriptivos de las Notas por cada competencia evaluada.....	122
Tabla 9. Estadísticos descriptivos de Notas finales y notas de cada competencia evaluada durante evaluaciones diagnóstico 2011, 2012 y 2013.....	127
Tabla 10. Prueba ANOVA de un factor evaluaciones diagnóstico 2011, 2012 y 2013.....	131
Tabla 11. Prueba para comprobar supuesto de homogeneidad de varianza para cada categoría evaluada.....	132
Tabla 12. Prueba HSD de Tukey nota final evaluaciones diagnóstico 2011, 2012 y 2013...132	
Tabla 13. Prueba HSD de Tukey subconjuntos homogéneos 2011, 2012 y 2013.....	133
Tabla 14. Distribución de responsables por eje de trabajo.....	177
Tabla 15. Porcentaje de ingreso a cada actividad, según Entorno UNL.....	192
Tabla 16. Estadísticos descriptivos de las Notas por cada una de las competencias evaluadas, para evaluaciones Diagnóstico y Solidez cohortes 2011/2012/2013.....	201
Tabla 17. Prueba ANOVA de un factor para evaluaciones diagnóstico y evaluaciones de solidez 2011, 2012 y 2013.....	204
Tabla 18. Prueba para comprobar supuesto de homogeneidad de varianza para cada categoría evaluada.....	205

## **RESUMEN**

Desde la Universidad actual, resulta primordial preparar al estudiante para el trabajo autónomo, promoviendo la autogestión en búsqueda de un aprendizaje independiente e interactivo. Desde este marco, el objetivo de la presente investigación fue resignificar la enseñanza de Física en carreras de ciencias de la salud, tomando como eje de enseñanza y aprendizaje la conservación de la energía.

Para su desarrollo se recurrió al modelo de reconstrucción educativa, con interés en una visión profunda sobre la naturaleza interdisciplinaria de la investigación en ciencias de la educación, asumiendo como referencias teóricas para su análisis e interpretación el conocimiento pedagógico del contenido, según Schulman, el aprendizaje significativo de Ausubel y la tercera generación de la teoría de la actividad, según Engeström.

Se efectuó búsqueda y análisis de antecedentes sobre la enseñanza de Física a nivel universitario, para continuar con un estudio diagnóstico sobre la enseñanza de Física dentro de la carrera de Licenciatura en Nutrición (LN, FBCB-UNL), desde su creación en el año 2005 hasta el año 2010 inclusive, analizando indicadores de pertinencia del modelo adoptado durante el período citado. En 2011, 2012 y 2013, previo al cursado de la asignatura Física General y Termodinámica (FGyT), se planificó y aplicó de manera voluntaria una evaluación diagnóstico al total de estudiantes en condiciones de cursar la materia. El estudio minucioso de la información recabada dio lugar a un primer conjunto de ideas sobre competencias genéricas y conocimientos con que transitan los alumnos el primer año de sus estudios universitarios.

Paralelamente se realizó un análisis sobre la introducción y tratamiento de contenidos referidos al Principio de conservación de la energía en libros de texto de Física de nivel secundario y universitario. Se llevó a cabo una revisión del diseño curricular y planificaciones de materias de la carrera de LN en relación a la conservación de la energía, con objeto de profundizar en las implicancias de su abordaje en el ciclo inicial y ciclo superior de la carrera.

A partir de las reflexiones de lo surgido en la primera etapa de la investigación se proyectó, diseñó e implementó una propuesta educativa para la enseñanza de Física dentro de la asignatura FGYT, perteneciente a la FBCB-UNL, Santa Fe, Argentina, con eje en la conservación de la energía. Desde 2011 y hasta 2013 inclusive, se trabajó con alumnos de las respectivas cohortes que desearon participar de la investigación.



El entorno de enseñanza y aprendizaje propuesto se concibió como un espacio con estrategias genéricas de enseñanza, adaptadas al comportamiento del estudiante, posibilitando diferentes formas de aprender, implementando diversas actividades presenciales con complemento de instancias virtuales utilizando el Entorno Virtual UNL.

Luego de seis meses de finalizado el cursado de la asignatura, durante el período 2012 a 2014 inclusive, se efectuaron pruebas de solidez a estudiantes para cada una de las tres cohortes en estudio, buscando interpretar el grado de competencias y conocimientos alcanzado, como también su relación con resultados de las evaluaciones diagnóstico.

Se realizó una triangulación teórico-metodológica, articulando entre métodos cualitativos y cuantitativos de análisis, valorando instancias previas, durante y posteriores a la implementación de la propuesta educativa, desde diversos actores e instrumentos, evidenciando la importancia de la propuesta educativa, la mejora en el rendimiento académico y en el aprendizaje. Se propusieron modificaciones curriculares, considerando las voces de los actores y posibles nexos con otras disciplinas.

#### **SUMMARY**

From the current University, it is essential to prepare the student for autonomous work, promoting self-management in search of independent and interactive learning. From this framework, the objective of this research was to resignify the teaching of physics in careers in health sciences, taking the conservation of energy as an axis of teaching and learning.

For its development the educational reconstruction model was used, with interest in a deep vision on the interdisciplinary nature of research in educational sciences, assuming as theoretical references for its analysis and interpretation the pedagogical content knowledge, by Schulman, meaningful learning, by Ausubel, and the third generation of the activity theory, from Engeström.

A search and analysis of the antecedents of physics teaching at the university level was made, in order to continue with a diagnostic study on the teaching of physics within the degree program in Nutrition (LN, FCB-UNL), since its creation in 2005 until 2010 inclusive, analyzing indicators of relevance of the model adopted during the aforementioned period. In 2011, 2012 and 2013, prior to the course of the subject General Physics and Thermodynamics (FGyT), a diagnostic evaluation was planned and applied voluntarily to the total number of students able to take the subject. The meticulous study of the collected information gave rise to a first set of ideas about generic competences and knowledge with which the students pass the first year of their university studies.

At the same time, an analysis was carried out on the introduction and treatment of contents related to the Energy Conservation Principle in secondary and university level physics textbooks. A review of the curricular design and subject planning of the LN career in relation to energy conservation was carried out, in order to deepen the implications of its approach in the initial cycle and upper cycle of the career.

From the reflections of what emerged in the first stage of the research was projected, designed, and implemented an educational proposal for the teaching of physics within the subject FGyT, belonging to the FBCB-UNL, Santa Fe, Argentina, with a focus on the conservation of energy. From 2011 to 2013 inclusive, we worked with students from the respective cohorts who wished to participate in the research.

The proposed teaching and learning environment was conceived as a space with generic teaching strategies, adapted to the student's behavior, enabling different ways of learning, implementing various face-to-face activities with virtual instances complement using the UNL Virtual Environment.

After six months of completion of the course, during the period 2012 to 2014 inclusive, students were tested for strength for each of the three cohorts under study, seeking to interpret the degree of skills and knowledge achieved, as well as their relationship with the results of the diagnostic evaluations.

A theoretical-methodological triangulation was carried out, articulating between qualitative and quantitative methods of analysis, assessing previous instances, during and after the implementation of the educational proposal, from various actors and instruments, evidencing the importance of the educational proposal, the improvement in the academic performance and learning. Curricular modifications were proposed, considering the actors' voices and possible links with other disciplines.

## CAPÍTULO I:

### La enseñanza de Física en carreras de Ciencias de la Salud

#### I. Introducción

I.1. Una nueva cultura de la enseñanza y el aprendizaje universitario

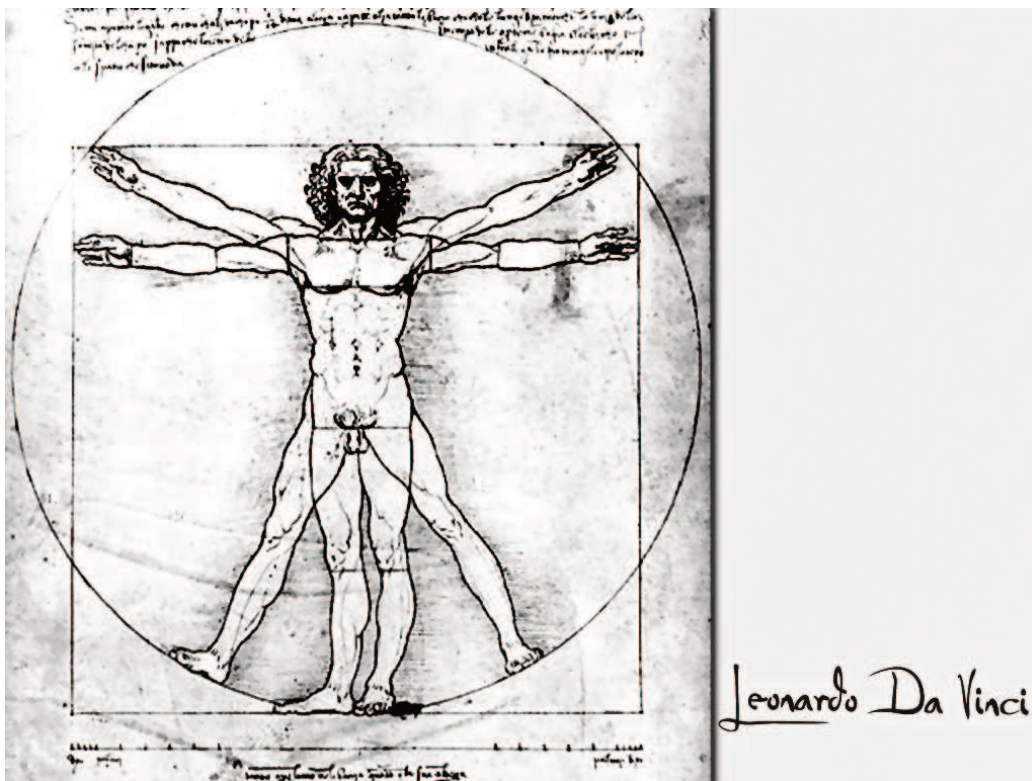
I.2. El oficio de enseñar

I.3. La problemática de la enseñanza de Física universitaria en Argentina

I.4. El objeto de estudio y el modelo de investigación adoptado

I.5. Preguntas iniciales y objetivos de la investigación

I.6. Metodología utilizada y acciones desarrolladas



El hombre de Vitruvio. Leonardo Da Vinci (1490)

*"Se necesita también de profesionales que se asuman como pensadores, que realicen la tarea permanente de estructurar la realidad, de preguntarle y preguntarse sobre lo cotidiano y evidente, tarea ineludible para todo trabajador social"*

Paulo Freire, (1998)

## **I. Introducción**

En la actualidad, la vida profesional se caracteriza por tareas y condiciones rápidamente cambiantes. Hativa y Goodyear (2003) mencionan que el éxito profesional requerirá un pensamiento original, no rutinario e imaginativo, habilidad en el estudio auto dirigido y flexibilidad para ajustarse a condiciones cambiantes. Para preparar a los estudiantes para su vida profesional, la Universidad no sólo debe ayudarlos a adquirir un cuerpo de conocimientos sino a desarrollar competencias de acuerdo con estos objetivos. Independientemente del tipo de disciplina o especialidad, las universidades deben contribuir a formar en sus estudiantes un pensamiento de alto nivel, promoviendo su desempeño como aprendices autónomos (Hativa, 2000).

Al respecto, Pozo y Pérez Echeverría (2009) mencionan una nueva cultura del aprendizaje universitario, la cual conlleva una doble propuesta: colocar el aprendizaje en el centro de la educación universitaria y fijarse como meta la formación de competencias, lo que de llevarse a cabo realmente, implicaría un cambio profundo en las formas de enseñar, aprender y evaluar. Desde dicha perspectiva, esta nueva cultura de la enseñanza y el aprendizaje universitarios respondería mejor a la función social de la educación superior, que implica promover la formación de profesionales reflexivos, capaces de gestionar y construir conocimientos complejos.

Por lo anterior, el docente debe convertirse en un mediador que genere ambientes de formación flexibles, dinámicos, retadores y estimulantes, centrados en la resolución de problemas del contexto real, para que los estudiantes puedan lograr su formación integral y desarrollar competencias con sustentabilidad. Específicamente, debe fortalecer su rol como acompañante, asesor y apoyo continuo; buscando que los estudiantes resuelvan problemas articulando saberes de varias disciplinas (Parra Acosta, Tobón y López Loya, 2015).

Gil Pérez et al. (2005) se refieren a estos cambios, en particular en la enseñanza de las ciencias de la naturaleza, cuando destacan la necesidad de realizar reformas curriculares que propicien en los alumnos el aprendizaje de conocimientos científicos y tecnológicos que favorezcan su interés crítico hacia el papel que desempeñan la ciencia y la tecnología en sus vidas.

Se afirma que las universidades requieren cambios fundamentales en la organización de su docencia e investigación. Esta lógica inherente a su quehacer involucra la capacidad institucional de gestión de aprendizajes y conocimientos, a partir de una estructura en espiral

que articule en ascenso –y desde una lógica constructivista–, la producción de un nuevo conocimiento, la investigación cognitiva (orientada al aprendizaje independiente del estudiante), y una dinámica educativa superior que pueda promover el desarrollo de innovaciones sociales. El argumento central se enfoca en el valor social y el impacto positivo que los cambios instrumentados traerán consigo, para alcanzar la construcción de una sociedad tendiente a crear calidad de vida personal, bienestar en la población y una colectividad altamente participativa (Didriksson Takayanagui, 2015).

Se piensa entonces en una universidad socialmente responsable, que por definición implica una universidad anclada en su territorio (Vallaey, 2014).

Según Vallaey, de la Cruz y Sasia (2009), se necesita pensar en la responsabilidad social universitaria como “...una política de formación académica socialmente responsable, que permita lograr un perfil del egresado como profesional con aptitudes de solidaridad y responsabilidad social y ambiental, en el marco de una verdadera formación integral e íntegra” (p. 33).

Es así que la preparación para el trabajo autónomo, el aprendizaje de competencias de orden superior, la adaptación a situaciones emergentes, la diversificación en las formas y fuentes de aprendizaje, el desarrollo del espíritu emprendedor y la capacidad creativa con compromiso social y ético, surgen como demandas de la docencia universitaria. Se plantean nuevas prácticas más activas y basadas en el logro de competencias que tengan en cuenta todo el proceso educativo.

Acompañando a estas demandas, los cambios que han acontecido en la universidad han sido sustantivos, incrementándose de manera notable la calidad de la enseñanza (Zabalza y Zabalza Cerdeiriña, 2010).

Para ello se requiere que el profesional docente promueva el desarrollo científico y la madurez de sus estudiantes desde el punto de vista personal y social. Coincidiendo con Zabalza (2007), se sostiene que esta dimensión formadora responde a una doble vía de actuación: una directa orientada hacia la formación docente en su sentido más personal y otra indirecta sobre la formación desde el tipo de contenidos seleccionados, desde la forma en que se abordan y desde las metodologías utilizadas.

### **I.1. Una nueva cultura de la enseñanza y el aprendizaje universitario**

Pensando en la Educación Superior desde una perspectiva integral y en el actual modelo de desarrollo que incluye aspectos como la masividad y la globalización, se presenta para las

universidades la necesidad de formar profesionales con capacidades para dar respuesta a las nuevas realidades sociales, no sólo desde el punto de vista del saber hacer sino también desde el plano ético y moral. Se requiere que las universidades promuevan la formación de ciudadanos críticos y comprometidos con el desarrollo de la sociedad en la cual se insertan, asumiendo un enfoque de responsabilidad social que atribuya a la calidad de la educación universitaria características más allá de la competitividad, promoviendo una ciudadanía democrática con conocimientos sobre la responsabilidad social de las ciencias (López Velásquez et al., 2010).

Coincidiendo con Zabalza (2007) quien sostiene que la Educación Superior ha sufrido cambios sustantivos en distintos aspectos, desde el ingreso masivo y la progresiva heterogeneidad de los estudiantes hasta presupuestos universitarios cambiantes de acuerdo a las políticas del momento, desde una nueva cultura de la calidad a nuevos estudios y nuevas orientaciones en la formación, incluyendo la importante incorporación del mundo de las tecnologías y de la enseñanza a distancia, se hace necesario plantear la formación como un proceso que no se circunscribe a los años universitarios sino que dura toda la vida.

Los acelerados cambios sociales, culturales y tecnológicos de las últimas décadas han modificado el paradigma de la formación universitaria (Monereo y Pozo, 2003), al punto tal que los jóvenes de hoy no se detienen ante raigambres preestablecidas, sino que a la hora de elegir una carrera muchos de ellos buscan opciones y propuestas flexibles, alternativas que, a diferencia de las carreras clásicas, se ajusten a su particular manera de concebir el mundo (Lorenzo, 2017).

Al respecto, Pozo y Monereo (2000) mencionan uno de los componentes básicos de las nuevas tendencias de cambio en la cultura educativa: la necesidad de promover nuevas formas de enseñar y aprender en las universidades. Los autores sostienen como relevante que el diseño de los planes de estudio y las programaciones docentes se lleven a cabo teniendo como eje de referencia el propio aprendizaje de los alumnos, por lo que el propósito de la enseñanza sería hacer competentes a los estudiantes en el uso de ciertas habilidades consideradas básicas y estratégicas en su formación profesional.

Estas tendencias deberían garantizar una formación académica que involucre el aprendizaje de destrezas, capacidades y habilidades permanentes (Giordan, 2006) y recursos de enseñanza que contemplen las características de los estudiantes (Ventura, 2011).

Es así que el aprendizaje se concibe como un proceso dinámico en el que interactúan las características individuales y los contextos en que se sitúa la persona (Marchesi, 2002). En este sentido, el sujeto se considera un constructor activo en la organización y elaboración de sus propios conocimientos (Gagliardi, 2008; Giordan, 2006).

Frente a este nuevo desafío, se deben desarrollar estrategias que impulsan la capacidad metacognitiva de “aprender a aprender” (Pinelo, 2008), de manera de adquirir habilidades para adaptarse a los cambios constantes que experimentarán a lo largo de la vida profesional, promoviendo los valores democráticos de tolerancia, solidaridad y convivencia social.

Las estrategias de aprendizaje no sólo entrenan la capacidad de aprender y resolver problemas, sino que esto en sí mismo implica el desarrollo intelectual del estudiante, la potencialización de sus habilidades, entendiéndose éstas como estructuras flexibles y susceptibles de ser modificadas e incrementadas. La elección de la estrategia y su ejecución representan las manifestaciones claves de la conducta inteligente (Kohler Herrera, 2005).

El aprender a aprender requiere promover en los sujetos a los que se dirige estrategias y estilos de vida desarrolladores, aplicables a situaciones de aprendizaje que exigen un nivel de independencia y de auto organización superior, tales como la educación a distancia, la educación por proyectos, entre otros. Para estar centrada en el aprender a aprender, la didáctica debe construirse desde el alumno que aprende a aprender, teniendo en cuenta sus intereses y su responsabilidad por su aprendizaje (Fariñas León, 2004).

Citando a Bourdieu (2001) se entiende la responsabilidad como "... ser competentes, serios, dignos de confianza, en suma, preparados para desempeñar con constancia y sin sorpresa ni traiciones el papel que les cabe en la estructura del espacio de juego" (p. 172).

La competencia de aprender a aprender subraya la vertiente autónoma del alumno en la gestión del aprendizaje, pero ello no significa que este proceso se lleve a cabo en soledad (Coll, 2010). Por una parte, el estudiante debe ser capaz de solicitar y obtener la ayuda que le resulta eficaz en el momento que la necesita y de manera que pueda utilizarla. Por otra parte, necesita colaborar con otros en contextos de actividad grupal. Ambos aspectos tienen una clara naturaleza social y contextual, ya que implican a docentes y estudiantes y se concretan en las actividades educativas propuestas (Coll, Mauri y Rochera, 2012).

En esta dirección, las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) representan ventajas para el proceso de aprendizaje colaborativo debido a que permiten estimular la comunicación interpersonal; el acceso a información y contenidos de aprendizaje; el



seguimiento del progreso del participante, a nivel individual y grupal; la gestión y administración de los estudiantes; la creación de escenarios para la coevaluación y autoevaluación (Díaz Barriga, 2010).

Planteando diversos espacios para la enseñanza y el aprendizaje se promueve y posibilita la autogestión del aprendizaje.

## **I.2. El oficio de enseñar**

Adhiriendo con Fariñas León (2004), se entiende la complejidad del proceso educativo como modelo interdisciplinario que debe ser pacientemente reflexionado, teorizado y construido a partir de las experiencias de la práctica y de la investigación, de manera integral, a fin de que promueva el desarrollo de la educación. Este modelo se podría representar como una red de pesca donde se puedan apreciar hilos conductores, entrecruzamientos y nudos, posibles de interpretar como el entramado de la acción educativa.

En este sentido, Litwin (2008) destaca que los procesos que se dan en la práctica educativa son un verdadero lugar de formación y no deben ser considerados rituales de iniciación, de laboratorio o de ficción. En especial, de lo que se trata es de reconstruir la práctica para propiciar la crítica reflexiva y así nutrir la teoría con mejores propuestas de enseñanza. Para que esto suceda es necesario reconocer los tiempos que requieren los estudiantes para aprender buscando nuevas respuestas, dándole sentido a sus propias experiencias, estableciendo relaciones, jerarquías, síntesis y abstracciones. Se piensa en un clima en el aula que propicie la convivencia, abordando la relación entre pares de manera formativa. Así los docentes desarrollan estrategias, a veces innovadoras, con el objeto de mejorar la enseñanza y sus resultados al contextualizar, descontextualizar y re-contextualizar para dar lugar a nuevas prácticas.

La autora menciona estrategias que promuevan la integración entre temas, conceptos o campos, pudiendo ser aplicadas al inicio, desarrollo o cierre de una actividad, llenándola de sentido y significatividad. Se espera que el estudiante comprenda, a través de estrategias que orientan la acción, el modelo que fundamenta la concepción de aprendizaje. Es así que el docente en su tarea identifica los temas del currículo, los nutre al relacionarlos con temas del debate diario y los reconstruye para enseñarlos de manera autónoma y responsable (Litwin, 2008).

Es así que los requerimientos de la realidad -percibida como un todo- exigen un accionar interdisciplinario; entendiendo como parte de la función docente, contribuir con acciones



direccionadas para promover en los estudiantes el propio cambio motivacional (Costamagna, 2000).

En esta dirección, estudiar la enseñanza a través de las prácticas, de las experiencias, permite reconstruir múltiples voces de estudiantes y educadores. Se piensa la investigación como una práctica social específica que busca la producción de conocimiento científico.

Al respecto, Shulman (2000) se planteaba

.....¿Merece la pena dedicar tanto esfuerzo a estudiar los procesos de enseñanza y aprendizaje en la universidad para ir avanzando hacia una docencia de otro tipo, en lugar de hacer simplemente de profesor o profesora que cumple sus tareas sin esa inquietud permanente?

Su respuesta era que sí y la basaba en lo que denominaba las tres “P”: profesionalismo, pragmatismo y política.

El *profesionalismo* vinculado al profesorado universitario en el desempeño responsable del rol que le corresponde; la profesionalidad derivada de la disciplina o sector profesional al que se pertenece y, en simultáneo, la profesionalidad vinculada a la tarea de educadores que se asume. Desde las dos perspectivas, el trabajo debe desarrollarse a través de funciones similares: conocer, descubrir, relacionar, investigar, aplicar, enseñar. En ambos casos, el compromiso profesional requiere ser capaz de transferir y comunicar lo que se va aprendiendo a través de publicaciones, presentaciones y con marcado énfasis, a través de la enseñanza.

El *pragmatismo* acerca al docente a la acción concreta de sus prácticas. Investigar sobre la enseñanza, documentar lo realizado en clases, analizar con perspectiva diacrónica el proceso que ha seguido la enseñanza, desde el comienzo de cada uno en su actividad docente hasta la actualidad, es la condición necesaria para que el trabajo docente y el aprendizaje de los estudiantes mejore. Si ese saber sobre lo que cada docente hace se contrasta con lo que otros saben y hacen, será la mejor vía para ir avanzando como comunidad profesional.

La *política* que lleva a considerar la actividad docente no como algo discrecional y hecho a la medida de cada quien, sino como un compromiso público con proyectos docentes regulados y sometidos a escrutinio público. A medida que van variando las demandas sociales y las exigencias de las políticas universitarias, se deben generar alternativas didácticas para desarrollar el trabajo docente y de recursos para analizar en profundidad lo que se pone en práctica, para documentarlo y hacerlo visible.

Las tres “P” configuran así un marco global que ayuda a justificar el por qué es importante involucrarse con la docencia, con su conocimiento más profundo, con su investigación, con la publicación y visibilización de las diversas experiencias (Zabalza Beraza, 2014).

Considerando que investigar significa dar respuestas a problemas del conocimiento, implica o requiere actitudes y capacidades básicas de: descubrimiento, asombro, observación, pensar reflexivo, relacionar teoría y práctica, toma de distancia, sensibilidad social y artesanía intelectual (Sirvent, 2005).

A título personal, desde el ingreso de la tesista al Departamento de Física de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral (FBCB-UNL), como ayudante alumno, ha constituido parte de su preocupación y ocupación como docente, profundizar en las múltiples instancias en que se realizan los procesos de enseñanza y de aprendizaje, teniendo como objetivo contribuir a formar un ciudadano universitario capaz de trabajar en grupo respetando a sus pares, con actitud reflexiva, crítica, ética, que comprenda la situación de aprendizaje en que se encuentra y que pueda autogestionar, junto con el aporte del docente y sus compañeros, estrategias para mejorar.

Así, paralelamente a la formación disciplinar, se decidió de manera un tanto solitaria, encausar la formación docente como alumno de la Maestría en Docencia Universitaria (FHUC-UNL). Desde ese lugar, se tuvo la posibilidad de tomar conciencia sobre las propias limitaciones, y tal como menciona Lorenzo (2017), recuperar esa perspectiva estudiantil de quien afronta por primera vez un mundo poco conocido, desafiante y, en algunos casos, no del todo estimulante. Este camino acentuó la mirada crítica y reflexiva sobre el sentido de las prácticas pedagógicas, permitiendo comprenderlas a la luz de los marcos teóricos, fomentando el análisis de las diferentes situaciones, la evaluación y el desarrollo del metaconocimiento.

Dentro de este marco, el desempeñar funciones como docente investigador desde la docencia, la investigación y la extensión en la universidad, participando en diferentes carreras de FBCB-UNL, carreras de grado: Bioquímica, Licenciatura en Biotecnología, Licenciatura en Nutrición, de cursado presencial; carreras a término: Licenciatura en Podología, de cursado semipresencial y en la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional del Litoral, FCM-UNL, en la carrera de grado de Medicina, de modalidad de cursado presencial; todas ellas incluidas dentro de las denominadas Carreras de Ciencias de la Salud, involucrando distintos contextos, actores y generando múltiples desafíos, dio lugar a diversas

instancias de reflexión sobre recursos, actuaciones de enseñanza y aprendizaje, estrategias educativas, todo ello concebido como valioso en el devenir del proceso investigativo.

Como docente inserto en el proceso de investigación, se sostiene que:

“No hay docencia sin discencia, las dos se explican y sus sujetos, a pesar de las diferencias que los connotan, no se reducen a la condición de objeto, uno del otro. Quien enseña aprende al enseñar y quien aprende enseña al aprender” (Freire, 1997, p. 25).

Así, enseñar no es sólo un punto de llegada hacia donde volcar resultados que emanan de preocupaciones ajenas, sino una cantera de donde recoger problemas para ser indagados (Carlino, 2004).

En este proceso se necesita que el docente, en su formación permanente, se perciba y se asuma como investigador. Esta actitud investigativa posibilita abrir las puertas del pensar crítico, pues el sujeto conoce, reconoce y aprende.

### **I.3. La problemática de la enseñanza y el aprendizaje de Física universitaria en Argentina**

Con el propósito de avanzar sobre la configuración del objeto central del presente trabajo de tesis, es importante mencionar algunas investigaciones que se han desarrollado en las últimas décadas a nivel nacional e internacional en la enseñanza y aprendizaje de Física.

En el nivel superior educativo, la problemática sobre la enseñanza y el aprendizaje de la disciplina ha sido y es tema de investigación y debate para distintos actores del quehacer universitario.

Al respecto, diferentes autores han señalado la existencia de grandes dificultades en los estudiantes universitarios para aprender significativamente los conceptos físicos que se enseñan (McDermott, 1987, 1997; Goldberg y Bendall, 1995; Wells, 1995; Wainmaier y Plastino, 1995; Alurralde, 1995; Campanario, y Otero, 2000; Kofman y Concari, 2000; Lucero y Concari, 2001; Concari, 2001; Mazzitelli y Aparicio, 2007, entre otros).

Se abordan, desde las investigaciones en enseñanza de Física, distintos tópicos - considerados relevantes para el desarrollo de esta investigación- tales como:

- ideas previas y representaciones de los estudiantes frente a diversos temas, aspectos relacionados con las ideas previas de los alumnos, sus pautas y estrategias de razonamiento, sus concepciones epistemológicas y sus estrategias metacognitivas (Campanario y Otero,

2000); investigaciones sobre las representaciones internas que los alumnos tienen –tanto las que corresponden a los conceptos «intuitivos» como las que construyen a partir de los conceptos enseñados en el aula– para poder entender cuál es el proceso de construcción y el cambio de esas representaciones (Greca y Moreira, 1998); conceptos físicos específicos involucrados en las preconcepciones de los estudiantes acerca de temas de Mecánica, abordado desde la perspectiva de los investigadores, a través de una revisión de investigaciones publicadas, y desde la de los estudiantes, por medio del estudio de sus ideas y conceptualizaciones. Un estudio realizado por Giorgi, Pozzo y Concari (2005), sostiene que el problema de las preconcepciones no sólo residiría en las estructuraciones involucradas en el conocimiento de tipo intuitivo, sino también estaría relacionado con cuestiones semánticas. En la mencionada investigación los autores infieren que el problema de las ideas iniciales puede basarse fundamentalmente en una cuestión de comunicación e interpretación. En las ideas previas que el alumno posee, y que condicionan fuertemente su aprendizaje, existen ideas intuitivas y representaciones mentales posibles de ser asimiladas a los modelos conceptuales científicos. Al identificar dichas concepciones, sería posible trabajar sobre ellas como punto de partida para la construcción de los conceptos y modelos científicos a ser enseñados, considerando la posibilidad de una reestructuración de los contenidos, más acorde con el conocimiento previo de los estudiantes (Giorgi, Pozzo y Concari, 2005); investigaciones donde se estudia la relación entre la "comprensión conceptual de la mecánica newtoniana" y la "comprensión sobre la naturaleza epistemológica de los conceptos, las leyes, las teorías y los modelos de dicha mecánica", en estudiantes de ciclos básicos de carreras del área científico-tecnológicas, identificando incomprensiones conceptuales y epistemológicas concretas (Wainmaier y Salinas, 2005).

- las visiones de ciencia y visiones de la disciplina Física de los estudiantes, realizando investigaciones en carreras de Ciencias Exactas y Naturales, de Física en particular, encontrando ideas previas vinculadas con concepciones epistemológicas de las ciencias, con el “modo de trabajo de las comunidades científicas” y, con el valor de los resultados que alcanza, mientras que los estudiantes en su mayoría concibe la disciplina Física como un conjunto de elementos separados (diSessa, 1993), sin que se espere una coherencia global ni se necesite, orientada hacia resultados específicos más que hacia principios generales (Capuano et al., 2016).

- visiones de ciencia de los docentes, trabajos basados en identificación de las imágenes de ciencia de docentes universitarios y su relación con las prácticas docentes (Dumrauf, 2001);

investigaciones sobre la argumentación en la comunidad científica y en la formación de profesores de Física, abogando por una formación docente que contemple las argumentaciones que se dan en la ciencia, ofreciendo fundamentos y orientaciones para mejorar esa formación, como aporte para la construcción de visiones menos estereotipadas del razonamiento científico y para el reconocimiento del carácter social de la generación de conocimiento en el ámbito de la ciencia (Islas, Sgró y Pesa, 2009).

- concepciones de los docentes de ciencias en el nivel universitario sobre la enseñanza y el aprendizaje de la disciplina, investigando sobre concepciones explícitas e implícitas, su contenido y naturaleza (Hativa, 2000; Vilanova, Mateos-Sanz y García, 2011); cuestiones de dominio intersujeto e intrasujeto en el contenido de las concepciones epistemológicas en docentes universitarios, analizando de qué manera intervienen la disciplina de formación de los docentes en el contenido de estas concepciones (García y Mateos Sanz, 2013).

- concepciones y problemas educativos de los investigadores en el área de las ciencias a nivel universitario, investigando la manera en que sus concepciones influyen en su percepción de lo que debe ser la docencia, así como el tipo de problemas que perciben en torno a su forma de enseñanza y su entorno educativo (Alvarado y Flores, 2001; Alvarado, 2004, 2005, 2006); relaciones entre percepciones y supuestos sobre la enseñanza de la ciencia y algunas implicaciones en torno a las dificultades de mejorar la educación científica en la universidad (Alvarado y Flores-Camacho, 2010).

- modelos de enseñanza y aprendizaje, investigaciones en Didáctica de las Ciencias y en Psicología Cognitiva sobre sugerencias para la mejora de clases magistrales en ciencias, intentando utilizar métodos docentes que exijan del alumno un papel más activo (Campanario, 2002); trabajos sobre concepciones de modelo científico de docentes de Física de nivel medio y diferencias respecto de las nociones consensuadas en la comunidad científica y en la bibliografía especializada (Islas y Pesa, 2003); investigaciones acerca de la tipología de los modelos utilizados en la enseñanza de las ciencias (Chamizo, 2010); la enseñanza de la Física desde una perspectiva crítica a la luz de varias teorías de aprendizaje, identificando distintas implicancias para la enseñanza de la Física en la educación contemporánea (Moreira, 2014).

- la resolución de problemas como estrategia de enseñanza, actividad de aprendizaje e instrumento de evaluación, investigaciones sobre el grado de coherencia entre la resolución de problemas tal como se plantean en los textos de Física universitaria y modelos de

resolución de problemas derivados de la investigación educativa (Concari y Giorgi, 2000); investigaciones sobre características de la construcción discursiva de la resolución de problemas de Física que se realiza en el aula de nivel medio, analizando la forma en que alumnos y profesores contribuyen a esa construcción (Escudero, González y García, 1999); trabajos referidos a la resolución de problemas como estrategia didáctica que favorece el aprendizaje significativo, analizando la efectividad de los "problemas cualitativos" a través del rendimiento académico de los alumnos en exámenes parciales (Lucero, Concari y Pozzo, 2006); descripciones de propuestas que combinan enunciados de tipo abierto con una actividad de investigación como herramienta para mejorar la comprensión y la aplicación práctica de diferentes temas (Varela y Martínez-Aznar, 1997; Martínez Pons, 2000).

- la elaboración de estrategias en el proceso de enseñanza y aprendizaje que favorezcan la construcción del conocimiento (Brincones, 1994), entendiendo que -en lo que se refiere a la construcción de conceptos en el ámbito de Física- el sistema cognitivo humano es altamente sensible a su interacción con la naturaleza (Pozo y Gómez Crespo, 1998), por lo que al ser considerado en la planificación de estrategias educativas, promueve aprendizajes significativos. Distintos investigadores (Sebastiá, 1987; Izquierdo y Espinet, 1999; Capuano et al., 2001), mencionan que en numerosas ocasiones en la enseñanza no se tienen en cuenta aspectos del cotidiano, así como las necesidades que el hombre tiene de encontrar respuestas para sus interrogantes, como un camino para despertar el interés de los jóvenes y tampoco la utilidad que presentan las prácticas experimentales, como herramientas muy usadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física; propuestas educativas basadas en el planteo de situaciones-problema basadas en cuestiones de la vida real, promoviendo el aprendizaje activo, una integración significativa de los conocimientos construidos y el desarrollo de competencias vinculadas a las futuras incumbencias profesionales, así como competencias transversales que completan una visión del estudiante como ser integral y social (Meoli, Martínez y Concari, 2014); investigaciones que proponen estrategias didácticas dirigidas a favorecer el aprendizaje de las ciencias, mediante un cambio ontológico, epistemológico y conceptual de la manera de interpretar y explicar los fenómenos, describiendo las características más relevantes de la metodología de enseñanza diseñada (Bravo, Pesa y Pozo, 2010).

- la actividad experimental, su papel en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física, diferentes propuestas metodológicas, desde la presentación de la actividad experimental por medio de la creación de alguna confusión, que puede ser creada a través de pequeños cambios

en las instrucciones y el equipo para experimentos comunes (Leysink et al., 2002); propuestas para abordar el trabajo práctico de laboratorio como una actividad de investigación, relacionada con la realidad, favoreciendo la motivación y la contextualización de los aprendizajes, propiciando su aplicación a otras situaciones distintas de las estudiadas en el aula. (Herrera Cabello y Corullon Paredes, 1987; Gil Pérez y Valdés Castro, 1996; Jaime y Escudero, 2011), a investigaciones sobre las percepciones de estudiantes y docentes acerca de la actividad desarrollada en los laboratorios de Física universitaria (Ortigoza, Contini y Lessa de Oliveira, 2016).

- la incorporación de tecnologías en las actividades de experimentación, el uso de simulaciones y TICs (Bonnin-Garcés et al., 2013); el uso de TICs en Ciencias Naturales, analizando de que forma se utilizan en la práctica docente de distintas disciplinas del área, en clases teóricas, de resolución de problemas y en actividades de realización de experimentos (Capuano, 2011); investigaciones sobre tipo de materiales educativos en formato digital que se utilizan en Física en carreras de ingeniería, objetivos pedagógicos, dificultades y beneficios de éstos en el proceso de aprendizaje (Culzoni et al., 2016).

- laboratorios virtuales, investigaciones sobre educación y NTICs, específicamente sobre la problemática de la educación a distancia, como forma de aplicación de esas tecnologías. Desde el paradigma humanista se describe una experiencia de aplicación de las NTICs en la enseñanza de la Física de nivel universitario en una modalidad presencial, a la que se propone complementar con ciertas instancias virtuales (Kofman, 2005); estudios que analizan el potencial pedagógico de estos entornos (Amaya Franky, 2009); investigaciones cuyo objetivo es fundamentar en qué medida las simulaciones virtuales de experimentos docentes pueden contribuir objetivamente a aumentar la calidad en el aprendizaje de la Física General Universitaria en comparación con la realización de los experimentos docentes reales (Rodríguez-Llerena y Llovera-González, 2010); revisión bibliográfica de investigaciones sobre simulaciones en enseñanza de Física de los últimos años, identificando categorías según las características de las investigaciones recabadas, destacando diversos puntos de consenso y disenso en la comunidad sobre la temática (Velasco y Buteler, 2017).

- laboratorios remotos (LR) para la enseñanza de la Física, investigaciones sobre consideraciones teóricas, fundamentos conceptuales y diseño de una propuesta para la enseñanza de Física universitaria en aula virtual utilizando laboratorios remotos (Culzoni et al., 2012); revisiones de literatura existente sobre el uso de LR en la enseñanza de Física (Arguedas-Matarrita y Concari, 2015); trabajos que destacan la importancia del uso del LR en



cuanto a la posibilidad de realización de experiencias reales en facultades que no cuentan con el equipamiento necesario (Mansilla, Schspschuk y Cámara, 2015); investigaciones que buscan establecer criterios de idoneidad didáctica sobre el uso de LR en la enseñanza de Física en la modalidad a distancia, a fin de favorecer el diseño de estrategias de enseñanza y actividades de aprendizaje utilizando estos recursos (Arguedas–Matarrita, Concari y Giacomone, 2017).

- tratamiento de contenidos en libro de textos, investigaciones que proponen aprovechar los errores y las imprecisiones conceptuales presentes en los libros de texto como recursos para el análisis en procesos de aprendizaje (Campanario, 2003; Alcocer et al., 2004; Giorgi et al., 2017); trabajos que discuten si el uso en libros de textos -para nivel secundario y universitario- de las imágenes externas, contribuye con la comprensión de los fenómenos físicos y con la construcción de representaciones mentales adecuadas (Otero, Moreira y Greca, 20002); análisis sobre resolución de problemas en textos de nivel medio, generando una matriz de datos que permitió efectuar tipologías de interés didáctico, caracterizadas en la investigación (Escudero, González y García, 2000); análisis sobre tratamiento de temas y su implicancia en el aprendizaje, identificando cuestiones que lo favorecen u obstaculizan (Giacosa, Giorgi y Maidana, 2012).

**- Investigaciones acerca de enseñanza y/o aprendizaje de la energía, su conservación, transformación y degradación, pudiendo identificar trabajos sobre:**

- concepciones alternativas, estudios sobre la existencia de concepciones alternativas y del sentido común en torno al concepto de energía en distintos niveles del sistema educativo (Trumper 1993; Driver et al., 1985; Driver, 1987; Hierrezuelo, 1990; Solomon, 1985); investigaciones sobre concepciones en torno a la conservación de la energía en estudiantes universitarios de carreras no Físicas (Cordero y Mordeglia, 2007); investigaciones acerca de las dificultades de estudiantes para comprender el concepto de energía y utilizar el principio de conservación para analizar fenómenos físicos (Grimelini-Tomasini et al., 1993; Driver et al., 1985; Duit, 1981),

- dificultades en torno a la enseñanza de la conservación de la energía, estudios donde se analizan los métodos tradicionales de introducir la enseñanza de la energía en nivel de educación secundaria, donde no se tiene en cuenta las dificultades de los alumnos y no se muestra el principio de conservación como un principio de toda la Física (Solbes y Tarín, 1998); estudios históricos-epistemológicos, donde se realiza una introducción histórica y



epistemológica del largo proceso que lleva del concepto de “vis viva” a la idea actual de energía, cuya conservación aparece como un principio unificador de toda la Física. (Solbes y Tarín, 2008)

- incorporación curricular de la energía, estudios en nivel de educación secundario donde el concepto de energía se utiliza como hilo conductor para el desarrollo de las actividades (Pérez de Landazabal et al., 1995; Yebra y Membiela, 2005); propuesta didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de la energía con alumnos de secundaria, atravesada por dos ejes fundamentales, el eje disciplinar, la Física, y el de la negociación de significados; siendo la argumentación el tipo de discurso mediador en ese proceso (Domínguez y Stipcich, 2010); presentación de secuencia didáctica sobre Energía en carreras de Ciencias Naturales, planificación, puesta en práctica en el aula y evaluación de la unidad didáctica con una visión integradora, presentando el concepto de Energía como unificador en toda la Física (Perrota et al., 2009).

- abordaje de la Energía y del Principio de Conservación de la Energía en libros de texto para la enseñanza de Física, estudios realizados en niveles medio y superior universitario, analizando el concepto de Energía, sus connotaciones y confrontado a la luz de sus implicancias (Correia y Ortigoza, 2015).

Numerosas carreras universitarias incluyen a la Física dentro de sus planes de estudio. En algunas de ellas esta disciplina es central, como en las Licenciaturas en Física y en las carreras de Ingeniería Mecánica, Electrónica, Electricista, Civil, Industrial, mientras que en otras cumple un rol denominado instrumental, como en Medicina, Biología, Licenciatura en Nutrición, Arquitectura, Ingeniería Agrónoma, entre otras. En la mayor parte de estas carreras, se imparten contenidos de Mecánica, Termodinámica, Electricidad, Magnetismo, Ondas, Óptica y, en algunas, Física Moderna, conocidos en su conjunto como Física General, pudiendo estar distribuidos en una o más asignaturas, cuya duración oscila de uno a seis cuatrimestres, según la profundidad con que se los desarrolle.

En las carreras donde la Física sirve de base para el desarrollo de otras asignaturas, entre las que se ubican las Carreras de Ciencias de la Salud, los requerimientos curriculares no coinciden con los de las asignaturas de las Físicas de Ciencias e Ingeniería. En estas carreras generalmente se incluyen todos los temas de Física General, pero se desarrollan en un cuatrimestre o en un año, generalmente en el primer año de ingreso a la universidad. Hay

escasas universidades donde la selección, la orientación de los contenidos y la metodología se han adaptado a la carrera en la cual está inserta (Milicic, 2005).

En este marco, es necesario reflexionar sobre la propuesta curricular por diferentes razones tales como:

- Elevado número de ingresantes. Según los datos de la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación, en Argentina en el año 2001 la cantidad de estudiantes universitarios sobre la población de 18 a 24 años fue del 25%, mientras que ascendió al 35,2% y a 37,6% en 2009 y 2013, respectivamente (SPU, 2013). La población estudiantil en Argentina pasó de 1,6 a 2 millones de estudiantes desde el 2006 al 2014, aumento que se explica por el mayor acceso a la educación por parte de jóvenes que completan sus estudios secundarios y por una mayor demanda de la población adulta por educación postsecundaria (Fachelli y López-Roldán, 2017).

- Heterogeneidad del alumnado que ingresa a la universidad respecto de su formación en niveles educativos precedentes. En este sentido la Universidad Nacional del Litoral (UNL) ha celebrado convenios de cooperación con el Gobierno de la provincia de Santa Fe en relación a la educación secundaria, constituyendo un primer paso que debe alimentar diálogos, acuerdos, consensos no exentos de discusión pero válidos para generar lazos de mutua confianza y habilitar un accionar de creciente cooperación técnica (UNL, PDI 2010-2019).

- Modificaciones propias de la nueva etapa que inician, tales como cambio de lugar de residencia, nuevos compañeros, cambio en los hábitos de estudio, entre otras. El proceso de transición escuela media-universidad es un proceso complejo multifactorial que implica para el estudiante significativos y múltiples cambios, la apertura a un nuevo mundo y la concreción de una opción que definirá los propósitos de su proyecto profesional y personal (Dezar, 2015).

- Muchos estudiantes no comprenden para qué deben estudiar Física, ya que se inscribieron en una carrera que, según sus opiniones, no tiene nada que ver con esta disciplina, con lo cual deben realizar un considerable esfuerzo para comprenderla en profundidad. Generalmente tratan de aprobarla estudiando lo que consideran indispensable para sortear el examen o la cursan cuando se encuentran con correlatividades que frenan el cursado de otras asignaturas que les interesan (Milicic, 2000).

A fin de gestionar tránsitos menos conflictivos para la población estudiantil, se deben aunar esfuerzos y responsabilidades de varios actores del propio sistema educativo, tanto la escuela

secundaria como la universidad. Tal como afirma Alicia R. W. de Camilloni, en una entrevista realizada el 07 de agosto del 2007:

...Cuando nos preguntamos quién debe resolver este problema, se entiende que lo debe resolver tanto la escuela secundaria preparándolos para un estudio independiente, para tomar decisiones, para organizar el tiempo de los alumnos y no fragmentar tanto los estudios, como la universidad que los recibe, que tiene que comprender cuál es la situación de estos estudiantes que están ingresando y que no están preparados para este tipo de estudio (Gvirtz y Camou. 2009, p. 281).

En el caso de Argentina, las acciones para mejorar la retención parecen ir crecientemente ganando lugar dentro de las universidades estatales, las cuales se caracterizan por la gratuidad y sistemas de admisión poco restrictivos y altos niveles de deserción en los primeros años de estudio. Mientras que en varias instituciones se registran experiencias de apoyo a los alumnos de los primeros años a través de docentes orientadores y tutores, en algunos pocos casos se verifica una estrategia más integral que incluye perfeccionamiento docente y diversas instancias grupales e individuales de apoyo y seguimiento académico y social (Gorostiaga et al., 2012).

La Universidad Nacional del Litoral (UNL), en su Plan de Desarrollo Institucional (PDI) 2010-2019, propone como un objetivo específico respecto de la pertinencia institucional “Contribuir al análisis, asesoramiento y participación de la Universidad en torno a la política pública para la mejora de la calidad y pertinencia de la educación en los distintos niveles y modalidades”.

Se plantea también que el avance científico-tecnológico y la apropiación social de los conocimientos, son aspectos esenciales en la configuración del mundo actual. Todo ello impacta decididamente en los procesos de enseñanza y aprendizaje, por lo que resulta necesario sostener una permanente reflexión sobre el quehacer docente. Habilitar otros espacios para pensar la innovación curricular implica que las prácticas educativas sean repensadas en el nuevo contexto, constituyéndose en instancias que posibiliten el desarrollo profesional docente -resignificando su función- y contribuyan a mejorar el proceso educativo (PDI, UNL, 2010-2019).

Consecuentemente, se promueve la selección y orientación de los contenidos y de las metodologías implementadas en las distintas asignaturas, adaptándolos a la carrera en que se insertan.

Según Lorenzo (2017), en la universidad los contenidos cobran una singular importancia, ya que la institución debe afrontar los cambios sociales que la atraviesan, una población de estudiantes heterogéneos pertenecientes a una nueva cultura de aprendizaje, una crisis en sus diseños curriculares, y un cuerpo de docentes con escasa o nula preparación para hacerle frente a todos estos desafíos.

Coincidiendo con Shulman (2005), el conocimiento pedagógico del contenido (PCK) adquiere particular interés porque identifica los cuerpos de conocimientos distintivos para la enseñanza. Representa la combinación entre materia y didáctica por la que se llega a una comprensión de cómo determinados temas y problemas se organizan, se representan y se adaptan a los diversos intereses y capacidades de los alumnos, y se exponen para su enseñanza.

Se reconoce, tal como menciona Lorenzo (2017) que el nivel universitario en sí mismo se ha convertido en un campo que requiere incrementar los conocimientos sobre su propia naturaleza, desarrollo y desempeño, así como la naturaleza de los sujetos que allí participan y de las diversas interacciones que establecen los individuos entre sí, con la propia institución, con los campos disciplinares del saber, con los escenarios laborales y profesionales, y con la sociedad y el ambiente al que pertenecen.

#### **I.4. El objeto de estudio y el modelo de investigación adoptado**

Desde lo expuesto en los apartados precedentes, se comprende que una investigación educativa teniendo como objeto de estudio las relaciones entre la enseñanza y el aprendizaje de Física en la carrera de Licenciatura en Nutrición (LN), con eje de enseñanza en la conservación de la energía, permitirá contribuir al proceso educativo.

Para abordar el objeto de estudio se constituyen como unidades de análisis:

- el modelo adoptado para la enseñanza de Física desde la creación de la carrera de LN en 2005 a 2010 inclusive;
- el diseño curricular y la planificación de asignaturas de LN;
- el tratamiento del Principio de Conservación de la Energía en libros de texto de Física;
- la nueva propuesta didáctica y su implementación desde 2011 a 2013 inclusive;
- las voces de estudiantes, docentes y coordinador de LN.

Se recurre a un estudio donde confluyen la didáctica de la Física, el conocimiento disciplinar, las estrategias posibles para abordar su enseñanza a un determinado grupo de estudiantes y las voces de los actores involucrados en el proceso educativo.

Se sostiene que la enseñanza implica el desarrollo de un tipo particular de vínculo con el saber a enseñar; debe transformarlo para que cumpla un papel determinado en el proceso didáctico y luego trabajar con él (Cardelli, 2004).

Una vez definida la presencia y pertinencia de los contenidos, se delinearón situaciones para permitir que las representaciones implícitas se activen en camino al aprendizaje. Para profundizar en el objeto de estudio se realizaron preguntas científicas tales como:

¿Qué conocimiento debe tener el docente de ese contenido que debe enseñar?,

¿Cuáles son las transformaciones más adecuadas en el saber a enseñar para la promoción del aprendizaje?,

¿Cuál pudiera ser un diseño de la situación didáctica para lograr el conocimiento adecuado?,

¿Cuáles son los aspectos motivacionales que llevan a que el estudiante comprenda su situación frente al aprendizaje?

La búsqueda de respuestas a estas preguntas habilitó un espacio de producción, diseño e implementación de situaciones didácticas y de entornos educativos específicos, los que se constituyeron en unidades de análisis para la investigación.

El modelo de investigación utilizado fue el modelo de reestructuración educativa (Duit, Gropengießer y Kattmann, 2005), con interés en una visión profunda sobre la naturaleza interdisciplinaria de la investigación en ciencias de la educación, tratando de equilibrar las cuestiones relacionadas con los contenidos de la ciencia y los problemas educativos.

Se trata de un modelo elaborado sobre la idea de conocimiento pedagógico del contenido "Pedagogical Content Knowledge" (PCK) de Shulman, quien propone centrar la atención en el estudio del pensamiento del profesor sobre la enseñanza del contenido de la asignatura (Shulman, 1986).

Shulman considera como parte del PCK las pretensiones de la materia que se enseña, las valoraciones que se hacen del currículo, las estrategias de enseñanza, así como los avances y las dificultades comprensivas de los estudiantes (Lorenzo, 2012).

Abell (2008), plantea que el PCK se acerca al estatus de paradigma, compartido por toda la comunidad de investigación, guiando el pensamiento sobre la enseñanza y el aprendizaje del docente.

La comunidad constituida en torno al PCK ha reconocido su utilidad como concepto y modelo teórico, al admitir que el conocimiento de la materia por sí solo no es suficiente para que un profesor pueda enseñar con idoneidad, requiriendo la formalización de un conocimiento propio del docente que mejore la calidad de la educación, orientada a una enseñanza centrada en la complejización del aprendizaje de los estudiantes (Mora Penagos y Parga Lozano, 2015).

Montero (1990), en línea con Shulman (1986), argumenta que cualquier enfoque o paradigma de investigación sobre la enseñanza es una perspectiva selectiva, limita preguntas y prefigura las respuestas posibles, por lo que es mejor una coexistencia entre distintos paradigmas, que desde diversos planos y focos pueda enriquecer el conocimiento de la enseñanza. Se aboga por un diálogo social entre modelos, entre comunidades de investigación, posibilitando estar abierto a la fecundidad del diálogo entre perspectivas como base del desarrollo del conocimiento. Se sostiene que el debate teórico ha servido para redefinir problemas curriculares, tendientes a planteamientos más holísticos y totalizadores (Bolívar, 1995).

Duit (2006), sobre la base de las ideas de Shulman, elabora la idea de la reestructuración del contenido a enseñar. Para este autor el proceso de reestructuración parte del análisis de la estructura del conocimiento, tal como es enunciado en el escenario original. A ese análisis primario se le suma el estudio de su relevancia educativa. Esta primera fase se denomina elementarización. Este punto es de especial importancia y supone tener en cuenta tanto los propósitos de la enseñanza como las características cognitivas y afectivas del sujeto que aprende.

En este proceso se toman en consideración, las ideas previas del alumno, sus habilidades cognitivas generales, las habilidades específicas necesarias para el trabajo del contenido en cuestión, así como sus intereses. Para ello es necesario conocer en profundidad el contenido desde el área a la que corresponde, así como las ideas que los sujetos tienen sobre el tema. También importa conocer que ocurre con los textos y la tradición académica respecto a la temática.

Ese proceso de elementalización da lugar a las ideas básicas con las cuales se reestructura el conocimiento para enseñar (reestructuración educativa). Importa señalar que reestructuración no es sinónimo de reducción. En palabras del propio autor:

..De cierto modo, para responder a las necesidades de los alumnos, dicha estructura debe ser forzosamente mucho más compleja que la de los contenidos científicos. En efecto es necesario anclar el conocimiento científico abstracto en distintos contextos para abordar problemas como las potencialidades de aprendizaje y las posibles dificultades de los que aprenden (Duit, 2006, p. 750).

De lo anterior surge que el proceso de reestructuración toma en cuenta:

- el saber disciplinar,
- el nivel cognitivo y afectivo del estudiante,
- las estrategias, herramientas y mediaciones posibles para el acercamiento del contenido considerado.

En este recorrido es necesario esforzarse siempre por entender la situación cambiante, y de ahí remodelar la teoría de la actividad.

En esta fase es donde el docente toma en cuenta la información anterior y elabora la secuencia de actividades que entiende más oportuna y eficaz. El modelo presentado por Duit (2006) no solo repercute directamente en cómo planificar la enseñanza por parte de los docentes, sino que también da lugar a líneas de investigación.

El modelo de reconstrucción educativa se representa en la figura siguiente:

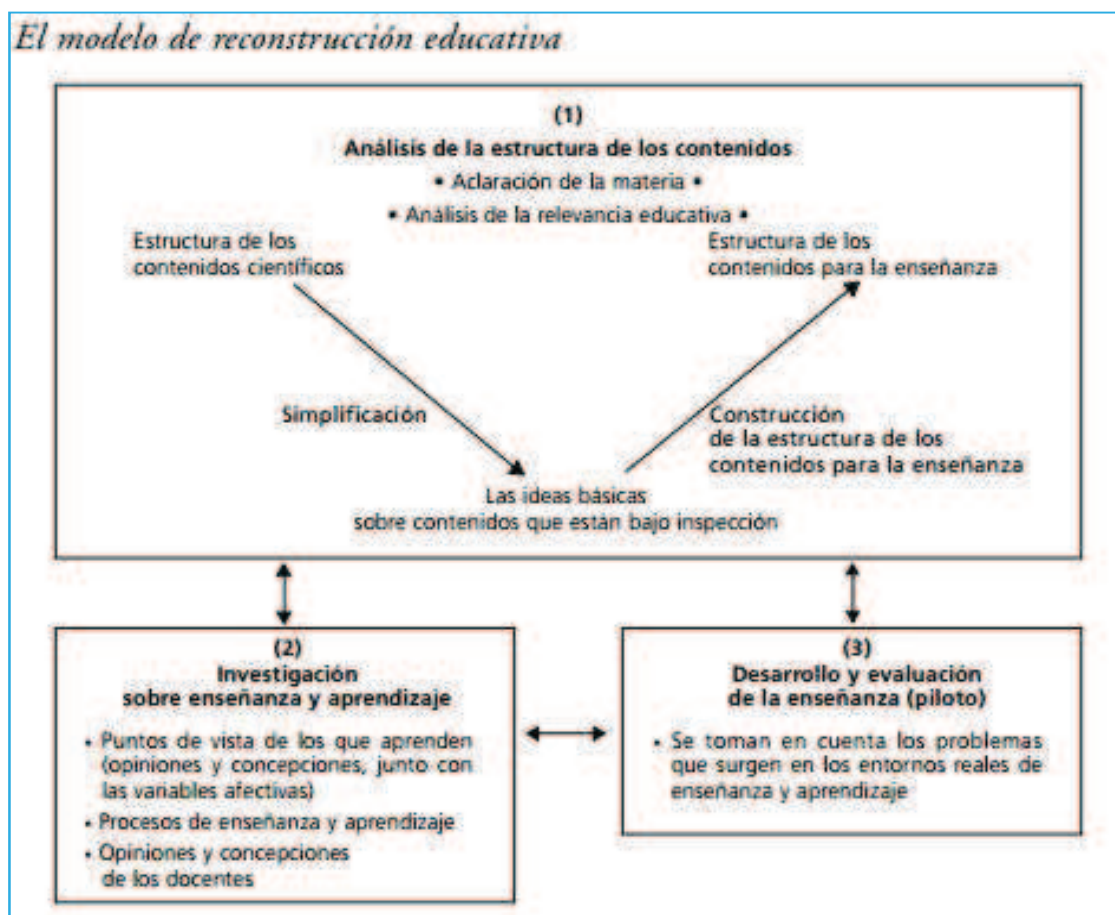


Figura 1. Modelo de reconstrucción educativa (Duit, 2006, p. 747)

En el presente trabajo de tesis se realizaron las siguientes acciones de investigación de acuerdo a las categorías del modelo:

#### **Análisis de la estructura del contenido:**

- Relevamiento de información actualizada.
- Reconstrucción histórica. Estudio de la relevancia educativa.
- Indagatoria de ideas previas de los alumnos sobre contenidos y competencias previo a la enseñanza.
- Construcción de la estructura de contenidos para la enseñanza.

#### **Desarrollo y evaluación de la enseñanza:**

- Diseño de actividades y secuenciación para la enseñanza

#### **Evaluación de la propuesta implementada:**

- Voces de los actores intervinientes.



El modelo de investigación adoptado está vinculado con un cuadro epistemológico de corte constructivista (Duit y Treagust, 2003; Widodo, 2004), donde el aprendizaje se entiende como la labor del estudiante que construye sus propios conocimientos sobre los cimientos de un saber ya preexistente. Ese saber se toma como punto de partida para guiarlos hacia el saber científico a construir. El saber científico se entiende como una construcción humana y la estructura de los contenidos científicos debe ser construida con base en los objetivos vinculados con la enseñanza de determinados contenidos específicos (Duit, 2006).

Desde esta concepción, se reconoce que la enseñanza es una actividad compleja que requiere variadas decisiones sobre el terreno y respuestas a las necesidades de aprendizaje continuo de los estudiantes. Es esta complejidad, y su naturaleza interaccional y dinámica, lo que motivó la elección de la Teoría de la actividad (TA) (Engeström, 1999) para explorar su desarrollo.

La TA se utilizó como marco para indagar sobre el modelo propuesto, considerado como sistema de actividad. Se concibió como sistema abierto que al introducir nuevas tecnologías y prácticas habilita la posibilidad de cambios, donde la multiplicidad de voces permite vislumbrar fuentes de problemas y prácticas de negociación, posibilitando transformaciones generadas a partir de esfuerzos colectivos y deliberados por superar las contradicciones.

### **I.5 Preguntas iniciales y objetivos de la investigación**

En este marco, el indagar acerca de los procesos de enseñanza y aprendizaje de Física para las carreras de Ciencias de la Salud, en particular para el caso de Física General y Termodinámica de la carrera de Licenciatura en Nutrición, ayudará a reflexionar en profundidad sobre preguntas tales como:

- ¿Resulta necesario resignificar la asignatura desde la carrera en la cual está inserta y a cuya formación debe contribuir?
- ¿Es posible generar nuevas propuestas educativas para abordar el tratamiento de los contenidos de la asignatura a partir del Principio de Conservación de la Energía, entendiendo al docente como mediador entre el conocimiento y el desarrollo de competencias genéricas en el estudiante?
- ¿Es posible promover una actitud favorable y compromiso en los estudiantes hacia el aprendizaje de Física en Carreras de Ciencias de la Salud, tomando como eje de enseñanza el Principio de Conservación de la Energía?

- ¿Cómo se puede gestionar, a partir de conceptos estructurantes propios de la disciplina, un aprendizaje que implique el acceso a prácticas de pensamiento propias del ámbito académico?
- ¿Cómo se pueden afianzar los nexos existentes entre la disciplina Física y otras tales como Química, Biología, Fisiología, todas ellas incluidas en el currículum de Carreras de Ciencias de Salud, a partir del eje transversal de enseñanza el Principio de Conservación de la Energía?
- ¿Cuál es el significado de este eje de enseñanza para el futuro de los estudiantes?
- ¿Qué significado tiene la educación para los jóvenes universitarios que tienen entre sus horizontes el empleo profesional, el empleo precario o no profesional y la migración? (Carli, 2012)

Coincidiendo con lo expresado por Zabalza y Zabalza Cerdeiriña (2010), quienes sostienen que

...lo que los estudiantes universitarios aprenden depende, ciertamente, de su interés, esfuerzo y capacidades, pero también depende, y mucho, de que tengan buenos o malos docentes, mejores o peores recursos didácticos, de que se les haya ofrecido mejores o peores oportunidades de aprendizaje ( p. 61).

Entender el sentido del oficio de enseñar en relación con la sociedad y la vida de los que integran las prácticas educativas es contextualizarlo, como también atreverse a renovar, a desarrollar el pensamiento, a asumir propuestas innovadoras, que favorezcan la reflexión y la transformación de la enseñanza, contribuyendo al proceso de aprender.

Desde este marco, en el presente trabajo de investigación educativa se plantean los siguientes objetivos:

### **Objetivo General:**

Resignificar la Enseñanza y el Aprendizaje de Física en Carreras de Ciencias de la Salud, tomando como eje de enseñanza la Conservación de la Energía.

### **Objetivos Específicos:**

- Sistematizar antecedentes sobre la enseñanza de Física utilizando como eje el Principio de Conservación de la Energía, con especial referencia al nivel superior universitario en Carreras de Ciencias de la Salud.

- Analizar indicadores sobre pertinencia del modelo adoptado en la enseñanza de Física en la Carrera de Licenciatura en Nutrición de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral.
- Indagar acerca de concepciones alternativas, conocimientos sobre Conservación de la Energía; Fuerza; movimiento y competencias genéricas con que los estudiantes comienzan a cursar la asignatura.
- Diseñar e implementar una propuesta didáctica para Física General y Termodinámica, asignatura de la Carrera de Licenciatura en Nutrición.
- Valorar indicadores de aprendizaje, durante tres años consecutivos, a partir de la implementación de la propuesta.
- Proponer modificaciones curriculares que contribuyan al proceso educativo, considerando nexos con otras disciplinas.

#### **I.6. La metodología utilizada y las acciones desarrolladas**

La metodología del trabajo de investigación educativa propuesta responde a una investigación de tipo plurimetodológica, recogiendo aportes del diseño cualitativo en la interpretación y contextualización de los datos, aportes del diseño cuantitativo buscando singularidades, regularidades y tendencias a lo largo del tiempo, para lograr reconocer características estructurales del objeto de estudio. Adhiriendo con Cerda (1994), se sostiene que en el trabajo de campo, se tiende a la articulación de los diversos métodos, instrumentos y técnicas utilizados en la labor investigativa, independientemente que se asocien con un paradigma determinado.

En base a la información sistematizada de las distintas etapas del trabajo de campo, se diseñaron materiales y se planificaron e implementaron estrategias didácticas a fin de resignificar la enseñanza de Física a nivel universitario en Ciencias de la Salud, en particular para la carrera de Licenciatura en Nutrición, FBCB-UNL, Santa Fe, Argentina.

Para esto se llevó a cabo, en forma planificada y sistemática, la obtención, análisis e interpretación de los datos, complementando enfoque cuantitativo y cualitativo.

Se realizó una investigación educativa, que lleve a la interpretación de “lo que ocurre”, desde el punto de vista de quienes actúan e interactúan como alumnos y docentes en la situación de enseñanza y aprendizaje sobre la que se indagó.

Adhiriendo a lo expresado por Valles en su obra *Técnicas cualitativas de Investigación Social* (1999)

El diseño de un estudio naturalista por lo general no se establece completamente antes de que empiece el estudio sino que emerge al tiempo que se recogen los datos, se lleva a cabo el análisis preliminar, y pasa a describirse de modo más completo el contexto (p. 76).

El modelo de investigación planteado es una combinación de diseño transversal y longitudinal.

Para desarrollar el primero, segundo y tercer objetivo propuesto se realizó una búsqueda y análisis detallado de antecedentes sobre la Enseñanza de Física a nivel universitario, para continuar con el estudio diagnóstico sobre la enseñanza de Física dentro de la carrera de LN, FBCB-UNL, desde su creación en el año 2005 hasta 2010 inclusive, reflexionando acerca de indicadores de pertinencia del modelo adoptado.

Se analizó el Plan de Estudio de la Carrera de LN, con énfasis en la búsqueda de temas relacionados con conceptos Físicos que sirvan de nexos con otras asignaturas, desde el punto de vista de articulación transversal y longitudinal.

Se obtuvo información sobre el perfil del ingresante a la carrera de Licenciatura en Nutrición, como potencial alumno de la asignatura objeto de estudio.

El análisis y reflexión sobre la información sistematizada de esta primera etapa se constituyó en un insumo importante en la búsqueda de ideas y relaciones que problematicen el tema de investigación.

Se trató de producir conocimiento en interacción con "otros" adquiriendo una entidad y una relevancia distintas al producido por un sujeto frente a un objeto sobre el que se interroga pero al que no puede interrogar; al que construye pero con el que no puede construir; sobre el que sabe pero que no comparte con quien conoce la misma capacidad de conocer (Vasilachis, 2009).

A partir de 2011 hasta 2013 inclusive, se trabajó con alumnos que desearon participar de la investigación en una primera etapa, previo al cursado de la asignatura, para establecer un diagnóstico de concepciones alternativas y conocimientos sobre conceptos físicos fundamentales y competencias genéricas desarrolladas.

Mediante el estudio minucioso de estos registros se establecieron recurrencias y singularidades, categorizaciones, dando lugar a un primer conjunto de ideas sobre competencias genéricas y conocimientos con que transitan los alumnos el primer año de sus estudios universitarios.

Con el propósito de desarrollar el cuarto y quinto objetivo, la segunda instancia de análisis se basó en la implementación de la propuesta educativa, su seguimiento y valoración a medida que avanzó el desarrollo de las distintas actividades.

Posteriormente a la implementación, luego de seis meses de finalizado el cursado de la asignatura, se realizaron pruebas de solidez a los alumnos intervinientes, buscando interpretar el grado de competencias y conocimientos alcanzado.

Para llevar a cabo el sexto objetivo planteado, se realizó un estudio exhaustivo de la información recabada, cualitativa y cuantitativa, de manera de enriquecer el análisis, para así poder construir un conjunto definitivo de ideas.

Se analizaron las relaciones entre la enseñanza desarrollada en la asignatura anterior a la propuesta y la propuesta educativa del presente proyecto, que surgieron en las instancias anteriormente planteadas.

Se realizó una triangulación teórico-metodológica entre enfoques cuantitativos y cualitativos a lo largo de la investigación, enriqueciendo así la conceptualización y la construcción de teoría (Gallart, 1993).

El trabajo de investigación se llevó a cabo de manera consecutiva durante 4 años, habiendo comenzado su desarrollo en el año 2011.

## CAPÍTULO II:

### El contexto de trabajo. Historia y perspectivas.

#### II. Introducción

II.1. La carrera de Licenciatura en Nutrición, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral

II.2. El perfil del ingresante a la carrera de LN

II.3. Diseño curricular y planificación de asignaturas de LN, FBCB-UNL

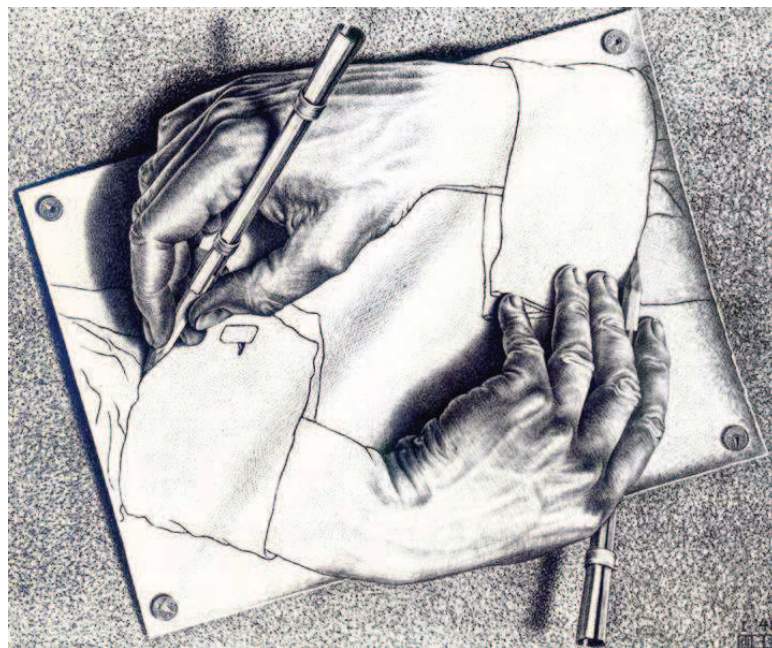
II.4. La enseñanza de Física en Licenciatura en Nutrición, período 2005 a 2010

II.4.1. Indicadores de pertinencia del modelo adoptado

II.4.1.1. Alumnos inscriptos y promocionados en Física período 2005-2010

II.4.1.2. Voces de los estudiantes

II.4.1.3. Voces de graduados de LN período 2010-2013



Drawing hands. MC Escher (1948)

*"A medida que la capacidad para adoptar perspectivas diferentes crece, cambia lo que se considera relevante. No se trata tanto de alcanzar finalmente una integridad coherente entre las muchas perspectivas, sino de ser intelectualmente versátil o teóricamente ecléctico".*

*Schwab (1969)*

## **II. Introducción**

En la evolución hacia cambios fundamentales de estilos de vida y comportamientos, la educación -en su sentido más amplio- juega un papel preponderante. Enfrentar la complejidad creciente y lo imprevisible constituye uno de los propósitos de la educación actual, para lo cual se debe reconsiderar la organización del conocimiento. Lo anterior implica derribar las barreras tradicionales entre las disciplinas y concebir la posibilidad de redes intra e interdisciplinarias.

La supremacía de un conocimiento fragmentado según las disciplinas debe dar paso a un modo de conocimiento capaz de aprehender los objetos en sus contextos, sus complejidades, sus conjuntos. Es necesario desarrollar la aptitud natural de la inteligencia humana para ubicar todas sus informaciones en un contexto y en un conjunto. Por lo anterior, se debe priorizar enseñar métodos que permitan aprehender las relaciones mutuas y las influencias recíprocas entre las partes y el todo en un mundo complejo (Morín, 1999).

Si se considera a la enseñanza como un proceso de acompañamiento que se va ajustando en función de cómo ocurre el progreso en la actividad constructiva de los alumnos, se la entiende también como un proceso que pretende apoyar el logro de aprendizajes significativos.

En tal sentido, puede sostenerse que la enseñanza corre a cargo del docente como su originador; pero se entiende como construcción conjunta producto de los continuos y complejos intercambios con los estudiantes y el contexto instruccional (institucional, cultural, etcétera), que a veces toma caminos no necesariamente predefinidos en la planificación. Asimismo, en cada espacio de enseñanza y aprendizaje, se realiza una construcción conjunta entre todos los actores única e irrepetible. Por ésta y otras razones es difícil considerar que existe una única manera de enseñar o un método infalible que resulte efectivo y válido para todas las situaciones de enseñanza y aprendizaje. De hecho, aún contando con recomendaciones sobre cómo llevar a cabo unas propuestas o método pedagógico cualquiera, la forma en que éste o éstos se concreticen u operacionalicen siempre será diferente y singular en todas las ocasiones (Díaz Barriga y Hernández Rojas, 2002).

Visto desde otro punto de vista, la enseñanza es también en gran medida una auténtica creación y la tarea singular del docente es tratar de interpretarla y tomarla como objeto de reflexión para buscar mejoras sustanciales en el proceso completo de enseñanza y de aprendizaje. Para poder realizar la interpretación y lectura del proceso deberá contar con un



marco potente de reflexión (Coll y Solé, 1993), que posibilite generar propuestas sobre cómo mejorarlo, contando con recursos que apoyen sus decisiones y su quehacer pedagógico.

En esta dirección es importante considerar que la educación universitaria debe preparar al estudiante para utilizar en su vida profesional los conocimientos y competencias adquiridos, así como poder apropiarse de ellos en su propio beneficio. En las carreras de Ciencias de la Salud, entre estos conocimientos deben mencionarse los relacionados con el metabolismo, con la alimentación y con estilos de vida, desde donde podrá promoverse la comprensión por medio de un proceso de empatía, de identificación y de proyección.

Para poder profundizar en el objeto de estudio, en el presente capítulo se detallan análisis y reflexiones sobre:

- La creación de la carrera de Licenciatura en Nutrición en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral.
- El perfil del ingresante a Licenciatura en Nutrición (ILN), cohorte 2011, como potencial alumno de la asignatura Física General y Termodinámica.
- El diseño curricular y la planificación de las materias de la carrera.
- La enseñanza de Física en Licenciatura en Nutrición, período 2005-2010 e indicadores de pertinencia del modelo adoptado.

### **II.1. La carrera de Licenciatura en Nutrición, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral.**

La Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral (FBCB-UNL) se encuentra entre las pioneras en la aplicación de pautas que han demostrado ser valiosas y han permitido alcanzar importantes e interesantes logros en la formación de graduados, destacándose especialmente la mayor autonomía y versatilidad en la incorporación y aplicación de los conocimientos (Proyecto de creación de la carrera de Licenciatura en Nutrición (2003), disponible en Anexo 1).

En esta dirección, se considera la permanencia y el fortalecimiento del estudiante como un aspecto central en la política universitaria. Para ello es necesario desarrollar acciones diversificadas y coordinadas que atiendan la heterogeneidad del alumnado que ingresa a la Universidad en los últimos años de la enseñanza media (articulación) y durante todo el primer año de cursado con seguimiento y asistencia de tipo académica, social y económica (Programa de Ingreso a la UNL Res. HCS 178-2003).



La FBCB-UNL no ha estado al margen de esta problemática. Participó y participa de todas las acciones de políticas académicas que, desde el nivel central se vienen implementando.

A fin de dar respuesta a “demandas del medio sociocultural que han sido formuladas desde hace ya unos años” (considerando Resolución “C.S.” N° 167/’97 de la Universidad Nacional del Litoral), las que se tradujeron en la nómina de carreras de grado que se resolvió promover por tratarse de áreas de vacancia y de especial interés, entre las que se encuentra la carrera de grado en nutrición, la FBCB-UNL, consciente de la responsabilidad que asume ante la comunidad a la que se debe, resolvió efectuar un aporte concreto y elevó en el año 2003 el proyecto de Creación de la Carrera de Licenciatura en Nutrición.

En este marco, en el año 2004 se aprobó la creación de la carrera de Licenciatura en Nutrición (LN) por Resolución Ministerial N° 0752/04 ST del Ministerio de Educación de la Nación, ingresando la primera cohorte de alumnos en el año 2005.

El plan de estudios de la carrera de Licenciatura en Nutrición pretende la formación de profesionales idóneos, que no solamente estén preparados para desempeñarse con eficiencia en el campo tradicional de la nutrición, actuando en la programación, desarrollo y control de regímenes de alimentación para individuos y comunidades sanas y enfermas, sino que también trata de lograr que los graduados adquieran sólidos conocimientos a nivel de las ciencias básicas, de la química de los alimentos y de los procesos metabólicos, para poder así incursionar en áreas en las que se cuenta con excelentes posibilidades de crecimiento (Proyecto de creación de la carrera de Licenciatura en Nutrición, 2003).

En el alcance del título se detalla que.....*el graduado puede planificar y desarrollar actividades de prevención de enfermedades y de protección, recuperación y rehabilitación de la salud individual y colectiva a través de la nutrición. Está capacitado para realizar regímenes de alimentación para individuos y comunidades sanos y enfermos bajo prescripción. También puede realizar actividades de divulgación de conocimientos higiénicos y dietéticos relacionados con la alimentación y la nutrición, asesorar en la definición de políticas y en la formulación de planes y programas de nutrición y dirigir Unidades Técnicas de Alimentación y Nutrición en instituciones públicas y privadas. Además puede participar en el desarrollo, conservación, utilización e higiene de alimentos e integrar equipos multidisciplinarios de profesionales relacionados con la promoción, protección y recuperación de la salud humana* (Resolución N° 752/2004 del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología).

Desde su creación y hasta el año 2013, la misma ha sido -dentro de las carreras presenciales de FBCB-UNL- la que presenta mayor número de ingresantes.

Lo anterior confirma que la nutrición con todas sus connotaciones, es un tema que ha cobrado una relevancia sustantiva en los últimos años, requiriendo análisis y reflexión en el ámbito universitario, con el propósito de encontrar estrategias que optimicen el proceso educativo.

## **II.2. El perfil del ingresante a la carrera de Licenciatura en Nutrición (ILN)**

Temas de investigación tales como el perfil del ingresante en carreras universitarias, su permanencia y deserción, están instalados en el centro de la agenda educativa y se constituyen en eje de preocupación de las decisiones político-educacionales (Mazzitelli y Aparicio, 2007).

En la presente investigación, a fin de profundizar en los actores del quehacer educativo, se indagó sobre el perfil del ingresante a Licenciatura en Nutrición (ILN), particularmente de la cohorte 2011.

La información sistematizada de este apartado formó parte de la tesis de Maestría en Docencia Universitaria *La problemática del ingreso y la permanencia, en estudiantes de la carrera de Licenciatura en Nutrición de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral. El caso de la cohorte 2011* (Dezar, 2015).

Se utilizó la información de un instrumento ya existente, la Ficha psicopedagógica del ILN, diseñada desde la Secretaría Académica por el gabinete pedagógico de la FBCB-UNL.

El grupo de estudio estuvo conformado por 149 estudiantes, cohorte 2011 ILN, FBCB-UNL. Los participantes fueron todos los estudiantes que asistieron a la Primera Jornada de Ambientación y Orientación Pedagógico Institucional para ingresantes, y respondieron al instrumento; representaron un 67% (N=224) del total de ingresantes a la carrera de ese año (Dezar, Ortigoza y Odetti, 2015).

Con el propósito de conocer el perfil del ILN, entre las categorías de análisis se tuvieron en cuenta a los fines del presente trabajo de tesis:

- Características Socio-demográficas
- Escolaridad del Ingresante
- Ingreso Universitario

- Nivel Educativo precedente

**Características Socio-demográficas:**

En cuanto a las características socio-demográficas de los ILN se consideraron los siguientes aspectos:

Intrínsecos:

- Género: Respecto del género de los ILN, cohorte 2011 93% de los ingresantes son mujeres y sólo 7% son varones.

- Edad: La edad promedio es de 18 años, 57% de los ILN tiene entre 17 y 18 años, lo que condice con su ingreso al año siguiente de graduarse en la escuela media.

Extrínsecos:

- Lugar de procedencia: la mayoría de los estudiantes de la cohorte 2011 (65%) son de la provincia de Santa Fe (ciudad capital e interior provincial).

- Propensión laboral: La tasa de propensión laboral indica la proporción de ILN que trabajan respecto del total de estudiantes encuestados, el valor de la misma es de 9% y la mayoría de los estudiantes manifiesta no haber trabajado alguna vez.

**Escolaridad del Ingresante:**

En cuanto a la escolaridad de los ILN, fueron consultados sobre las materias que más le gustaron durante la escuela media, y si estas materias coincidían con las existentes en la carrera elegida. Se realizó una pregunta abierta, donde los estudiantes colocaron las asignaturas que ellos consideraban. La cantidad de respuestas sobre las materias que más le gustaron en etapas escolares precedentes se detallan en la tabla siguiente.

Tabla 1. ILN por materias que más le gustaron durante la escuela media. FBCB. UNL. 2011. (Extraído de tesis de maestría en Docencia Universitaria Dezar, G. 2015, FHUC-UNL)

Materias	Cantidad de respuestas
Química	82
Biología	65
Matemática	39
Psicología	29
Relacionadas a las Cs. Sociales (*)	26
Física	25

Economía	21
Salud	21
Relacionadas a Alimentos	16
Microbiología	12
Lengua	11
Inglés	8
Anatomía	4
Relacionadas al Arte	4
Ética	4
Total de respuestas	359

(\*) Se agrupó en esta categoría a las siguientes asignaturas: Historia, Filosofía, Geografía, Cs. Políticas.

Química fue la materia más elegida (23%), Biología 18%, Matemática 11%, Física fue elegida por 7% de los encuestados.

Con respecto a la relación entre las materias elegidas y las asignaturas de LN, la mayoría de los estudiantes (66%) respondió que existía coincidencia entre las materias que más le gustaron en la escuela secundaria con las materias básicas de la carrera universitaria elegida, lo que evidenció el conocimiento del ingresante sobre la carrera de elección.

#### **Ingreso Universitario:**

Los ILN, cohorte 2011, fueron consultados sobre los motivos de elección de la carrera y las expectativas respecto de la misma.

La cantidad de respuestas respecto de los motivos de elección de la carrera también fueron diversas, *por gusto* tuvo la mayor cantidad de respuestas (21%), y *por las materias que conocían del Plan de Estudio* obtuvo el segundo lugar (20%).

La motivación académica está representada por el alto porcentaje de las materias que le gustaron durante el secundario y que tienen relación directa con la carrera elegida de LN.

#### **Respecto de nivel educativo precedente:**

La Ley de Educación Nacional (LEN) 26.206/06 en su capítulo IV, artículo 30, sostiene que la Educación Secundaria (de carácter obligatorio) en todas sus modalidades y orientaciones tiene la finalidad de habilitar a los/las adolescentes y jóvenes para el ejercicio pleno de la ciudadanía, para el trabajo y para la continuación de estudios superiores.

Dussel (2009), en una ponencia sobre los desafíos de las metas 2021 respecto de la escuela media argentina, sostiene que se necesitan mejores políticas, a nivel nacional y a nivel local,

para lograr articular consensos en torno a la mejora de la escuela secundaria y promover una mayor participación de los jóvenes en la educación superior.

En la provincia de Buenos Aires, la Dirección General de Cultura y Educación (2009) menciona que los fines para la educación secundaria, común y obligatoria, implican cambios en la perspectiva curricular de la educación en ciencias en general y de física, en particular. Propone así para la materia Introducción a la Física, de 4to. año de la escuela media, el siguiente mapa curricular.

Tabla 2. Mapa curricular propuesto para Introducción a la Física. Dirección General de Cultura y Educación. Buenos Aires, 2009.

	<b>INTRODUCCION A LA FÍSICA</b>
<b>CONCEPTOS ORGANIZADORES</b>	Conceptualización, Transformación, Conservación y Degradación
<b>EJES Y NUCLEOS DE CONTENIDOS</b>	<b>La energía en el mundo cotidiano</b> Diferentes formas de energía Formas utilizables de la energía
	<b>La energía en el mundo físico</b> Generación natural de energía Energías macroscópicas y su aprovechamiento
	<b>La energía eléctrica</b> Generación y distribución Potencia y rendimiento de usinas
	<b>La energía térmica</b> Intercambios de energía La energía en los seres vivos
	<b>La energía y la termodinámica</b> El primer principio Degradación de la energía y recursos energéticos

La Provincia de Santa Fe, en el Anexo III de la Resolución 2630/14 sobre Diseño curricular para Educación Secundaria Orientada, menciona que el propósito de la enseñanza de Física en la Educación Secundaria Orientada es lograr que los estudiantes observen, analicen e interpreten lo que sucede a su alrededor, tendiendo a la construcción de aprendizajes significativos respecto de los objetos, los fenómenos y los métodos propios de esta ciencia, en su relación con las demás disciplinas de las Ciencias Naturales. Se busca, a través de la enseñanza de Física, promover el desarrollo de capacidades intelectuales (abstracción, análisis, comparación, elaboración de descripciones y explicaciones, entre otras) que favorezcan un desenvolvimiento satisfactorio en la sociedad actual, lo que supone que los ciudadanos se impliquen activa y responsablemente en los cambios que ésta exige. Para su desarrollo se necesita una adecuada articulación disciplinar y didáctica entre Física y los otros

espacios curriculares de Ciencias Naturales (especialmente Biología y Química). La enseñanza de Física también promueve a que los estudiantes se alfabeticen científicamente, a través de una articulación equilibrada entre conceptos, modelos e ideas acerca del mundo físico y la manera de investigarlos, junto con actitudes, valores y habilidades cognitivas (Resolución 2630/2014).

En el año 2016, en el documento sobre Núcleos Interdisciplinarios de Contenidos (NIC), se menciona que la enseñanza de las ciencias en general, y la Física en particular, en nuestro país ha estado históricamente enfocada hacia las exigencias de la educación científica de nivel superior. Según esta concepción los niveles previos del sistema educativo debían simplemente ser un largo entrenamiento para capacitar a los y las estudiantes en el lenguaje de la ciencia normal para acceder finalmente a estudios superiores. Esta visión fuertemente propedéutica del currículo presenta al saber científico en la vida escolar como un conocimiento muchas veces encriptado, accesible para unos pocos estudiantes y se convierte en elitista al hacer que la mayoría de los estudiantes pierdan interés por la ciencia y se alejen definitivamente de las disciplinas científicas (NIC, 2016).

Tratando de promover cambios en esta visión, en la provincia de Santa Fe se propone un abordaje didáctico de la enseñanza desde una perspectiva interdisciplinar. A partir de 2016 Santa Fe propone la enseñanza a través de Núcleos Interdisciplinarios de Contenidos (NIC), enmarcados en los proyectos curriculares institucionales, cuyos temas se fundamenten desde las ciencias naturales y las ciencias sociales. Se trata de realizar propuestas de enseñanza que trabajen con una concepción integrada de los saberes superando visiones fragmentadas y atomizadas.

En este sentido, deben plantearse una serie de finalidades para la enseñanza de las ciencias que vayan más allá de las propedéuticas y que estén de acuerdo con otros criterios como el carácter útil y eminentemente práctico de la enseñanza de ciencias para la vida cotidiana, la democratización de la enseñanza para formar ciudadanos con conocimientos y capacidades para participar responsablemente en la toma de decisiones sobre asuntos públicos relacionados con la ciencia y la tecnología, y el desarrollo de capacidades generales apropiadas para el mundo laboral, como el trabajo en equipo, la creatividad, la comunicación (Acevedo Díaz, 2004).

Tomando como antecedente los diseños curriculares mencionados, se considera que el ILN ha transitado su escuela media desde diferentes concepciones, desde visiones fragmentadas y

atomizadas a una concepción integrada de saberes, capaz de aprehender los objetos en sus contextos y complejidades. Lo anterior resultará de importancia en su vida universitaria, por lo que debe ser tenido en cuenta para análisis posteriores.

### **II.3. Propuesta curricular y planificación de asignaturas de LN**

En uno de sus ensayos sobre la complejidad de los objetivos educativos, Bruner (1997) describe cómo nuestro tiempo está atrapado de contradicciones, que resultan ser antinomias, aportando una buena base para la reflexión, en la medida en que se pueden convertir en "lecciones para los tiempos cambiantes que se avecinan".

En palabras de Ángel Díaz Barriga (2013)

El currículo se convirtió en un campo multidisciplinario donde convergen saberes disciplinarios (química, física, biología, etc.), saberes educativos (didáctica, evaluación, currículo), saberes psicológicos (constructivismos versus versiones conductuales), saberes sociales (de corte sociológico desde la microsociología, la teoría crítica o de corte económico (la teoría del capital humano). (p. 348)

En este marco, las Universidades se encuentran con desafíos importantes al diseñar sus currículos; tal como menciona De Alba, (1994)... "El currículo universitario debe constituirse en una posibilidad para desarrollar una de las más complejas e importantes capacidades humanas: la capacidad de pensar". (p.12)

En este sentido la madurez de la disciplina curricular requiere que tenga la capacidad de construir conceptos propios, a riesgo de verse colonizada por saberes propios de otras disciplinas. Desde esta perspectiva el campo curricular requiere construir conceptos que estén permanentemente articulados a su práctica. Sin embargo, surge la pregunta ¿puede una disciplina permanecer ajena a los saberes y debates de su época?, ¿las disciplinas no requieren de una reconstrucción del pensamiento? La incertidumbre de esta manera forma parte de la sociedad, del sistema y de los proyectos educativos, en el campo del currículo se expresa de dos formas que son contrapuestas: por una parte es objeto de reflexión conceptual, mientras que en el polo opuesto parece no existir. Los planes y programas de estudio se constituyen en espacios de certidumbre en políticas educativas y en las expresiones institucionales. Las reformas curriculares están acompañadas por la certidumbre de quiénes las elaboraron, que tienen una perspectiva utópica de las mismas y por cierta incertidumbre en los docentes, quiénes no tienen claridad del por qué y de los resultados de las nuevas

propuestas. Otra vez, conceptualización y práctica entran en conflicto. (Díaz Barriga, 2013, pp. 350- 354)

Se debe considerar lo complejo de establecer relaciones entre los conocimientos científicos y los procesos cotidianos, ya que requiere de un nivel de comprensión y claridad, tanto del léxico científico como del uso cotidiano del lenguaje, para poder establecer analogías pertinentes y ejemplos claros (Solbes y Torres, 2012).

Según estas consideraciones, se acuerda con Gimeno Sacristán (1991), Gimeno Sacristán y Pérez Gómez, (1985), quienes consideran al currículo como un proyecto global, integrado y flexible que deberá proporcionar directa o indirectamente bases o principios para planificar, evaluar y justificar el proyecto educativo, es una propuesta integrada y coherente que no especifica más que principios generales para orientar la práctica educativa.

Al reflexionar sobre el currículo universitario, ya no se piensa que un plan de estudios es sencillamente una secuencia organizada de asignaturas, sino que la construcción del concepto de programa de formación implica que se trata de un objeto más complejo, que es algo que llevado a la práctica genera diversas experiencias en los estudiantes y que estas experiencias, que son decisivas en el tipo de aprendizaje que los alumnos realizan, están determinadas no sólo por el nombre de las materias, por un conjunto de títulos de temas para cada una de estas materias, estos es, por los programas de cada materia, sino que dependen de manera significativa de las formas en que se enseñan, de las modalidades con que se evalúan los aprendizajes y de los ambientes institucionales donde se llevan a cabo (Camilloni, 2001).

Es así que se tiene en cuenta: - la necesidad de un nuevo enfoque paradigmático, y - la importancia de concebir campos de conformación estructural curricular que permitan articular en una estructura de contenidos los aspectos más importantes gestados en el proceso de determinación curricular. El enfoque paradigmático se entiende como la estructura categorial y pragmática fundante, que sustenta, apoya y organiza una forma de pensar y actuar, en los planos epistemológico, teórico-científico, tecnológico, cultural, político, económico. El campo de conformación estructural curricular comprende un conjunto de contenidos culturales (conocimientos, tecnologías, valores, creencias, hábitos) que se articulan en torno a un determinado tipo de formación o capacitación, que se pretende obtengan los estudiantes.

Los campos de conformación estructural curricular podrían permitir y propiciar la generación de una nueva estructura que, al tiempo que recupere los elementos más valiosos



de la formación universitaria, brinde la formación dinámica y actual que demanda el presente y el futuro cercano. Esta estructura tendría las siguientes características fundamentales: - contener un conglomerado de contenidos relativamente cerrados y estables para una formación básica general, que se obtendría en la primera etapa de la formación universitaria; - contener un conglomerado de contenidos flexibles y dinámicos que se puedan ir transformando de acuerdo con los cambios del mercado de trabajo y por tanto de la práctica profesional, así como de los acelerados avances de la ciencia y la tecnología, y una interrelación entre estas dos etapas formativas en la medida en que la primera posibilita a la segunda (De Alba, 1993).

Desde este marco, en el plan de estudios de la carrera de Licenciatura en Nutrición de la FBCB-UNL se hace referencia a dimensiones generales y particulares desde donde se concibe el diseño curricular.

Las dimensiones generales se encuentran delineadas al hacer mención sobre la dimensión institucional que pretende la formación de profesionales idóneos, que no solamente estén preparados para desempeñarse con eficiencia en el campo tradicional de la nutrición, diseñando planes de alimentación para individuos y comunidades sanas y enfermas, sino que también trata de lograr que los graduados adquieran sólidos conocimientos a nivel de las ciencias básicas para así poder incursionar y ampliar el campo laboral. En cuanto a las dimensiones particulares hace referencia a la población a la que va dirigida el currículo.

En consonancia con estos autores, Obaya y Martínez, (2002) refieren a un currículo flexible como una forma de organización de los estudios universitarios que permite la máxima adecuación de éste a las aptitudes y a los intereses de los estudiantes, mediante una selección de matices de especialización dentro de un contexto general; desde esta perspectiva proponen la organización de asignaturas en los siguientes campos: - Campo de formación general; - Campo básico; - Campo profesional; - Campo complementario.

Para la carrera de Licenciatura en Nutrición de la FBCB-UNL:

- El campo de formación general está dado por las asignaturas electivas, las mismas apuntan a enriquecer la formación integral de los estudiantes. Los alumnos de esta carrera deben elegir y aprobar al menos dos (2) asignaturas pertenecientes a este campo.

- El campo de formación básica está dado por las quince (15) asignaturas pertenecientes al ciclo inicial de la carrera.

- El campo profesional estaría dado por las veintiún (21) asignaturas pertenecientes al ciclo superior de la carrera.

- El campo complementario está dado por las asignaturas optativas, las mismas apuntan a que el estudiante adquiera los conocimientos, habilidades y actitudes que completen y enriquezcan su formación profesional. Son de carácter disciplinar y los alumnos de esta carrera deben elegir y aprobar al menos dos (2) asignaturas pertenecientes a este campo (Dezar, 2015).

Edelstein (2004) menciona que las propuestas de formación necesitan ser pensadas de cara a las nuevas realidades, en atención a contextos muy diversificados y de grandes carencias ante la profundización de la pobreza, la exclusión y la fragmentación social y su profundo impacto en las prácticas educativas. Frente a esta realidad, fortalecer el compromiso con la inclusión social; acompañar para ello la iniciativa y voluntad de los sujetos individuales y colectivos, y hacerlo también desde las propuestas de formación como ámbito privilegiado para estos propósitos. Además la autora refiere que en un profesional se debe afianzar una formación teórica de alto nivel centrada en saberes de referencia así como también un cierto número de esquemas de percepción, de análisis, de decisión, gracias a los cuales éstos movilizan sus saberes conscientemente.

En esta dirección, pensar la enseñanza con la óptica del pensamiento reflexivo y crítico, implica a su vez considerar los intereses propios de los estudiantes.

En consonancia con lo anterior, la FBCB, en el año 2010, con el propósito de analizar posibles modificaciones al Plan de Estudios de la carrera de LN, llevó a cabo reuniones con los docentes responsables de todas las asignaturas, desde primero a quinto. La actividad se denominó “Análisis del recorrido curricular de la Carrera de Licenciatura en Nutrición: Situación actual”. Se orientó a los docentes en la elaboración de propuestas de planificaciones de asignaturas optativas y, en la formulación de las nuevas planificaciones de las asignaturas del ciclo superior (Memoria 2010, FBCB, UNL).

En el marco de la presente investigación se reflexionó sobre:

- ¿Qué conocimientos y formas de experiencia son más valiosos?
- ¿Qué relación existe entre los conocimientos existentes en los currículos formales y los encargados de ponerlos en la práctica?

- ¿Qué tipos de relaciones educativas y sociales son necesarias o deseables para facilitar la experiencia curricular?

- ¿Cuál es la imagen implícita (y explícita) del futuro económico y social de los estudiantes y cómo afecta el currículo en la preparación de los estudiantes para este futuro?

La universidad debe asimismo poder pronunciarse con toda independencia y plena responsabilidad sobre los problemas éticos y sociales -como una especie de poder intelectual que la sociedad necesita para que la ayude a reflexionar, comprender y actuar. La diversidad de la enseñanza secundaria y las posibilidades que brinda la universidad deben dar una respuesta válida a los retos de la masificación suprimiendo la obsesión del “camino real y único”. Gracias a ellas, combinadas con la generalización de la alternancia, se podrá también luchar eficazmente contra el fracaso escolar.

El desarrollo de la educación a lo largo de la vida supone que se estudien nuevas formas de certificación en las que se tengan en cuenta todas las competencias adquiridas (Delors, 1996).

Uno de los rasgos más identificativos de los nuevos títulos universitarios es la formación en competencias por encima de la transmisión de contenidos o saberes especializados.

El término competencia que ya había invadido los niveles preuniversitarios se convierte también en el santo grial de la enseñanza universitaria. Es un concepto que surge como una referencia para tratar de uniformizar las destrezas y actividades que los poseedores de dichos títulos estarían en capacidad de desempeñar. Es una forma de asegurar la homogeneidad de los títulos y, en consecuencia, la posibilidad de su reconocimiento mutuo y la movilidad del estudiantado (Benarroch Benarroch, 2010).

Como se citó en Díaz Barriga Arceo (2005), Díaz Barriga y Lugo (2003, p. 64) mencionan que una propuesta curricular se refiere a un plan, idea o proyecto curricular específico que contiene diversas recomendaciones e indicaciones y se ofrece para un fin, buscando un beneficio concreto. Es sobre todo en el ámbito de la propuesta curricular concreta donde se plasma el carácter situado del modelo educativo o curricular elegido.

Según sostiene Camilloni (2013), en donde tiene que ponerse la mayor atención es en la capacitación que el graduado debe recibir en la etapa de formación inicial -refiriéndose a los estudios de grado- para estar en condiciones de aprender tomando como fuente de conocimientos el desempeño en el curso de su futura labor profesional. Ello supone desarrollar habilidades inteligentes de autorregulación, de autoaprendizaje y de autoevaluación. En consecuencia la autora hace referencia a uno de los principales objetivos

de la formación profesional: adquirir el conocimiento, las habilidades y la voluntad de aprender de la propia experiencia, lo cual implica autorregulación sobre la base de decisiones asumidas libremente en atención a una apropiada y realista autoevaluación acerca de cuándo se sabe y cuándo no se sabe, cuándo es necesario actualizar los conocimientos y de qué manera/s poder hacerlo.

Uno de los fuertes reparos que recibe la formación universitaria actual surge de la falta de relación que existe entre la enseñanza de las disciplinas básicas y el empleo que se hará luego de esos conocimientos. Esta crítica se hace cada vez de manera más señalada, orientándose a lograr que se produzca un cambio de enfoque en la enseñanza de estas disciplinas, procurando que, desde un principio, se apliquen a la resolución de problemas profesionales (Camilloni, 2016).

Surgen así, desde el objeto de estudio de esta investigación, cuestiones tales como:

¿Qué datos hay acerca de la enseñanza de Física en la carrera? ¿condicen con la propuesta curricular de la carrera?

¿Qué aportes proporciona la investigación sobre enseñanza y aprendizaje de Física para afrontar los desafíos propuestos por la educación universitaria?

¿Se requiere de modificaciones en la propuesta de la asignatura que posibiliten la reflexión en relación al aprendizaje a partir de la propia experiencia?

#### **II.4. La enseñanza de Física en Licenciatura en Nutrición, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral, período 2005 a 2010.**

En el primer año de la carrera, dentro de su Ciclo Inicial, correspondiendo al segundo semestre del año, se encuentra la materia Física General y Termodinámica, con un número de alumnos que oscila entre 100 y 140 estudiantes por cuatrimestre de cursado.

La asignatura se implementó durante el período 2005-2010 bajo la modalidad presencial, con clases teóricas expositivas, donde se introducían y resolvían problemas como ejemplos de aplicación de los conceptos teóricos desarrollados por el docente. Bajo esta modalidad no se contempló la realización de trabajos prácticos en laboratorio y tampoco de coloquios en pequeños grupos de estudiantes a fin de resolver problemas de manera individual y grupal. La evaluación se realizó durante el período mencionado en la instancia final de cursado siguiendo el régimen de promoción, a través de un examen bajo el Sistema de Elección Múltiple (Multiple Choice). Durante el mencionado período los estudiantes promocionaban la

asignatura si en dicho examen obtenían una calificación mayor o igual a 6 (Aprobado), que correspondía como mínimo a resolver correctamente el 60% de las preguntas bajo el sistema de elección múltiple. Para acceder a la condición de regular en la asignatura el estudiante debía resolver correctamente en la evaluación final, al menos el 40% de las preguntas del examen mencionado.

El Programa de la Asignatura (correspondiente al Módulo Física General) se transcribe a continuación:

Programa analítico Física General y Termodinámica (Período 2005 a 2010)

---

Primera parte: Física General

TEMAS: FÍSICA

Cinemática (9 hs.):

Movimiento unidimensional: Posición y distancia entre dos puntos. Velocidad media e instantánea. Aceleración media e instantánea. Problemas: ejemplos.

Movimiento bidimensional: Ecs. Cinemática para sistemas con aceleración constante. Trayectoria. Ejemplos.

Dinámica (6 hs.):

Concepto de Fuerza. Leyes de Newton. Aplicaciones de las leyes de Newton. Estrategias para la resolución de problemas: diagramas de cuerpo libre. Sistemas con razonamiento. Aplicaciones de las Leyes de Newton a sistemas con razonamiento.

Trabajo y Energía (9 hs.):

Trabajo mecánico y movimiento. Trabajo de una fuerza constante en movimiento unidireccional. Trabajo de una fuerza variable. Forma general. Teorema de Trabajo-Energía: Energía cinética. Energía potencial. Fuerzas Conservativas y no-conservativas. Conservación de la Energía total. Conservación de la energía mecánica. Potencia. Energía interna.

Flúidos (6 hs.):

Definición de Presión. Teorema fundamental de la hidrostática. Principio de Pascal. Fuerza de Empuje: Principio de Arquímedes. Ejemplos. Dinámica de Flúidos. Ec. de Bernoulli. Sistemas viscosos. Ejemplos. Tensión superficial.

#### II.4.1. Indicadores de pertinencia del modelo de enseñanza adoptado

La noción de *idoneidad didáctica* responde a interrogantes relacionadas a qué criterios seguir en el diseño de secuencias de tareas, cómo desarrollar y evaluar las competencias desarrolladas por los estudiantes y qué cambios hacer para conseguir metas de aprendizaje superiores (Breda et al., 2018).

Al pensar en idoneidad didáctica, debería primar un criterio global de pertinencia del modelo de enseñanza adoptado, cuyo principal indicador empírico sea la adaptación entre los significados personales logrados por los estudiantes y los significados de la asignatura pretendidos/ implementados (Godino, 2014).

Las calificaciones obtenidas, como un indicador que certifica el logro alcanzado, resulta un indicador preciso y accesible para valorar el rendimiento académico, si se asume que las calificaciones reflejan los logros académicos en los diferentes componentes del aprendizaje, que incluyen aspectos personales, académicos y sociales (Rodríguez, Fita, Torrado, 2004).

El rendimiento académico de los estudiantes universitarios constituye un factor imprescindible y fundamental para la valoración de la calidad educativa en la enseñanza superior (Díaz et al., 2002).

A continuación se presentan: - indicadores de rendimiento académico en el período 2005-2010, en el que el cursado de la asignatura se implementó según lo detallado en el apartado precedente; - voces de estudiantes avanzados y - voces de graduados, en el período considerado.

##### II.4.1.1. Sobre alumnos inscriptos y promocionados en Física período 2005-2010

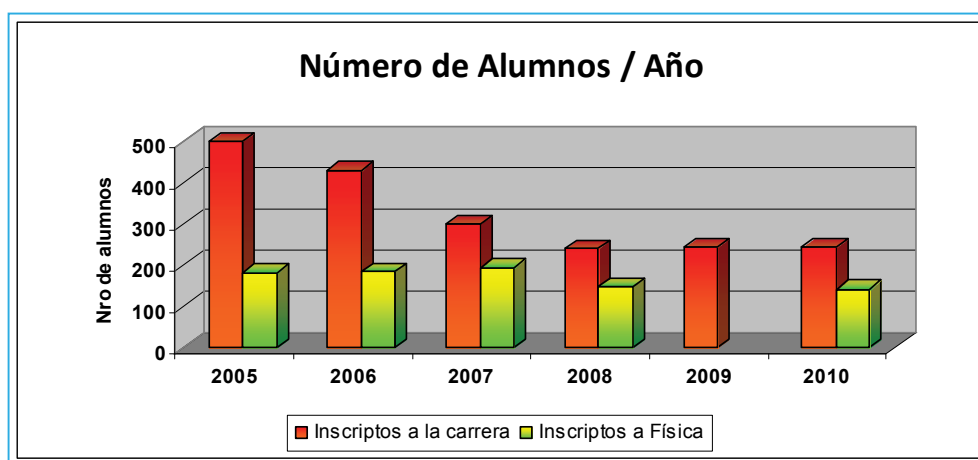


Gráfico 1. Número de alumnos inscriptos a la carrera y a la asignatura período 2005-2010.

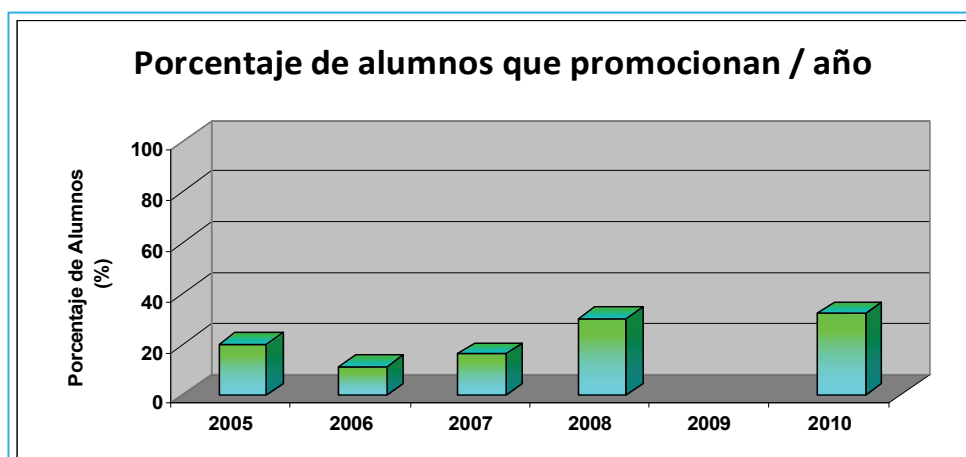


Gráfico 2. Porcentaje de alumnos que promocionaron la asignatura período 2005-2010.

En los años 2005 y 2006, Licenciatura en Nutrición (LN) fue la carrera de la FCB-UNL con mayor número de inscriptos, superando los cuatrocientos, lo que motivó el incremento de requerimientos a nivel de recursos humanos, de espacio físico, equipamiento e insumos, por parte de la Unidad Académica. La carrera de LN siguió siendo la de mayor número de ingresantes hasta el año 2013 inclusive.

El Gráfico 1 muestra que, desde el año 2005, año de inicio de la carrera, al año 2010 inclusive, del total de alumnos que ingresan por año a la carrera, aproximadamente el 50% de alumnos se inscribe a la materia *Física General y Termodinámica*, y el segundo gráfico muestra que un porcentaje nunca mayor al 30% del total de inscriptos es el que promociona la materia. (Del año 2009 no se obtuvieron registros de la asignatura en la memoria de FCB-UNL, por lo que no aparecen datos en los gráficos)

De los gráficos anteriores puede inferirse que los estudiantes de Física General y Termodinámica, del primer año de la Carrera de LN, presentaron dificultades para adquirir, profundizar y aplicar conceptos que se desarrollan en la asignatura, hecho relacionado al bajo porcentaje de estudiantes que promocionaron la asignatura durante el mencionado período.

La idoneidad didáctica es relativa a las circunstancias locales en que tiene lugar el proceso de estudio, es por eso que se consideran relevantes las opiniones de los alumnos en relación a conceptos recuperados en años posteriores al cursado y la importancia asignada a los mismos, como así también las voces de los egresados de la carrera en el período 2010-2013.

#### II.4.1.2. Voces de los estudiantes

Para poder recoger y sistematizar información sobre opiniones de los estudiantes que cursaron la asignatura en el período 2005 a 2010, se diseñó e implementó una encuesta,

disponible en el Anexo 10 del documento de tesis. La información sistematizada de las respuestas a la misma se encuentra en el Anexo 14 del manuscrito.

Se realizaron encuestas a 84 alumnos avanzados de LN (51 estudiantes encuestados en el año 2015 y 33 estudiantes encuestados en el año 2016), acerca de contenidos de física recuperados en asignaturas posteriores y la importancia de los mismos. A continuación se muestran los principales resultados:

#### Acerca de contenidos recuperados:

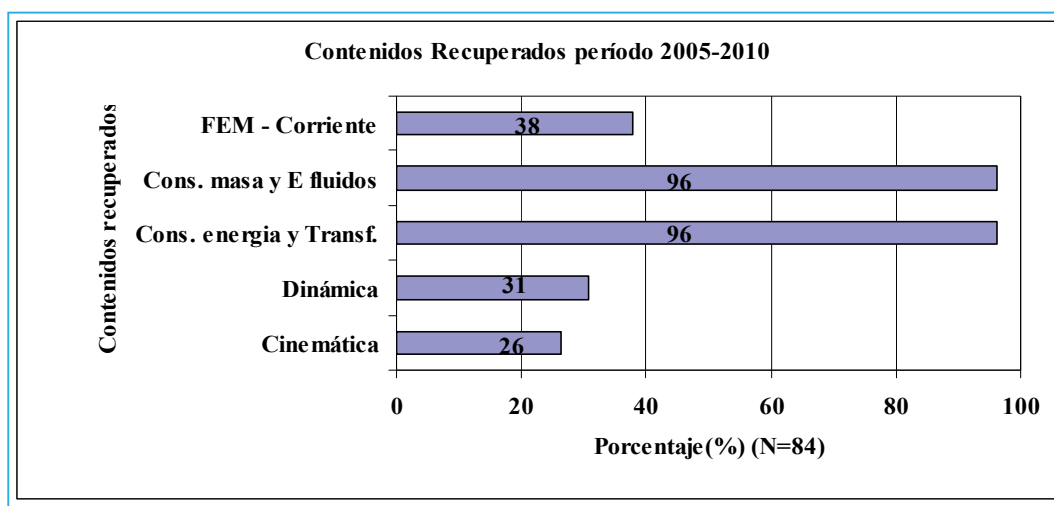


Gráfico 3. Respuestas sobre contenidos recuperados con posterioridad al cursado.

Del análisis del gráfico 3 se desprende:

- los contenidos que en mayor medida se recuperaron en la carrera -de acuerdo a las respuestas de los estudiantes que cursaron Física General y Termodinámica período 2005 a 2010- fueron los relacionados con la conservación de la masa en fluidos y conservación de la energía y sus transformaciones.
- los contenidos menos recuperados en las materias posteriores fueron los relacionados con cinemática.

#### Acerca de importancia de contenidos y fundamentos:



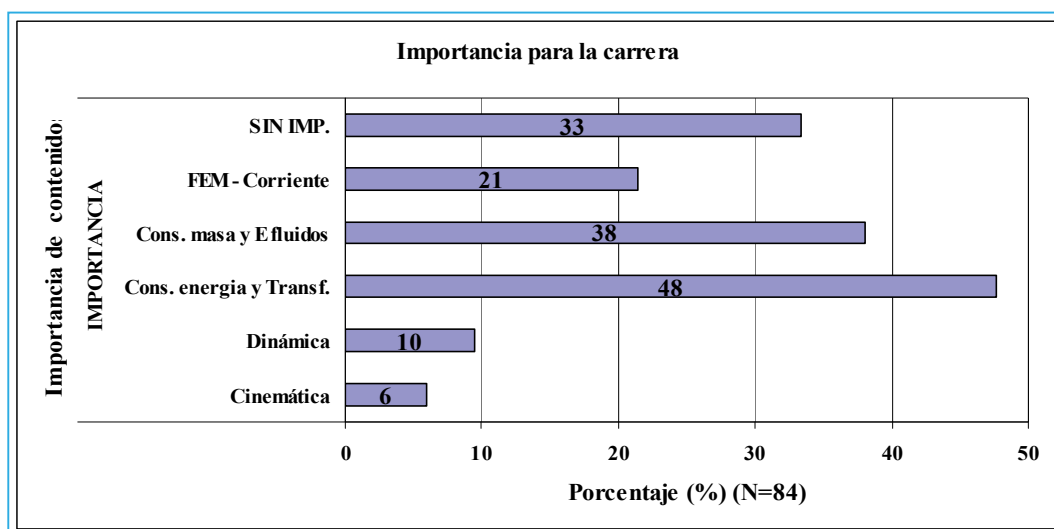


Gráfico 4. Respuestas sobre importancia de los contenidos recuperados.

Según la información del gráfico 4 respecto a las respuestas de los estudiantes:

- el contenido que consideraron de mayor importancia es el de conservación de la Energía y sus transformaciones.
- 33% de los encuestados consideraron que los contenidos de Física no revestían importancia en la carrera.

Al reflexionar sobre las unidades de identificación surgidas de las respuestas a la pregunta - *¿Por qué lo consideraban importantes?*, se mencionan las siguientes frases significativas, que ilustran los fundamentos de considerar los contenidos sin importancia:

**- Relacionados con falta de importancia o relaciones con la carrera (N=28 respuestas):**

Ninguno de ellos se recupera en las materias posteriores (8)

Sin fundamentar (7)

No los considera importantes (6)

No hay relación directa en la carrera (3)

Sin relación con profesión futura (1)

No recuerdan haberlos recuperado (1)

Me gustaría que se vean con un enfoque más amplio apuntando a la aplicación de estos conceptos en materias como fisiología; fisiopatología; para poder encontrar una mayor utilidad (1)

No entiendo porque tuvimos física en nuestra carrera (1)

### **II.4.1.3. Voces de graduados de LN período 2010-2013**

En un trabajo de investigación desarrollado por Paulini y Dezar (2016), cuyos objetivos fueron describir el perfil de los graduados de Licenciatura en Nutrición (GLN) de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB) y describir la evaluación de los graduados sobre la formación de grado recibida, se contó con la participación de 104 profesionales GLN, FBCB-UNL, egresados en el periodo 2010-2013.

A fin de recabar sus opiniones se realizó un cuestionario elaborado *ad hoc* que constó de 13 preguntas, divididas en cuatro categorías: - características de la muestra, - perfil de los graduados, - duración de los estudios, - evaluación de los graduados sobre la formación de grado recibida.

Interesa particularmente hacer referencia al año de ingreso de los graduados y a sus opiniones sobre la utilidad de materias de la carrera.

Respecto del año de ingreso, la mayor parte de los encuestados corresponde a la cohorte de alumnos ingresantes año 2005 (43,3%), luego le sigue la cohorte 2006 (35,6%), cohorte 2007 (18,3%), y por último sólo tres (3%) GLN ingresaron en el año 2008.

Al consultar a los GLN qué materias o contenidos de la carrera de grado consideran que no resultaron de utilidad en el ejercicio profesional, de un total de 102 respuestas, un 27,3 % manifiesta que todas las materias son de utilidad en el ejercicio profesional. El 48,4% responde que las materias que no son de utilidad estarían en el ciclo básico de la carrera, las más señaladas son: Física General y Termodinámica (1er. año) y Fisicoquímica biológica (2.º año).

En base a la información sistematizada, se plantea la siguiente cuestión:

Ante el bajo porcentaje de alumnos que, desde la creación de la carrera de LN hasta el año 2010 inclusive, promocionaron la asignatura Física General y Termodinámica y a la recuperación e importancia que le asignaron a los contenidos desarrollados en la materia, tanto alumnos avanzados como recientes graduados, resulta imprescindible estudiar las posibles causas de esta situación desde la disciplina, el currículo, la Institución y sus protagonistas inmediatos –estudiantes y docentes-, desde lo pedagógico, social e Institucional, para luego generar una propuesta tendiente a fortalecer el proceso educativo.

## CAPÍTULO III:

### Modelo teórico adoptado. Relevancia Educativa

#### III. Introducción

III.1. Marcos conceptuales y referentes teóricos de la investigación

III.2. Teoría de Aprendizaje Significativo de Ausubel

III.3. La Mediación en la Teoría socio-cultural de Vygotsky

III.4. Teoría de la actividad (TA). Primera, segunda y tercera generación. La TA en la enseñanza y el aprendizaje

III.5. Teoría del PCK de Shulman

III.6. Fundamentación teórica del diseño adoptado

III.7. Consideraciones acerca de la Energía y el principio de Conservación de la Energía, en relación a la propuesta de enseñanza

III.8. El principio de conservación de la energía en libros de textos

III.9. A modo de primeras reflexiones y conclusiones



Reptiles. MC Escher (1943)

*..." la investigación nunca es una tarea solitaria. Aún cuando parezca que se trabaja solo, en realidad camina sobre las huellas de otros, beneficiándose de su obra, sus principios y prácticas"*  
Booth, Colomb y Williams, (2001)

### **III. Introducción**

Coincidiendo con Eisner (1998), quien sostiene que la experiencia está mediada por la experiencia anterior e implica conocimiento a partir de la cultura, el lenguaje, las ideas, las prácticas y acontecimientos que nos hacen humanos, se entiende que vivir en un mundo con múltiples paradigmas y diferentes procedimientos, enriquece a quien lo habita.

Es así que las prácticas de enseñanza, sustentadas sobre procesos interactivos múltiples cobran, sin embargo, una forma de propuesta singular a partir de las definiciones y decisiones que el docente concreta en torno a una dimensión central y constitutiva de su trabajo: el problema del conocimiento, cómo se comparte y construye el conocimiento en el aula (Edelstein, 2002).

De acuerdo a lo planteado por Zabalza Beraza (2006), interesa en la educación universitaria más que los contenidos en abstracto, aquellos que permitan formar a los estudiantes en un gran ámbito profesional, promoviendo la inclusión en los distintos escenarios de trabajo profesional.

Teniendo en cuenta esta perspectiva, en el proceso de educar los objetivos que se propongan deben estar relacionados con los estados cognitivos y emocionales de la persona y su construcción mental del entorno de aprendizaje. La selección resultante de estos trata de tomar tanto las necesidades e intenciones individuales de la persona como las demandas del entorno. El estudiante, mediante un proceso de internalización, lleva a cabo una transformación temporal de las estructuras mentales existentes que se elaboran a través de la experiencia. Vygotsky considera que la internalización hace referencia a un proceso de autoconstrucción y reconstrucción psíquica, a una serie de transformaciones progresivas internas, originadas en operaciones o actividades de orden externo, mediadas por signos y herramientas socialmente construidas. En este enfoque se enfatiza la importancia del medio sociocultural y de los instrumentos de mediación para la autoformación y evolución de los procesos psicológicos superiores como son el pensamiento, la capacidad de análisis-síntesis, la argumentación, la reflexión o la abstracción, entre otros.

De acuerdo con Deci et al. (1994) este proceso está intrínsecamente motivado. Emerge de la necesidad básica de autodeterminación en la que los estudiantes sienten el reto de activar un proceso de autorregulación que podría ser efectiva para el aprendizaje. El desarrollo de los conceptos presupone a su vez la evolución de muchas funciones intelectuales: la atención

deliberada, la memoria lógica, la abstracción, la habilidad para comparar y diferenciar (Vygotsky, 1995).

¿Por qué es importante comprender el proceso de internalización descrito anteriormente? Intuitivamente se acepta que los estudiantes que están interesados en una asignatura, aprenden más que los estudiantes que no están tan comprometidos. Según numerosos investigadores, la física es uno de los temas menos populares (Lehrke, Hoffmann y Gardner, 1985; Lehrke, 1988; Dengler, 1995; Rosenthal, 1995).

Para poder fomentar el proceso de internalización, es necesario ampliar el análisis del proceso de enseñanza y aprendizaje, en la búsqueda del diseño de situaciones en las que los estados cognitivos y motivacionales pueden relacionarse entre sí.

El paradigma de la cognición situada representa una de las tendencias actuales más representativas y promisorias de la teoría y la actividad sociocultural (Daniels, 2003). Toma como punto de referencia los escritos de Vygotsky (1986; 1988), de Leontiev (1978) y más recientemente, trabajos de Engeström y Cole (1997), citando sólo algunos de los más conocidos en el ámbito educativo. De acuerdo con Hendricks (2001), la cognición situada asume diferentes formas y nombres, directamente vinculados con conceptos como aprendizaje situado, participación periférica legítima, aprendizaje cognitivo o aprendizaje artesanal (Diaz Barriga, 2003).

Adhiriendo con Imbernón (2007), se sostiene que no hay campo de conocimiento sin investigación, por lo que los procesos de enseñanza y aprendizaje demandan investigación constante, necesitando que la producción de esa investigación sea compartida y analizada por los actores que se ocupan del proceso educativo.

Es así que se realizaron diversas acciones tendientes a avanzar sobre el objeto de estudio.

En este capítulo se presenta:

- El marco conceptual y los referentes teóricos que se toman como eje de la investigación.
- Fundamentos teóricos del modelo propuesto.
- Consideraciones acerca de la Energía y el principio de Conservación de la Energía, en relación a la propuesta de enseñanza.
- Análisis sobre la introducción y tratamiento de contenidos referidos al Principio de Conservación de la Energía en libros de texto de Física de nivel secundario y universitario, considerando categorías analíticas relacionadas con:
  - Contenido del texto y su organización;

- Lenguaje utilizado; - Existencia de interpretaciones espontáneas o no formales de los fenómenos físicos; - Inclusión de la historia de la Ciencia, como referente didáctico y/o como posible hilo conductor.

### **III.1. Marcos conceptuales y referentes teóricos de la investigación**

En el campo de la educación, la investigación es una actividad orientada a identificar problemas y enfrentarlos. Ese enfrentamiento se hace desde marcos conceptuales que ayudan a interpretar la experiencia. Los marcos conceptuales se articulan en conceptos que sirven para percibir, razonar y actuar. Estos conceptos orientan la mirada y los métodos utilizados para investigar (Rodríguez Arocho, 2010).

Se sostiene que la investigación, como actividad social, histórica y culturalmente mediada, es una herramienta para la construcción de nuevos conceptos, los cuales necesitan ser investigados para producir conocimiento. El conocimiento producido tendrá que ser analizado, cuestionado e investigado para enriquecer los marcos conceptuales vigentes o crear nuevos marcos.

La perspectiva sociocultural aporta una mirada de la práctica educativa como construcción social históricamente situada y construida a partir de un proceso de sentidos compartidos. El aprendizaje entonces no está localizado solamente en la mente individual, sino también en la interacción entre personas, como cognición distribuida que emerge de experiencias de participación y comprensión en y de prácticas culturales. El modelo mental situacional conforma una síntesis del conjunto de experiencias de dominio frente a demandas de la tarea, intenciones del sujeto en relación al objeto, conocimientos y creencias previas, intercambio y negociación con otros actores (Carretero y Asensio, 2008), y se construye a través de procesos de internalización y externalización en sistemas de actividad (Cole y Engeström, 2001; Engeström, 2001) que producen giros conceptuales en el análisis y la resolución de problemas.

El conocimiento profesional docente se define como un “complejo proceso a través del cual el docente logra construir y apropiarse de un saber que le permite actuar, responder a los requerimientos de la práctica” (Sanjurjo, 2004, p.128). El mismo incluye: el conocimiento de la materia, el conocimiento pedagógico general, el conocimiento pedagógico del contenido y el conocimiento contextual.

Desde un enfoque constructivista del proceso, se articulan aprendizajes previos y apropiaciones de nuevos esquemas y herramientas y se produce un proceso de revisión,

recontextualización y reorganización crítica de los conocimientos a través de la producción de nuevas estrategias didácticas y entornos de aprendizaje.

Los diversos actores del quehacer educativo dan lugar a “sistemas de actividad colectivos” no reductibles a una suma de acciones individuales, que se componen de múltiples voces, son heterogéneos y tienen una dimensión temporal o histórica. Engeström (2001) plantea que no se puede pensar en un sistema de actividad aislado, sino en dos sistemas de actividad en interacción como unidad mínima de análisis, lo cual permite situar, no sólo las tensiones y contradicciones internas de un sistema de actividad, sino también aquellas que se generan inter-sistemas.

Hacer investigación desde un marco conceptual exige conocimiento de sus supuestos y conceptos, así como de los métodos que son congruentes con éstos. La apropiación del enfoque históricocultural como herramienta de investigación demanda varias actividades entrelazadas. A los trabajos de Vygotski y Leontiev asociados con el enfoque históricocultural, se suman los de autores que han dado continuidad a su obra y elaborado sobre ella. Se mencionan variedad de autores que se han ocupado particularmente de la educación y su relación con el desarrollo humano y la cultura (Baquero, 1996; Daniels, 2001; Fariñas León, 2005; Moll, 1990; Portes, 2005; Roggoff, 2003; Valsiner, 2007; citados en Rodríguez Arocho, 2010).

La posibilidad de investigar y de construir conocimiento para impactar la propia práctica se valoran como condiciones de posibilidad para el empoderamiento. El uso efectivo de la investigación como herramienta de transformación educativa puede representar para el docente una mayor inserción en las complejas dinámicas de producción de conocimiento, donde el docente interactúa con otros actores en contextos institucionales (Rodríguez Arocho, 2010).

Es así que distintas investigaciones respecto a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias permitieron avanzar hacia una concepción en la que el aprendizaje (caracterizado como mediación cultural) y el desarrollo (caracterizado por la apropiación, uso y dominio de las formas de mediación para hacer más efectiva la conducta) se entrelazan en una relación dinámica en el que el primero puede potenciar al segundo que, como resultado de esa potenciación, hará al propio aprendizaje más efectivo y significativo.

La formación de los estudiantes se asocia a una diversidad de entornos que se constituyen a partir de elementos transformadores que se involucran en los actos educativos. Estos



ambientes de aprendizaje son concebidos teniendo en cuenta los referentes que se mencionan a continuación, a fin de promover un entorno de aprendizaje constructivista desde la perspectiva de la Teoría de la Actividad, enfocándose en las actividades y herramientas que mediatizan los procesos formativos.

### **III.2. Teoría de Aprendizaje Significativo de Ausubel**

Los teóricos cognoscitivistas como Bruner (1960), Gagné, (1974, 1975, 1985) y Ausubel (1963), citados por Sánchez (2001), consideran que el aprendizaje es el resultado de esfuerzos para dar sentido al mundo y para esto, el individuo usa todas sus herramientas mentales. La forma en que se piensa acerca de las situaciones, además de las creencias, expectativas y sentimientos personales, influyen en lo que se aprende y en cómo se aprende.

La Teoría del Aprendizaje Significativo aborda todos y cada uno de los elementos, factores, condiciones y tipos que garantizan la adquisición, la asimilación y la retención del contenido abordado, de modo que adquiera significado para el estudiante.

El origen de esta teoría radica en el interés del autor por conocer y explicar las condiciones y propiedades del aprendizaje, que se pueden relacionar con formas eficaces de provocar de manera deliberada cambios cognitivos estables, susceptibles de dotar de significado individual y social (Rodríguez Palmero, 2008).

David Ausubel menciona que: “la característica más importante del aprendizaje significativo es que, produce una interacción entre los conocimientos más relevantes de la estructura cognitiva y las nuevas informaciones” (1976). Esto hace que la información nueva tome forma en las estructuras ya establecidas sobre lo aprendido en el pasado.

Sostiene que el conocimiento que el estudiante posea en su estructura cognitiva relacionadas con el tema de estudio es el factor más importante para que el aprendizaje sea óptimo. Otro factor importante son los preconceptos (conocimiento espontáneo de algo), ya que éstos, al encontrarse arraigados en la estructura cognitiva, pueden determinar el éxito o fracaso en el aprendizaje.

Ausubel define el concepto de Aprendizaje Significativo como un proceso de adquisición de nuevos conocimientos en el cual hay generación del significado como producto de este proceso. Para él, el significado es un ente idiosincrásico, consciente, claro y diferenciado.

El proceso de aprendizaje incluye tres estadios: la adquisición (el procesamiento cognitivo de la información del medio externo), la retención (el almacenamiento de esta información en



la estructura cognitiva del sujeto) y la obliteración (etapa en la cual ocurre un tipo de olvido residual de la información asimilada). Hay dos factores cruciales para la distinción del grado de “significancia” del aprendizaje: el conocimiento previo en la estructura cognitiva del estudiante y la disposición del mismo para relacionar el nuevo conocimiento con el que posee, en una forma no arbitraria y no literal (Pantoja, Moreira, Herscovitz, 2013).

Según Ausubel (1983):

El alumno debe manifestar [...] una disposición para relacionar sustancial y no arbitrariamente el nuevo material con su estructura cognoscitiva, como que el material que aprende es potencialmente significativo para él, es decir, relacionable con su estructura de conocimiento sobre una base no arbitraria. (p. 48)

Para poder promover un aprendizaje significativo, es necesario que el material educativo sea potencialmente significativo, esto requiere de determinadas características: cierta lógica intrínseca, significado en sí mismo; sus contenidos necesitan ser comprensibles desde la estructura cognitiva que posee el sujeto que aprende y se requiere disposición positiva o actitud favorable del sujeto respecto del aprendizaje. Por lo anterior, la organización y secuenciación de contenidos educativos deben tener en cuenta los conocimientos previos del estudiante y también sus expectativas en relación al aprendizaje.

A fin de interpretar la adquisición, retención y organización de significados en la estructura cognitiva, Ausubel propone una teoría de la asimilación.

En el proceso de asimilación, las ideas previas existentes en la estructura cognitiva se modifican adquiriendo nuevos significados. La presencia sucesiva de este hecho produce una elaboración adicional jerárquica de los conceptos y proposiciones, dando lugar a una diferenciación progresiva (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983). Este es un hecho que se presenta durante la asimilación, pues los conceptos están siendo reelaborados y modificados constantemente, es decir, progresivamente diferenciados.

Por otro lado, si durante la asimilación las ideas ya establecidas en la estructura cognitiva son reconocidas y relacionadas en el curso de un nuevo aprendizaje posibilitando una nueva organización y la atribución de un significado nuevo, a este proceso se le denomina reconciliación integradora (Ausubel et al., 1983). La diferenciación progresiva y la reconciliación integradora son procesos estrechamente relacionados que ocurren durante el aprendizaje significativo.

Es importante reiterar que el aprendizaje significativo se caracteriza por la interacción entre conocimientos previos e ideas expresadas simbólicamente, de manera no literal y no arbitraria. ¿Qué se entiende por interacción sustantiva y no arbitraria?

Se habla de interacción no literal aquella que no se realiza al pie de la letra, que resulta sustantiva. Al hablar de interacción no arbitraria se entiende que la interacción no se realiza con cualquier idea previa, sino con algún conocimiento específicamente relevante, ya presente en la estructura cognitiva del estudiante.

A ese conocimiento específicamente relevante para el nuevo aprendizaje, David Ausubel lo llama *subsunsor o idea-ancla*. Al tratarse de un proceso interactivo, cuando este conocimiento ya existente en la estructura cognitiva del sujeto sirve de idea-ancla para un nuevo conocimiento, él mismo se modifica adquiriendo nuevos significados. Así, los nuevos conocimientos adquieren significado para el sujeto y los conocimientos previos adquieren nuevos significados o mayor estabilidad cognitiva.

En relación a lo anterior, al pensar en la disciplina Física, para un alumno que ya conoce la Ley de la Conservación de la Energía aplicada a la energía mecánica, resolver problemas donde hay transformación de energía potencial en cinética y viceversa apenas corrobora el conocimiento previo, dándole más estabilidad cognitiva y tal vez mayor claridad. Pero si se le presenta la Primera Ley de la Termodinámica, como la Ley de la Conservación de la Energía aplicada a fenómenos térmicos, el alumno le dará significado a esa nueva ley en la medida en que “accione” el subsunsor Conservación de la Energía, y éste se quedará más rico, más elaborado, tendrá nuevos significados, pues la Conservación de la Energía se aplicará no sólo al campo conceptual de la Mecánica, sino también al de la Termodinámica. A través de nuevos aprendizajes significativos, resultantes de nuevas interacciones entre nuevos conocimientos y el subsunsor Conservación de la Energía, éste se irá quedando cada vez más estable, más claro, más diferenciado y el aprendiz le dará el significado de una ley general de la Física, o sea, que la energía se conserva siempre. Análogamente, la conservación de otras magnitudes físicas, como la masa de fluidos, la carga y la cantidad de movimiento lineal, adquirirán significados por interacción con el subsunsor constituido por las leyes de conservación ya significativas. Es decir, el subsunsor que inicialmente era sólo conservación de la energía, ahora es también conservación de la masa de fluidos, de la carga eléctrica, y de otras magnitudes físicas, permitiendo incluso dar significado a la no conservación de algunas, como es el caso de la entropía. Progresivamente, el subsunsor se va quedando más estable, más diferenciado, más rico en significados, pudiendo facilitar cada vez más nuevos

aprendizajes. En el caso de las conservaciones de magnitudes físicas, el aprendiz puede llegar a un “nuevo subsunor” - Leyes de Conservación - que pasa a subordinar todas las conservaciones anteriores. O sea, que se aplica a varias magnitudes físicas y a otras no. Esta forma de aprendizaje significativo, en la cual una nueva idea, un nuevo concepto, una nueva proposición, más amplia, pasa a subordinar conocimientos previos se llama aprendizaje significativo superordenado (Moreira, 2012).

La diferenciación progresiva y la reconciliación integradora pueden implementarse en la labor educativa. La primera puede provocarse presentando al inicio del proceso educativo, las ideas más generales e inclusivas que serán enseñadas, para diferenciarlas paulatinamente en términos de detalle y especificidad. Al proponer esto, Ausubel se basa en la hipótesis de que es más fácil captar aspectos diferenciados de un todo inclusivo previamente aprendido, que llegar al todo a partir de sus componentes diferenciados ya que la organización de los contenidos de una cierta disciplina en la mente de un individuo es una estructura jerárquica.

Por ello, la forma de implemetar la programación de los contenidos no sólo debe proporcionar una diferenciación progresiva sino también debe explorar explícitamente las relaciones entre conceptos y proposiciones, para resaltar las diferencias y similitudes importantes, para luego dar lugar a la reconciliación integradora.

Pozo (1989) considera la Teoría del Aprendizaje Significativo como una teoría cognitiva de reestructuración; para el autor se trata de una teoría constructivista, ya que es el propio individuo el que genera y construye su aprendizaje.

### **III.3. La Mediación en la Teoría socio-cultural de Vygotsky**

Vygotsky, al abordar la explicación del desarrollo humano a través de la relación entre el individuo y su interacción social, aporta elementos que ayudan a entender tal fenómeno; una de estas aportaciones es la de “mediación”. A partir de ella, considera que las funciones psíquicas superiores, como el pensamiento, la atención voluntaria, la memoria lógica, y la acción humana general están mediadas por herramientas y por signos (Vygotsky, 1979, citado por Ramírez Plasencia y Chávez Aceves, 2012).

Vygotsky se empeñó en crear una nueva teoría que abarcara una concepción del desarrollo cultural del ser humano por medio del uso de instrumentos, especialmente el lenguaje, considerado como instrumento del pensamiento (Lucci, 2007).

Publicado en el año 1978, *Pensamiento y Lenguaje* de Lev Vygotsky, (la primera edición de *Pensamiento y Habla* (que es su traducción directa del ruso) se publicó en 1934),

conceptualizó nuevas unidades de análisis psicológico que dieron al contexto un papel central en la constitución y explicación del comportamiento humano. Desde entonces, es creciente el desarrollo teórico de unidades de análisis compuestas por la trama inseparable del sujeto y su medio sociocultural.

Fariñas León examina y destaca el sentido del concepto histórico-cultural como atributo central de la obra vygotskiana y, en consecuencia, apunta a la necesidad de entender su idiosincrasia y sus fundamentos filosóficos para una valoración ponderada de la misma, tomando como eje central en su trabajo los temas de la complejidad y de la dialéctica en los procesos de desarrollo humano (Rodríguez Arocho, 2009).

La aportación de las ideas de Vygostky ha sido fundamental en la elaboración de un pensamiento constructivista en el ámbito educativo. El autor concibe al sujeto como un ser eminentemente social, y al conocimiento mismo como un producto social (Carretero, 1997). Considera que los alumnos construyen el conocimiento individualmente, pero al mismo tiempo junto con otros. La ayuda de los otros, cumple una función socializadora. Este proceso de socialización personal permitirá formar personas, similares a los demás pero, al mismo tiempo, diferentes.

Por su parte, Feuerstein plantea que los sujetos pueden alcanzar un desarrollo óptimo gracias a la mediación, esto es, una “experiencia de aprendizaje mediado” (Feuerstein, 1999) que consiste en exponer al sujeto a una mayor cantidad de experiencias de aprendizaje a través del mediador –docente o asesor, según el modelo de aprendizaje– con el fin de aumentar su potencial cognitivo para seguir aprendiendo de manera independiente en su interacción con el ambiente (Ruiz, 2002).

Es así que, las habilidades de pensamiento del sujeto se incrementan por la influencia del mediador y del medio ambiente en la medida en que son aplicables a sus circunstancias y le son significativas. Así, la visión de Feuerstein resulta una propuesta más enfocada a resaltar la función de la mediación en el aprendizaje. Feuerstein destaca la intencionalidad del sujeto mediador para lograr el desarrollo deseado por él. Reconoce tres características básicas en la mediación: - la intencionalidad; el mediador actúa con el propósito deliberado de ayudar al sujeto [...] en la superación del conflicto cognitivo en su relación con el entorno de aprendizaje, lo cual le lleva a crear las condiciones que sean necesarias para que el sujeto logre su objetivo; - la reciprocidad; el sujeto aprendiz, al comprender la intención del mediador reacciona involucrándose en el proceso y mostrando evidencia de su progreso; y -

la trascendencia; a pesar de que la mediación está dirigida a satisfacer una necesidad inmediata del sujeto, su efecto trasciende el aquí y el ahora (Ruiz, 2002).

La teoría también señala que el conocimiento es distribuido entre la gente y el medio ambiente, que incluye objetos, herramientas, libros y las comunidades donde vive la gente. Esto refleja, en especial, que el funcionamiento cognitivo tiene orígenes sociales. Una de las ideas fundamentales del autor en su concepto de zona de desarrollo próximo se refiere al máximo alcance cognitivo que tiene el individuo, y que lo adquiere con la mediación de otras personas, objetos e instrumentos.

Para Vygostky (1995), diversos sujetos ante una misma situación van a construir conocimientos diferentes. Es así, como a través de interacciones constructivistas con objetos de su medio, pero sobre todo con otras personas, el individuo se va desarrollando como un ser autónomo, moral e intelectualmente. Este proceso de interacción de los seres humanos con su entorno va a estar mediatizado, desde que nace por la cultura, y esta mediación va a permitir el desarrollo de los procesos psicológicos superiores que caracteriza la especie: pensamiento, memoria, lenguaje, anticipación del futuro, entre otros.

La Teoría de Vygotski se basa en la internalización de los aspectos que pasan a incorporarse, reestructurándolos, al plano interno de la mente. Esa internalización es indirecta, necesita de un intermediario cuyo punto de partida es el medio social. La noción del agente intermediario que desempeña un papel fundamental en los procesos del pensamiento, se funda en la tarea que realiza el hombre cuando actúa con elementos materiales, utilizando herramientas con el fin de transformarlos. Los mediadores son instrumentos que transforman la realidad. Vygotski (1978) distingue dos clases de instrumentos en función del tipo de actividad que posibilitan. El tipo más simple de instrumento sería la herramienta que actúa materialmente sobre el estímulo, modificándolo. La cultura proporciona al individuo las herramientas necesarias para modificar su entorno, adaptándose activamente a él. Además de proporcionar herramientas, la cultura está constituida por un sistema de signos que median en nuestras acciones, que están en la base del lenguaje y otros sistemas simbólicos propios de la comunicación entre los hombres. Pero a diferencia de la herramienta material, el signo no modifica el medio cultural, sino que cambia al sujeto, es decir, a la persona que lo utiliza como mediador y actúa sobre la interacción de esa persona con su entorno. El vector del desarrollo y del aprendizaje iría desde el exterior del sujeto al interior, sería un proceso de internalización o transformación de las acciones externas, sociales, en acciones internas, psicológicas.



Por otra parte, en la interacción social, que supone fundamentalmente un intercambio de significados, el lenguaje es para Vygotsky el sistema de signos más importante. Así, el lenguaje es el instrumento que une el mundo interno del sujeto con su entorno. A través del uso del lenguaje los sujetos se comunican entre sí, reconstruyen representaciones cada vez más diferenciadas de la tarea o, de la situación experimental abordada, promoviendo la transformación y evolución de las representaciones o modelos mentales que manejan.

Cuando se crean las condiciones apropiadas es posible el uso del lenguaje en todo su valor instrumental, ya sea si se usa el lenguaje propio para influir en los demás, si se emplea el lenguaje de los otros para influir en uno mismo, si se recupera el lenguaje creado colectivamente para influir en el proceso de solución de la actividad que se aborda, o si es utilizado el lenguaje propio, organizado sobre el desarrollo de la tarea para influir en uno mismo.

### **Conocimiento científico y lenguaje**

El discurso científico posee una gran capacidad organizadora respecto a los procesos cognitivos ya que proporciona un instrumento para comprender e interpretar la realidad. Su utilización va unida al desarrollo de una serie de capacidades cognitivo-lingüísticas como son la descripción, la definición, la justificación, la argumentación y la demostración, que favorecen diferentes capacidades de razonamiento.

Así, los conceptos científicos pueden ser cuestionados, sometidos a prueba y transformados en el curso de una investigación. Por ello, Vygotsky (1934/1993) plantea que “la toma de conciencia viene por la puerta de los conceptos científicos” (p. 214). Hay que conocer, analizar e interrogar los conceptos científicos porque, como producciones humanas que son, están sujetos a revisión y cambio.

Las habilidades cognitivas implican un conjunto de operaciones mentales, cuyo objetivo es que el estudiante integre la información adquirida, a través de los sentidos o en la comunicación con los otros, en una estructura de conocimiento que tenga sentido para él. Este concepto hace énfasis en que el sujeto no sólo se apropia de contenidos sino que también aprende el proceso que utilizó para apropiarse de estos, es decir, aprende no solamente lo que aprendió sino cómo lo aprendió (Chadwick y Rivera, 1991).

En esta dirección se debe promover en los estudiantes que verbalicen la representación mental construida, usando la terminología científica que corresponda al tema tratado. Para poder hacerlo tienen que otorgar significado a los símbolos utilizados. Esto indica la

importancia del lenguaje en el proceso de enseñanza y de aprendizaje de las Ciencias, ya que funciona como una herramienta para construir las ideas científicas (Izquierdo y Sanmartí, 2000).

El surgimiento de los enfoques socio histórico culturales derivados de la matriz vigotskiana, han hilvanado nuevas líneas de investigación y puesto en práctica unidades de análisis y categorías que han enriquecido el análisis y la intervención en el campo psicológico y educativo. Unidades de análisis como: actividad, significado, contexto, acción mediada, evento, práctica cultural, han posibilitado una explicación cultural y situada del desarrollo y el aprendizaje humano atendiendo a la complejidad sistémica de diferentes niveles de análisis.

#### **III.4. Teoría de la actividad (TA). Primera, segunda y tercera generación. La TA en la enseñanza y el aprendizaje.**

En esencia, la actividad [...] presupone no sólo las acciones de un solo individuo tomado aisladamente, sino también sus acciones en las condiciones de la actividad de otras personas, es decir, presupone cierta actividad conjunta (Leóntiev, citado en Davidov, 1988, p. 253).

Para Leontiev “En la actividad el objeto es transformado...al mismo tiempo la actividad es convertida en resultado objetivo o producto... la actividad emerge como un proceso de transformaciones recíprocas entre el polo del sujeto y el objeto”. Se trataría, según Cole, de analizar las relaciones entre el sistema de las relaciones sociales y el de actividad cognitiva interna.

Según Leóntiev, una actividad se compone de una necesidad, un motivo, una finalidad y condiciones para obtener la finalidad. Entre sus componentes se ejercerían transformaciones mutuas. Caracterizar estos componentes y transformaciones sirve para examinar clases concretas de actividades, por lo que se puede utilizar como categoría de análisis para la actividad de enseñanza y aprendizaje, entendida como un sistema de actividad, un sistema de relaciones entre individuos históricamente condicionados y sus entornos más próximos, organizados culturalmente (De Vargas, 2006).

Esta teoría fue desarrollada por Leontiev (1978) en base al concepto de herramienta de mediación (Vygotsky, 1995), la noción de actividad y la mediación de los aspectos sociales y culturales en la actividad humana. La principal suposición de esta perspectiva teórica es la unidad entre conciencia y actividad. Las actividades son las interacciones humanas con el



mundo objetivo, siendo éstas una parte de dichas interacciones. Más que aprender antes de actuar, como prescriben las teorías tradicionales, la TA considera a priori que la mente humana emerge y existe como un componente especial de interacciones con el entorno, de manera que la actividad –sensorial, mental o física- es precursora del aprendizaje.

La teoría del carácter activo del estudio incluye no sólo el análisis operacional de las acciones que forman el proceso de enseñanza, sino también el aspecto motivacional-objetivo de la actividad humana. Es precisamente aquí donde se manifiesta el sentido personal del estudio en un hombre, los mecanismos de la formación de los nuevos intereses cognoscitivos y muchas otras cosas importantes para la comprensión de la actividad humana (Talízina, 1988).

La TA evidencia un amplio potencial de análisis debido a que integra las acciones inmersas en los ambientes de aprendizaje del estudiantado. Con el dominio de los correspondientes tipos de actividad cognoscitiva, se promueve la producción independiente de tipos particulares de conocimientos, orientándose fácilmente en ellos.

La actividad como una de estas unidades de análisis psicológico ha sido reformulada por Engeström, (Engeström, 1997; 1999; 2001; 2005) el cual considera que la TA histórico-cultural ha evolucionado a través de tres generaciones de investigación.

La primera generación se basa en la idea vygotskyana de mediación cultural, concibiéndose a toda acción humana mediada por instrumentos y orientada hacia determinados objetos. La idea fue cristalizada por Vygotsky en el modelo triangular de “un acto complejo y mediado” que es expresado comúnmente como la tríada de sujeto, objeto y artefacto mediador. Según Engeström (2001), la primera generación permite superar el dualismo cartesiano individuo-sociedad. El individuo no podría en lo sucesivo ser entendido sin sus medios culturales; y la sociedad no podría en lo sucesivo ser entendida sin la agencia de individuos que usan y producen artefactos.

La segunda generación supera esta limitación donde la unidad de análisis queda circunscrita a las acciones individuales, a partir de los desarrollos de Leontiev acerca de la actividad colectiva. El trabajo de Leontiev sobre la actividad supuso una elaboración de las nociones de objeto y objetivo y del carácter central del objeto para un análisis de la motivación. Estableció que la transformación del objeto/objetivo es lo que conduce a la integración de los elementos del sistema de actividad. Según este enfoque, retomado por Engeström (2001), la actividad es una formación colectiva y sistémica con una compleja estructura mediadora. Un



Engeström aborda el aprendizaje como un efecto de interacciones entre sujeto/contenido/contexto y su necesaria interdependencia. Analizar aquí el objeto a aprender implica comprender el sentido de la actividad tal como se concreta.

La idea de comunidad, como sistema de interacciones, se define en referencia del proceso abordado. La interacción alumno-docente, el grupo de clase, y la interacción entre pares, contemplan la inclusión en sistemas de retroalimentación y regulación social más generales, como a nivel institucional o comunitario.

Engeström plantea romper el encapsulamiento del aprendizaje escolar en las situaciones tradicionales de enseñanza. Denomina a su propuesta aprendizaje por expansión. Propone quebrar, expandir el objeto de aprendizaje para incluir las interrelaciones entre los textos tradicionales, el contexto de descubrimiento y el contexto de aplicación práctica, transformando así la actividad del aprendizaje misma desde dentro. Esta transformación es llevada a cabo a través de contenidos curriculares particulares (Engeström, 1991 en Baquero y Limon Luque, 2001).

Desde la perspectiva socio histórica se considera la actividad como mediada por artefactos culturales, constituyendo un sistema de actividad mediado que entiende la cognición humana distribuida entre los componentes del sistema (Cole, 1993, 1996). El sujeto se integra en un sistema de actividad junto al objeto, a los otros participantes (pares y docente), a los instrumentos mediadores, las reglas y la distribución del trabajo y roles en un todo unificado e incorpora tanto el aspecto productivo orientado al objeto como el aspecto comunicativo orientado a la persona (Engeström, 1987).

La tercera generación de la teoría de la actividad promueve el desarrollo de herramientas conceptuales para entender el diálogo, la múltiple perspectiva de diferentes voces y las redes de sistemas de actividad interactuantes.

El autor sostiene que

"La actividad se realiza mediante una constante negociación, orquestación y lucha entre las distintas metas y perspectivas de los participantes. El objeto y el motivo de una actividad colectiva son como un mosaico en constante evolución, una pauta que nunca se establece por completo"; "... la construcción de objetos mediada por artefactos (...) es un proceso dialogal y en colaboración donde distintas perspectivas (...) y voces (...) se encuentran, chocan y se fusionan. Estas distintas perspectivas están arraigadas en distintas comunidades y prácticas que siguen coexistiendo dentro

del mismo sistema de actividad colectiva". "El objeto de la actividad es un blanco en movimiento que no es reducible a objetivos conscientes a corto plazo" (Engeström, 1999, citado en Daniels, 2001).

Para Engeström, la TA es la base teórica para el análisis del aprendizaje innovador porque:

- es contextual y está orientada hacia la comprensión de prácticas locales históricamente específicas, sus objetos, sus artefactos mediadores y su organización social;
- está basada en una teoría dialéctica del conocimiento y del pensamiento centrada en el potencial creativo de la cognición humana;
- es una teoría del desarrollo que intenta explicar los cambios cualitativos que se dan con el tiempo en las prácticas humanas e influir en ellos. (Engeström, 1999)

Cole y Engeström (2001) postulan un "ciclo expansivo" que representa una relación cíclica entre la interiorización y la exteriorización en una actividad que se encuentra en constante cambio. Su pensamiento refleja una teoría cultural de la mente donde la cognición se redistribuye entre formas de actividad conjunta próximas y a distancia, y el pensamiento se da tanto entre individuos como dentro de ellos. Engeström considera que la interiorización está relacionada con la reproducción de la cultura y la exteriorización con la producción de nuevos artefactos culturales. El "ciclo expansivo" comienza con un cuestionamiento por parte de individuos o grupos de la práctica consagrada, que se expande gradualmente hasta formar un movimiento colectivo o una nueva institución.

El conflicto y el cuestionamiento, incluso la insatisfacción, son fundamentales para su noción del desarrollo, porque de ellos surge la transformación de la práctica.

El trabajo de Engeström (2001) supone una investigación basada en la intervención evolutiva. La investigación tiene una relación dialéctica dialogal con la actividad y se centra en las contradicciones como factores causantes de movimientos y en las perturbaciones como indicadores del potencial. En su enfoque, las intervenciones permiten la construcción de nuevas "instrumentalidades", y la producción mediante la exteriorización, de nuevos instrumentos y formas de actividad en los niveles colectivo e individual.

Engeström (2001) resume la "tercera generación de la teoría de la actividad" en cinco principios a considerar para estudiar a los sistemas de actividad en su dinámica interna y su interrelación:

- El *primer principio* considera que la unidad mínima de análisis psicológico es un sistema de actividad en relación con otro/s sistema/s de actividad. Las acciones individuales y grupales son relativamente independientes, pero están subordinadas y entrelazadas y sólo pueden llegar a comprenderse cuando se interpretan en relación con sistemas de actividad íntegros vinculados a otros sistemas de actividad que se relacionan entre sí. Un sistema de actividad colectivo, mediado por artefactos y orientado a objetos, es considerado en el contexto de sus relaciones de red con otros sistemas de actividad.

- El *segundo principio* entiende que la división del trabajo en una actividad crea distintas posiciones para los participantes, e implica agentes con múltiples puntos de vista, intereses y tradiciones. Esta multiplicidad de voces o multivocalidad de los sistemas de actividad permite vislumbrar fuentes de problemas y prácticas de negociación.

La multivocalidad se multiplica en redes de sistemas de actividad en interacción.

- El *tercer principio* rescata el carácter histórico de los sistemas de actividad, entendiendo que los mismos se conforman y transforman durante largos períodos de tiempo y que la historia se debe estudiar como historia local de la actividad y de sus objetos y como la historia de los instrumentos conceptuales y materiales que han dado forma a la actividad.

- El *cuarto principio* destaca las contradicciones históricas que acumulan los sistemas de actividad, como fuentes de cambio y desarrollo, entendidos como sistemas abiertos que al introducir nuevas tecnologías u objetos provocan contradicciones que abren la posibilidad de acciones innovadoras de cambio.

- El *quinto principio* establece la posibilidad de transformaciones expansivas en los sistemas de actividad, generadas a partir de esfuerzos colectivos y deliberados por superar las contradicciones acumuladas. En algunos casos, ello desemboca en un objetivo colectivo nuevo y en un esfuerzo en colaboración para producir un cambio; objeto y motivo de la actividad se replantean para adoptar un horizonte de posibilidades más amplio que en el modo anterior de la actividad. Un ciclo completo de transformación expansiva se puede concebir como un viaje colectivo por la zona de desarrollo próximo de la actividad. (Engeström, 1999, citado por Daniels, p. 137).

Diversos autores (Daniels, 2001, 2004, 2005; Engeström, 1999, 2001, 2005; Edwards, 2004) señalan la necesidad de construir nuevas herramientas conceptuales para abordar los procesos de aprendizaje en educación superior y los conflictos que se suceden en dichos procesos, a fin de superar tanto modelos clásicos individualistas del aprendizaje como

aquellos modelos contextualistas poco sensibles al carácter conflictivo de las dinámicas del aprendizaje, como muchos de los encuadres de aprendizaje experto-novato.

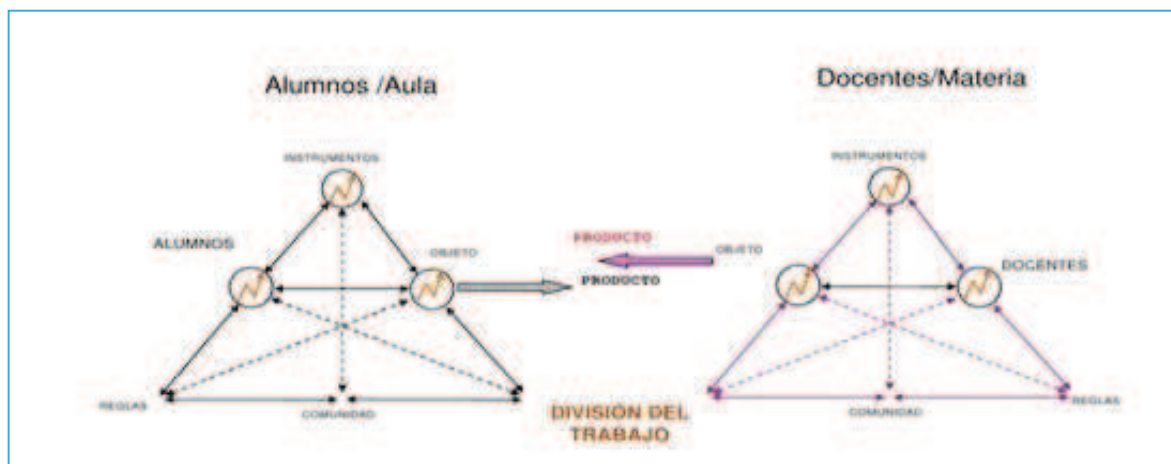


Figura 3. Sistemas de actividad en interrelación (Engeström, 2001).

El aprendizaje involucra reformulación de los problemas y la creación de nuevas herramientas para implicarse con estos problemas. Lo anterior da la posibilidad de transformar el sistema de actividad y transformar y expandir, potencialmente, los objetos de la actividad.

Las contradicciones son otro elemento fundamental en la Teoría de la Actividad, y se manifiestan a través de tensiones estructurales acumuladas históricamente. Pueden estar dadas, por ejemplo, por la introducción de una nueva tecnología en un sistema determinado, y no solo producen perturbaciones y conflictos sino también conducen al surgimiento de soluciones innovadoras para resolverlas y cambiar la actividad (Engeström, 2001).

Los niveles del aprendizaje representan procesos generales de formación de sistemas funcionales particulares. Como procesos o mecanismos generales, no tienen un orden fijo de progresión ni una meta final fija. Están continuamente presentes como recursos para la formación de innovaciones específicas y transformaciones en organizaciones particulares. Es característico de los niveles de aprendizaje que aparezcan en diferentes combinaciones y en continuos interjuegos. El conjunto de recursos es muy general, puede ser usado en una enorme variedad de tareas específicas; pero siempre se usa en un particular contexto y situación. Hay una jerarquía en el conjunto, pero no hay una necesidad inherente de que los recursos tengan que ser usados en un orden específico.

### **III.5. Teoría de PCK de Shulman**

Shulman (1986) introdujo el concepto de Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK) ó Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), traducción más utilizada en la literatura en castellano. Shulman (1987) describe el PCK como “la especial amalgama de contenidos de la disciplina y didáctica que es exclusiva de los profesores, su propia y particular forma de conocimiento profesional”. (p. 8)

Para este autor, el PCK recoge lo que los profesores piensan acerca de cómo el contenido se debe enseñar, e incluye las formas de representación y la formulación de la materia que la hacen comprensible a los estudiantes.

Como puede inferirse, el PCK es el tipo de conocimiento que distingue a un profesor de un científico y en su núcleo está la manera en que transforma los contenidos científicos para enseñarlos. Desde su introducción, el PCK se ha convertido en una herramienta conceptual muy útil y utilizada en la enseñanza de las ciencias (Verdugo-Perona, Solaz-Portolés, y Sanjosé-López, 2017).

La mayoría de las investigaciones sobre el desarrollo del PCK coinciden en la necesidad de propiciar espacios, cursos o talleres, con diseños curriculares fundamentados en el PCK, porque es desde allí donde el profesor de forma articulada y coherente puede establecer relaciones y distinciones entre lo que conoce, diseña y hace, fundamental en el conocimiento profesional del profesor.

Pero muchos coinciden en la necesidad de propiciar espacios con diseños curriculares fundamentados en el PCK, porque esta es una forma de sustentar una imagen interdisciplinar de la formación del profesorado.

Como consecuencia de las investigaciones que llevó a cabo, Grossman (1990) concluyó que los componentes del PCK también implican conocimiento del currículo y del contexto de aprendizaje, además de conocimiento sobre los estudiantes y las estrategias didácticas. El conocimiento a fondo del tema será infructuoso si los puntos de vista de los estudiantes sobre sus contenidos no se tienen en cuenta. Así mismo, la relación entre el conocimiento significativo y la selección de estrategias de enseñanza debe considerar las diferencias entre las diversas materias que pueden ser objeto de enseñanza y aprendizaje.

De otra forma, cada disciplina tiene una dimensión didáctica que no está separada de su contenido, por lo que resulta imprescindible cambiar la atención desde los enfoques más



genéricos hacia otros más específicos de la asignatura, lo que supone reivindicar la importancia de las didácticas específicas.

El uso de actividades significativas de aprendizaje, que incluyan demostraciones, analogías, metáforas, para ampliar la comprensión del contenido del tema, depende de las propias características del contenido, del dominio que el docente tenga del mismo y del conocimiento previo del tema que tengan los estudiantes, entre otras cosas. Estas actividades pueden ayudar a los estudiantes a relacionar sus ideas previas con la nueva información recibida y, de esta forma, desarrollar nuevas ideas más adecuadas. Así mismo, estos saberes también permiten al docente tener mayor fluidez en su discurso y la identificación de aplicaciones del tema que conecten con la vida cotidiana de sus estudiantes (Gess-Newsome, 2001).

El principal valor del PCK está en la posibilidad que tiene un profesor de integrar todos estos componentes, puesto que el PCK debe entenderse de manera holística.

Así mismo, Shulman (1987) señaló que el proceso docente propiamente dicho se inicia cuando el profesor empieza con una planificación reflexiva de su actividad docente, desde las finalidades educativas, la estructura conceptual y las ideas del tema que va a enseñar, hasta el contexto educativo y, entonces, comprende a fondo lo que debe ser aprendido por sus estudiantes. A continuación reflexionó sobre cómo lo debe enseñar (selección y organización de los materiales a utilizar, así como de analogías, metáforas, ejemplos, demostraciones, explicaciones), tomando en consideración las mejores formas de representación del contenido y las características del razonamiento de sus propios alumnos, para plantear una forma de enseñanza, evaluación, reflexión y nueva comprensión para el futuro, con lo que se reiniciará otra vez un ciclo de reflexión.

Por su naturaleza procesual, el PCK requiere procesos de razonamiento del profesor sobre el contenido para la enseñanza que están en continua reestructuración. Su dinámica se ve enriquecida por el contexto en que sucede, como resultado de las interacciones sociales que el acto educativo implica y los distintos momentos que caracterizan la práctica docente: planteamiento del tema, transposición didáctica de los contenidos, planificación, enseñanza, evaluación, revisión de los procesos, entre otros (Acevedo Díaz, 2010).

### **III.6. Fundamentación teórica del diseño adoptado**

En coincidencia con Edelstein (2002), se entiende la enseñanza como un proceso en el que el conocimiento se revela como problemático por el entrecruzamiento de cuestiones de diverso orden: epistemológico; en tanto remite a las formas de indagación y validación de ese



conocimiento y de su estructuración en una disciplina; psicológico, en cuánto a la forma en que se aprende determinado conocimiento, promoviendo determinados modos de relación con el mismo; cultural y social en tanto se reconocen y legitiman determinados conocimientos y no otros, operándose en el ámbito educativo una selección valorativa sobre la base de un universo más amplio de conocimientos posibles. (p.469)

Pensando en el conocimiento científico y en su íntima relación con la búsqueda continua de respuestas a una gran cantidad de preguntas que abarcan los ilimitados campos del universo y sus fenómenos naturales y sociales, se entiende la disciplina Física, como uno de los determinantes en el avance del quehacer científico, ya que su estudio ha hecho posible descubrir las generalizaciones que han llevado a proponer teorías, principios y leyes que rigen el comportamiento de los sistemas físicos, químicos y biológicos.

Es importante destacar la relación que guarda con otras disciplinas: con la Química con la que comparte el estudio de la materia y la energía, por lo que sus fronteras de estudio con frecuencia se interrelacionan; con las Matemáticas, empleándola como una herramienta fundamental para poder cuantificar y representar por medio de modelos matemáticos múltiples fenómenos físicos; con la Biología, a la que proporciona un sustento teórico que sirve para explicar y comprender los fenómenos físicos que se presentan en los seres vivos.

Las relaciones mencionadas pueden entenderse atravesadas por un principio unificador: **el principio de conservación de la energía**, eje de enseñanza propuesto en la presente investigación educativa. Este principio ha sido identificado en trabajos anteriores como un posible contenido de enseñanza invariante en el programa de enseñanza de la Física General (Llovera-González, 2010); en este marco se trata entonces de evaluar nuevas potencialidades como contenido invariante ya no solo en el contexto de la Física sino en su relación con otras disciplinas como la Química, la Biología, la Nutrición, entre otros.

Citando a Perkins (1995),...“La pedagogía de la comprensión invita a reorganizar el currículum en torno de temas generadores que den origen y apoyo a diversas actividades de comprensión” (p. 96).

Para favorecer la comprensión se requiere encontrar modos explicativos, variados y problematizadores, destacándose la idea de la estructura generativa de una disciplina temática, el valor de un currículum en espiral, el papel crucial del descubrimiento autogenerado para aprender una materia.

Desde ese lugar se piensa en un aprendizaje “situado”, haciendo referencia a un principio básico: la educación no es el producto de procesos cognoscitivos individuales sino de la forma en que tales procesos se ven conformados en la actividad por una constelación de elementos que se ponen en juego, tales como percepciones, significados, intenciones, interacciones, recursos y elecciones. Estos constitutivos se entienden como el resultado de la relación dinámica que se establece entre quien aprende y el entorno sociocultural en el que ejerce su actividad. Desde diferentes perspectivas, se ha corroborado la naturaleza social del conocimiento, en pleno desafío a la concepción cartesiana del mismo. Lo que se aprende es explicable sólo a partir de prácticas sociales. Éstas determinan, en un contexto determinado, cómo se conoce, lo que se conoce y su significado (Sagástegui, 2004).

En virtud de lo anterior, la enseñanza y aprendizaje de física se entiende como una actividad educativa, que requiere de:

- la adquisición de conocimientos y competencias genéricas y específicas,
- capacidad práctica en la actividad científico – investigadora,
- actitudes y valores, que en su conjunto posibiliten apreciar los beneficios de la ciencia y los inconvenientes del uso irresponsable de los conocimientos científicos.

Adhiriendo a lo expresado por Azpiazu, Pazos y Silva (2001), se hace necesario adecuar la pedagogía, desarrollar la creatividad y favorecer la visión de las cosas desde distintos puntos de vista, potenciar la virtualidad y mejorar el soporte tecnológico.

Se concuerda con Mario De Miguel Díaz (2005), cuando menciona que

... El diseño de un plan de Estudio no se puede limitar a repartir materias y créditos sino que debe precisar los métodos de enseñanza que permiten que un estudiante medio pueda conseguir los aprendizajes propuestos; es decir, concretar las modalidades y metodologías de trabajo del profesor y el alumno que se consideran adecuadas en función de los objetivos que se pretenden. (p. 19)

Para poder abordar esta investigación se han establecido como referentes teóricos fundamentales:

- el modelo de reconstrucción educativa (Duit, Gropengießer y Kattmann, 2005), ofreciendo una visión profunda sobre la naturaleza interdisciplinaria de la investigación en ciencias de la educación, tratando de equilibrar las cuestiones

relacionadas con los contenidos de las ciencias y los problemas educativos, favoreciendo el desarrollo de niveles satisfactorios de alfabetización científica.

- la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1983), según menciona  
...La experiencia humana no solo implica pensamiento, sino también afectividad y únicamente cuando se consideran en conjunto se capacita al individuo para enriquecer el significado de su experiencia. Para entender la labor educativa, es necesario tener en consideración tres elementos del proceso educativo: los profesores y su manera de enseñar; la estructura de los conocimientos que conforman el currículo y el modo en que éste se produce y el entramado social en el que se desarrolla el proceso educativo.
- la tercera generación de la teoría de la Actividad, estudiando las tensiones estructurales acumuladas por ejemplo, por la introducción de una nueva tecnología en un sistema determinado, que no solo producen perturbaciones y conflictos, sino también conducen al surgimiento de soluciones innovadoras para resolverlas.

Duit (2006), sobre la base de las ideas de Shulman acerca de conocimiento pedagógico del contenido (PCK), elabora el constructo de reestructuración educativa. Para el autor el proceso de reestructuración parte del análisis de la estructura del conocimiento, tal como es enunciado en el escenario original. Al análisis primario se le suma el estudio de su relevancia educativa. Para ello es necesario conocer en profundidad el contenido desde el área a la que corresponde, así como las ideas que distintos sujetos del quehacer educativo aportan al tema.

Desde una perspectiva sociocultural de la didáctica de las ciencias, Tobin (2010, p. 303) señala que en el aprendizaje de las ciencias «las emociones actúan como un pegamento social que interconecta intereses y acciones individuales y colectivas» (Mellado et al., 2014).

Lo mencionado da lugar a la reestructuración del contenido a enseñar y de las estrategias a implementar, se habla así de reestructuración educativa. Durante este recorrido es necesario esforzarse siempre por entender la situación cambiante, junto con las percepciones y emociones de los participantes, para desde ese lugar remodelar la teoría de la acción.

Desde esta perspectiva, se elabora el Programa de la Asignatura y las estrategias de enseñanza, tomando como eje la Conservación de la Energía, para abordar los conceptos de Dinámica, cinemática, Fluido dinámica y Electricidad, considerando concepciones previas de los estudiantes, promoviendo el cambio conceptual y aprendizaje significativo.

La situación educativa, para efectos de su análisis e implementación, se concibe como sistema de actividad, cuyos componentes a ponderar incluyen (Engeström, citado en Baquero, 2002):

- El sujeto que aprende.
- Los instrumentos utilizados en la actividad, privilegiadamente los de tipo semiótico.
- El contenido a apropiarse (saberes, contenidos y competencias).
- Una comunidad de referencia en que la actividad y el sujeto se insertan.
- Normas o reglas de comportamiento que regulan las relaciones sociales de esa comunidad.
- Reglas que establecen la división de tareas en la misma actividad.

### **III.7. Sobre la energía, su conservación, transferencia, transformación y degradación.**

El estudio de la energía constituye uno de los núcleos básicos en todo currículo de educación científica, con una notable presencia en campos tan diversos como la mecánica, la termodinámica, la electricidad, las reacciones químicas, los procesos biológicos, la nutrición, entre otros.

El aporte de la física como ciencia a la educación energética se sostiene en la naturaleza de su objeto de estudio... es la ciencia experimental (Sears et al., 2004) que se ocupa del estudio (Feynman et al., 1963) de las formas más amplias y generales del movimiento de la materia: mecánicas, térmicas, electromagnéticas,..., vinculadas a los sistemas materiales compuestos de las dos variedades cualitativamente diferentes de existencia de la materia: sustancia y campo (Maxwell, 1878), así como la estructura, propiedades y movimientos de estas formas materiales. La física ha sido considerada como la ciencia de la naturaleza o de los fenómenos materiales, de la armonía (Kepler, 1619), de las causas (Newton, 1740). Es la base de una vida sostenible, es necesaria para comprender las dimensiones biológica, ecológica, cognitiva y social de la vida.

Según lo planteado por Doménech et al. (2003), la importancia creciente dada al estudio de la energía ha ido acompañada de la constatación de serias dificultades en el aprendizaje de este concepto, que afectan incluso a los estudiantes universitarios.

La idea de energía puede asociarse cualitativamente a la configuración de los sistemas y a las interacciones que estas configuraciones (y las propiedades de la materia) permiten. Es la

referencia concreta a la configuración y a las interacciones lo que permite comprender por qué un sistema (por ejemplo, una piedra y la Tierra) puede experimentar o producir transformaciones, superándose así las concepciones de la energía como fluido o combustible. Distintos autores han señalado que la concepción actual de la energía emergió, precisamente, a partir del establecimiento de su conservación (Trumper 1990; Goldring y Osborne, 1994; Becurobinault y Tiberghien, 1998).

Pero lo que resultó determinante en el desarrollo de los conocimientos acerca de las transformaciones y de la energía como concepto clave fue, sin duda, la integración de la mecánica y el calor. Fue esta integración, auténticamente revolucionaria, asociada a los trabajos de Carnot, Joule, Kelvin, Mayer, entre otros, la que hizo posible el establecimiento del principio de conservación y transformación de la energía y la que permitió profundizar en su significado y en una mejor comprensión de las causas de las transformaciones, dando lugar a la introducción de nuevos conceptos como el de entropía (Doménech et al., 2003).

Un buen dominio de los conocimientos supone, en general, la capacidad de utilizarlos en la resolución de problemas, en la interpretación cualitativa de situaciones diversas, correspondientes, por ejemplo, a cuestiones de la vida cotidiana y práctica.

Por lo anterior, preocupa la tendencia de los estudiantes a no hacer uso de los planteamientos energéticos y a limitarse sistemáticamente a los dinámico-cinemáticos cuando resuelven problemas de movimientos (Driver y Warrington, 1985; McDermott, 1993; Domenech, 2000).

Tal como menciona Driver (1986), no se trata de lamentar "la tendencia de los estudiantes", ni de utilizarla como índice de su falta de dominio de los conocimientos sobre la energía, sino, al contrario, de tener presente que el dominio de un cierto cuerpo de conocimientos exige proporcionar reiteradas oportunidades a los estudiantes para usar las nuevas ideas en una pluralidad de situaciones. Son estas oportunidades las que no parece que se proporcionen de manera suficiente; por lo tanto es la actividad docente la que está en cuestión. Más aún, resulta sintomático que lo que se echa en falta sea únicamente el manejo operativo del principio de conservación y las magnitudes implicadas, en la resolución de problemas de lápiz y papel. Es preciso por ello evitar consciente y explícitamente el reduccionismo conceptual (Doménech et al., 2003).

Cuando se analizan los contenidos de Física que más alcance transversal tienen en su vínculo con otras disciplinas tales como Química, Biología, Fisiología, se puede apreciar que

una de las leyes de la Física que más está presente es el *Principio de conservación y transformación de la energía* o primera ley de la termodinámica.

Según fundamenta Talízina en su obra "Psicología de la Enseñanza", "...el estudio representa una actividad propiamente dicha solo cuando satisface una necesidad cognoscitiva... Si el alumno no tiene esa necesidad no estudiará o estudiará para satisfacer otra necesidad". Talízina (1988) considera además el papel que juega la motivación y la relación interpersonal en el proceso de apropiación de los conocimientos, habilidades y capacidades.

### **III.8. Sobre el principio de conservación de la energía en libros de textos. Un análisis histórico-didáctico.**

El libro de texto es uno de los recursos más importantes en la enseñanza de las ciencias (Otero y Caldeira, 2005). Su elección es un reflejo del modelo de ciencia con la que el profesor se identifica y establece su estilo de enseñanza.

Se considera también relevante la forma de presentar los hechos en los libros, ya que no se realiza de manera neutra, sino que se adapta a la concepción que el autor tiene del conocimiento que se ha de enseñar (Izquierdo et al., 2006).

Los estudios sobre la estructura retórica de los textos sugieren que existe una intención del autor al escribir el libro que se hace evidente para el lector (Izquierdo, 2005). Intención que se traduce en la selección y organización de los contenidos, los experimentos y las actividades de apoyo presentadas. Investigaciones en didáctica muestran que la estructura retórica de los textos usados en la enseñanza, sobre todo en los primeros niveles de educación superior, no contribuyen a la comprensión de los estudiantes, sino que más bien acrecientan sus dificultades. Dichas dificultades tienen que ver, entre otros aspectos, con la falta de comprensión de los conceptos (Viennot, 2002) así como con la escasa relación con el experimento y falta de apropiación de la experiencia sensible que le permita dar cuenta de los fenómenos estudiados (García y Estany, 2010).

El Ministerio de Educación de Argentina reconoció la importancia del libro de texto en relación a la calidad educativa en todos los niveles del sistema educativo. En el Plan de Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas, "se recomienda que las autoridades educativas generen iniciativas que aseguren la calidad de los libros de texto existentes en el sistema" (Argentina, 2007).

En esta dirección, Caldeira (2005) trata de sintetizar recomendaciones para un mejor diseño y uso de los libros de texto de ciencias, proponiendo “diez mandamientos” para la confección de un buen libro de texto:

- 1. No contener incorrección científica alguna.*
- 2. Tener un lenguaje claro y adecuado a los alumnos, con especial atención a las concepciones alternativas.*
- 3. Tener profundidad y amplitud conceptual.*
- 4. Promover el conocimiento sobre la naturaleza del conocimiento científico, en particular a través del uso de la historia de la ciencia.*
- 5. No olvidar las conexiones ciencia–tecnología-sociedad.*
- 6. Contener actividades diversificadas.*
- 7. Propiciar el desmontaje de concepciones alternativas.*
- 8. Contener imágenes con la debida parsimonia, correctas, legibles, y bien integradas en el texto.*
- 9. Integrar las actividades de laboratorio en los temas con los que se relacionan, de acuerdo con una metodología investigadora.*
- 10. Promover el interés del alumno por la lectura y el gusto por el aprendizaje de la ciencia (Caldeira, 2005, p. 179).*

A fin de ahondar en el objeto de estudio, teniendo en cuenta las recomendaciones citadas, se reflexionó sobre el abordaje del Principio de Conservación de la Energía en libros de texto para la enseñanza de física, en niveles medio y superior universitario, publicados en el período comprendido entre 1910 y 2010. Se realizó un análisis predominantemente cualitativo considerando las categorías de análisis listadas a continuación:

- Secuencia de contenidos;
- Rigor del conjunto de invariantes y de su representación simbólica;
- Utilización de ilustraciones y gráficos;
- Relación con la vida cotidiana;
- Empleo de interrogantes de comprensión;
- Utilización de Tecnología de Información y Comunicación (TIC);
- Abordaje Histórico.

El análisis ha sido desarrollado colaborativamente, en el marco de una investigación dentro del Programa de Fortalecimiento de Postgrados, por el Dr. Jornandes Jesús Correia y la tesista, investigadores de Brasil y Argentina, respectivamente.

El trabajo de campo ha sido realizado en libros de textos relevantes para ambos países, tanto en Nivel Medio de Enseñanza como en Nivel Superior, siguiendo una línea de acción propia de la formación, cultura y trayectoria de investigación de los dos investigadores, coordinando el trabajo y la comunicación vía red. Los autores encontraron más variantes de análisis, además de las indicadas en el inicio del estudio, teniendo en cuenta sus áreas de experticia, Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, respectivamente.

Se trató de encontrar recurrencias y singularidades, que ayuden a interpretar los cambios en la enseñanza del Principio de la Conservación de la Energía, considerando que este contenido es invariante y unificador y que su utilidad, principalmente en el área de Salud, es de vital importancia.

Esta investigación infiere que el enfoque de la definición del Principio de la Conservación de la Energía en los libros investigados, necesita ser mejor elaborada, ya que energía es una magnitud que tiene relación con todos los campos de la Física, sea en la Mecánica ó en el caso de que se trate de un problema de Salud Pública, se debe tener en cuenta que el principio de la conservación se presente de forma clara, para que el estudiante lo comprenda, considerando que este principio es el mismo en cualquier área de conocimiento.

Se fundamenta el análisis en las Teorías de las Jerarquías de Aprendizaje de Gagné (1980), entendiéndose que "el aprendizaje es un cambio de estado interior que se manifiesta por medio del cambio de comportamiento y en la persistencia de ese cambio", siendo ese cambio interior esencial para la comprensión del mundo.

Se entiende también que el aprendizaje significativo de teorías aceptadas bajo un rigor científico está fuertemente asociado a las cualidades de las informaciones en los materiales educativos, según el modelo de Gowin (Moreira, 2011).

Considerando que los conceptos son constructores lógicos, se realiza este análisis en los "materiales educativos". Se entiende que la intervención del profesor en el aula es imprescindible, de lo contrario, el verdadero significado de la conservación de la energía podrá ser entendido como un mero postulado, contribuyendo a una aplicación equivocada de este principio. A modo de ejemplo de lo mencionado, en la actualidad se ha acuñado la expresión "energías renovables" o "fuentes de energías renovables". El término es



inapropiado ya que la energía no se puede renovar. En todo caso y apegado a los conceptos de la ciencia, debería decirse fuentes renovables de energía. Las que son renovables son sus fuentes no la energía.

Considerando que la comprensión de las magnitudes físicas está comprometida, en virtud de la adopción, en su mayoría, de una técnica de estudio que prioriza la representación de un principio, en detrimento de los invariantes operativos que dan el verdadero significado a las magnitudes físicas, es que se realizó un relevamiento de la calidad de la información que los libros de texto vienen proporcionando a los estudiantes.

En este sentido, se hizo un análisis del enfoque de la definición del principio de conservación de energía en libros didácticos de Física que se publicaron entre las décadas de 1910 a 2010. Las fuentes fueron analizadas separadamente con relatos con breves observaciones de adecuación a cada categoría. Se partió de la premisa que la mayoría de los libros analizados hacen un enfoque cuantitativo del principio de conservación de la energía.

Cada texto fue analizado de acuerdo con el orden cronológico.

**Nobre, (1916):** presenta los contenidos en forma de "lecciones", dividido en 54 lecciones. En la trigésima primera, ítem 337, que trata del origen del calor, en que el autor relata que "toda la gente conoce el desarrollo del calor por acciones mecánicas: así, frotando dos cuerpos sólidos hay desarrollo de calor que los pueden tornar incandescentes. La electricidad es también un origen calorífico, y son orígenes de calor un gran número de reacciones químicas, ya que el calor tiene orígenes mecánicos, eléctricos y químicos. En el ítem 338, con el título "Hipótesis sobre la naturaleza del... ", el autor atribuye al calor propiedad que consiste en un movimiento vibratorio especial que imprime directamente los órganos de la sensibilidad general. Más adelante, en el ítem 339 define "calor como una forma de energía, que puede transformarse", sugiriendo un principio. De acuerdo con el "Equivalente Mecánico del Calor", cuando usa el término fuerza viva, el libro presenta ilustraciones hechas a mano, y la forma abordada por el autor, en la que se sugiere, de forma equivocada, que el calor tiene propiedades.

Presenta la teoría de forma muy resumida y con técnicas muy distintas de las fuentes más actuales. No presenta interrogantes, ni figuras en los tópicos que tratan de energía; no utiliza TIC.

**Westphal, (1951):** en el prefacio, el autor destaca que la formulación matemática amplía la comprensión. El texto tiene un apéndice con el siguiente título "*¿Quién tiene que aprender*

*Física?*" El autor defiende que sólo la Física tiene la necesidad de discutir las leyes de la naturaleza. La noción de trabajo precede a la de Energía y hace un comparativo entre "trabajo" en el sentido común y el trabajo en la Física con rigor matemático.

Secuencia de enseñanza: Trabajo realizado por fuerza constante; Producto escalar; Trabajo realizado por fuerza variable; Expresión general del trabajo; Principio de la energía; Ley de la conservación de la energía.

Añade la expresión trabajo y sus derivados. Presenta propiedades del producto escalar y utiliza el cálculo integral. Cita teóricos que ayudaron a descubrir el principio de la conservación de la energía y no se limita a procesos mecánicos. Presenta algunas figuras y menciona que el concepto de trabajo en física es muy distinto al utilizado para cuestiones de lo cotidiano. Se plantean situaciones problemáticas que motivan a los alumnos a profundizar, sin empleo de TIC.

**Scherrer, (1958):** No es una fuente muy recomendada sobre el principio de la conservación de la energía. Se trata del primer principio de la termodinámica, pero el objetivo es diferenciar la función de estado de función de transformación, asociando la diferencia exacta de la no exacta. Se trata más del calor, como forma de energía, su transformación, pero con una sutileza matemática poco accesible al estudiante de otras áreas de conocimiento. No presenta interrogantes, TIC, ni figuras.

**Roederer, (1963):** pretende ayudar a los que estudian o enseñan los fundamentos de la mecánica a nivel universitario. Según el autor, tras el estancamiento en muchas décadas, la estructura de los cursos y métodos de enseñanza están evolucionando para atender a las demandas de la revolución científica.

A diferencia de los capítulos de libros hasta ahora analizados, realiza un enfoque diferente con respecto a la secuencia de enseñanza de la conservación de la energía. Presenta las constantes del movimiento para la descripción de las limitaciones intrínsecas que aparecen en cualquier proceso de interacción entre sistemas. Es importante preguntarse si la evolución antes mencionada realmente ocurrió o se mantienen las estructuras rígidas en libros didácticos que impiden la reflexión, la creatividad y, en última instancia, el autoconocimiento.

Como secuencia de enseñanza plantea: teoremas de conservación e integrales de movimiento; conservación de la energía mecánica y energía cinética; trabajo de fuerzas conservativas; producto escalar; aplicaciones de energía; principio de conservación de la

energía mecánica; el principio de la conservación, energía mecánica para las fuerzas no conservativas; discusión general sobre nociones intuitivas de fuerza, esfuerzo muscular y fatiga muscular. Explica propiedades de producto escalar y recurre al cálculo integral. Deduce el teorema de la conservación de la energía mecánica, enfatizando sus limitaciones cuando se trata de un sistema de interacción masa-masa y especifica la limitación de una verificación experimental. Utiliza gráficos y ejemplos empleando el cálculo matemático con relativo rigor. No utiliza interrogantes de comprensión, ni TIC.

**Maya, (1964):** trata las magnitudes físicas con un análisis minucioso, presentando una detallada discusión conceptual. El principio de conservación de la energía no está explícito. Las discusiones fenomenológicas se tratan con base en el análisis matemático, pero no elemental. No presenta interrogantes, TIC, ni figuras.

**Johnson, (1969):** define "...energía es trabajo, y todo lo que pueda ser convertido en trabajo". Aunque el autor define energía sin claridad, por otro lado clasifica energía de forma muy rica, separando, en primer lugar, la energía en dos partes: energía de estado y energía de transformación. La de estado es clasificada como energía contenida y la de transformación es clasificada como energía en tránsito. Se ejemplifica energía de transformación como calor y trabajo. Además, clasifica la energía cinética y la energía interna como de estado. La obra subdivide la energía interna en térmica y potencial interna. Trata el principio de conservación de la energía de la siguiente forma: "La energía se transforma, pero no se crea ni se destruye". Discute las limitaciones de la conservación de la energía debido a las Leyes de la Termodinámica, mencionando que la energía se conserva en la teoría, pero en la práctica hay pérdidas por su disipación. No se utilizan interrogantes de comprensión, ni TIC.

**Orear, (1976):** trata el principio de la conservación de la energía de forma concisa y objetiva, sugiriendo que una forma de energía se transforma en otra y que no puede haber pérdida. Presenta diagramas y en lugar de los interrogantes, presenta subtítulos en cada sección de los capítulos. No utiliza TIC.

**Symon, (1982):** trata el principio de conservación de la energía cuando la fuerza sólo depende de la posición. Se vuelve a referir al principio de conservación de la energía, resaltando su validez para el movimiento en dos o tres dimensiones, cuando afirma, también enfocando expresiones matemáticas, que la energía total es la suma de la energía cinética y la energía potencial. Retoma la discusión de forma analítica y crítica de las leyes de conservación. Es un libro que trata el tema con mucha profundidad, cuando inicia una

discusión sobre el concepto de energía interna, así como los principios de conservación en la mecánica. Se hace un análisis del principio de conservación de los momentos lineal y angular, afirmando que en cuerpos astronómicos, las fuerzas gravitacionales son conservativas, garantizando en consecuencia, la validez del principio de conservación de la energía.

El tratamiento matemático, para ese nivel de enseñanza, es relativamente simple, pero no elemental para los estudiantes del área de salud. Se concluye la discusión, en torno a ese principio haciendo las siguientes menciones: *que la validez del principio de conservación de energía está restringido al tratamiento clásico, ya que la conservación se da, de hecho, con el sistema masa-energía; que el principio es un postulado*. No presenta figuras para tratar ese principio de la Física, ni emplea TIC.

**Gonçalves, (1983)**: en la introducción del texto el autor transcribe las observaciones hechas por un estudiante que sugiere que el contenido comience con estática, en lugar de cinemática, pues considera la cinemática como un caso especial de la dinámica. El autor adopta y justifica tal inversión debido a una mayor comprensión de la estática, en relación a otras ramas de la mecánica. En el caso de Arquímedes (siglo III aC), la cinemática evolucionó con Galileo (siglo XVI) y la dinámica con Newton (siglo XVII), mientras que la estática, históricamente, la domina desde el tiempo de Arquímedes (siglo III aC).

Se presenta la siguiente secuencia de enseñanza: trabajo; energía; energía potencial; trabajo de la fuerza Peso; energía potencial gravitacional, trabajo de una fuerza variable, trabajo de la fuerza elástica, energía potencial elástica, trabajo de la fuerza resultante, teorema de la energía cinética, cálculo del trabajo de la fuerza resultante, energía mecánica total, principio de la conservación de la energía, fuerzas conservativas y fuerzas disipativas, Teorema de la energía mecánica, teorema de la conservación de la energía mecánica. Emplea análisis detallado de las matemáticas para el desarrollo de trabajo y sus derivados. Se recurre a definiciones de diferentes autores y de especies de energía y estados posibles (potencial y actual), sin utilizar análisis matemáticos. Se utilizan unidades en el SI y de sistemas "prácticos". Utiliza figuras y gráficos para ayudar en el cálculo del trabajo y de sus derivados. Se observa la ausencia de ilustraciones para referirse a la energía. Explica la diferencia entre el significado de "trabajo" para la ciencia y la vida cotidiana. Se mencionan observaciones y preguntas que invitan a la reflexión de forma cualitativa y cuantitativa, pero no utiliza TICs.

**Gettys, Keller, & Skove, (1991):** mencionan en la "Introducción" que el motivo que los llevaron a publicar el libro es que *la Física puede ser divertida y que la claridad debe ser la principal característica de un libro*. Se presenta una discusión detallada desde ejemplos cotidianos, pasando por principios generales y finaliza con ejemplos avanzados. Se realizan comentarios acerca de varios científicos y de personajes, comentarios sobre el papel del libro didáctico y sobre las fronteras de conocimientos de la física y la forma como se da el entendimiento. Al final de cada capítulo contiene un resumen y autoevaluación con preguntas. Los autores relacionan trabajo con energía y con la evolución de los sistemas, con característica expositiva.

El contenido se presenta según la siguiente secuencia: trabajo realizado por una fuerza constante; producto escalar; trabajo realizado por una fuerza variable; expresión general de trabajo; teorema de la energía cinética; integración de la energía; métodos numéricos; comentarios; sistemas conservativos en una dimensión; energía potencial; conservación de energía potencial en tres dimensiones; conservación de la energía mecánica; fuerzas no conservativas; trabajo interno; ley de conservación de la energía; energía mecánica gravitacional; movimiento; energía potencial gravitatoria, y energía potencial elástica; análisis gráfico de sistemas conservativos; fuerzas conservativas y energía; velocidad de escape de satélite; comentarios. Se hace uso del cálculo diferencial e integral para obtener la expresión general del trabajo de una fuerza. Deriva con rigor el teorema de la energía cinética.

Se emplean ilustraciones, gráficos y análisis gráfico en la interpretación de los sistemas conservativos.

Relación con lo cotidiano: utiliza ejemplos de la vida diaria como aplicación. No emplea cuestiones de comprensión, ni utiliza TIC.

**Giancoli, (1997):** menciona en la introducción que el propósito del libro es *ayudar a los alumnos a ver el mundo a través de los ojos de la Física*. La cuarta edición está destinada a explicar la física de forma comprensible, interesante, accesible y clara. El autor presenta los conceptos básicos de la física en su contexto histórico y filosófico.

Presentación de la secuencia de contenidos: trabajo realizado por una fuerza constante; trabajo realizado por una fuerza variable; energía cinética y principio del trabajo-energía; energía potencial; fuerzas conservativas y no conservativas; energía mecánica y su conservación; solución de problemas; otras formas de energía; transformaciones de energía y

la ley de conservación; conservación de la energía en sistemas de fuerzas disipativas; potencia.

El autor no hace uso de tratamiento matemático detallado, justificando su decisión por temor a que el estudiante encuentre obstáculo para comprender el fenómeno físico. A partir de la segunda ley de Newton, el autor llega al teorema del trabajo-energía, correspondiendo al teorema de la energía cinética para otros autores. El autor presenta figuras que destacan detalles físicos. Contiene una amplia gama de ejemplos y de aplicaciones de otros campos, siempre integrados a la física de lo cotidiano. Menciona cuestiones presentando fotografías que motivan al estudiante a pensar respuestas con cierto grado de profundización. No emplea TIC.

**Sears, Zemansky, Young & Freedman, (2004):** los autores en el prefacio de la décimo primera edición hacen hincapié en dos objetivos claves: ayudar al estudiante a una comprensión conceptual, y facilitar la adquisición de sólidas destrezas en la resolución de problemas. Trata el tema en dos capítulos.

En la introducción al capítulo sobre trabajo y energía cinética, los autores mencionan que la importancia del concepto de energía surge del principio de conservación de la energía y utilizan el concepto de energía para estudiar una amplia gama de fenómenos físicos.

Secuencia didáctica del primer capítulo sobre la tematica: trabajo; energía cinética y teorema trabajo-energía; significado de la energía cinética; trabajo y energía con fuerza variable; teorema de trabajo y energía para movimiento rectilíneo con fuerzas variables, teorema de trabajo y energía para movimiento en una curva; potencia.

Secuencia didáctica del segundo capítulo: energía potencial gravitacional; energía potencial elástica; fuerzas conservativas y no conservativas; ley de la conservación de la energía mecánica; fuerza y energía potencial; diagramas de energía.

Utiliza análisis matemático para completar y cuantificar las magnitudes físicas. Se basa en lo cotidiano, utiliza el método científico y de términos precisos. Describe un método para resolver problemas paso a paso, basado en identificar, plantear, ejecutar y evaluar (IPEE). Las fotografías ilustran las aplicaciones de la física al mundo natural y a la tecnología moderna. Utilizan resúmenes visuales para reforzar las ideas fundamentales. Se incluyen preguntas iniciales y de evaluar la comprensión al finalizar cada sección, de manera de que el estudiante pueda verificar su comprensión. Utiliza como complemento para enseñar y

aprender física, [ActivPhysics OnLine](#), con actividades interactivas que promueven en el estudiante el razonamiento crítico.

**Cussó, López y Villar, (2004)**: en la introducción los autores mencionan que el texto se ha pensado como una ayuda para los estudiantes de titulaciones cuyo objeto de estudio principal sean las ciencias de la vida, donde se hace necesario manejar conceptos básicos de física.

En la introducción del capítulo se especifica que se trabajará con nuevas magnitudes, algunas de las cuales tienen la propiedad de ser constantes del movimiento en circunstancias muy comunes.

Presentación de la secuencia didáctica: trabajo; potencia; trabajo y potencia musculares; energía cinética; conservación de la energía; energía potencial asociada a una fuerza constante; definición general de energía potencial; conversión de energía cinética en potencial en el salto; energía potencial gravitatoria; curvas de energía potencial en una dimensión; la energía y los seres vivos; la tasa metabólica; energética de la locomoción; movimiento en torno al equilibrio. movimiento armónico simple.

Se presenta el tema de forma completa, con una visión de lo que significa en el mundo físico en general, con aplicaciones y ejemplos, con la finalidad de un mejor entendimiento de sus leyes, tratamiento y formulación de problemas físicos.

Realiza un análisis detallado del conjunto de invariantes y de su representación simbólica; se presentan figuras que destacan detalles físicos. Contiene una amplia gama de ejemplos y de aplicaciones a los seres vivos.

Contiene gráficos que ayudan a comprender conceptos. No realiza abordaje histórico, tampoco emplea TIC.

**Kazunori, (2004)**: trata sobre la energía en el capítulo movimiento unidimensional, en el tópico Fuerzas que dependen sólo de la posición. Básicamente, el texto enfatiza en el tratamiento matemático. Asocia una ecuación para energía cinética, energía potencial y para energía mecánica total. No utiliza interrogantes de comprensión, ni TIC.

**Young & Freedman, (2009)**: en la introducción de la duodécima edición los autores dedican una sección para presentar algunas ideas para el aprendizaje y promover hábitos generales, estrategias de estudio y sugerencias específicas sobre cómo utilizar el libro. El libro presenta problemas propuestos avanzados y orientaciones de uso en línea. Utiliza imágenes y cuestiones relacionadas con lo cotidiano.

Presentación de la secuencia didáctica: trabajo; trabajo y energía cinética; energía cinética y teorema trabajo-energía; trabajo y energía con fuerza variable; potencia; energía potencial gravitacional; energía potencial elástica; Fuerzas conservativas y no conservativas; fuerza y energía potencial; diagramas de energía. "La importancia del concepto de energía deriva del principio de la conservación de la energía ...". Esto destaca la importancia del principio de conservación de la energía como contenido invariante y unificador en Física.

Utiliza análisis matemático para completar y cuantificar las magnitudes físicas. Se basa en lo cotidiano, utiliza el método científico y de términos precisos. Realiza un análisis detallado en cada sección, estableciendo equivalencias. Utiliza situaciones-problema con rigor físico y matemático. Propone estrategias para resolver problemas. Utiliza fotografías, dibujos, diagramas y gráficos para ayudar a comprender los conceptos. Presenta variedad de ejemplos ilustrativos de la vida cotidiana. Formula preguntas con la finalidad de profundizar en el aprendizaje, que invitan a la reflexión de forma cualitativa y cuantitativa. En cada uno de los capítulos sugiere actividades en línea.

**Máximo y Alvarenga, (2010):** destacan los principios físicos en las más simples actividades diarias y sus aplicaciones tecnológicas, enfatizando en las leyes generales. Se basan en experiencias rudimentarias que muestran el universo emocionante detrás de cada fenómeno, valorando los esfuerzos de los científicos, con ilustraciones, que trabajan en esta rama del conocimiento humano. Presenta bloques conceptuales y cajas con conclusiones, ejercicios y problemas relacionados con lo cotidiano, con suplementos socio-históricos.

La secuencia didáctica presentada: conservación de la energía; trabajo mecánico; potencia; trabajo y energía cinética; energía potencial gravitacional; energía potencial elástica; conservación de la energía; ejemplos de aplicación; un tema especial: La relación entre masa y energía; experiencias sencillas. Se destaca la diferencia entre "trabajo" tanto para lo cotidiano, como para la física. Se utilizan interrogantes de comprensión cuando se relaciona con ejemplos. No se utiliza TIC, se presentan experimentos simples relacionados con lo cotidiano.

Se puede observar que la forma de tratamiento, en base a las categorías de análisis, está fuertemente vinculada a la fecha de publicación del libro. Las fuentes consultadas de principios de 1900, presentan el contenido con pobreza de información, además de emplear términos en desuso, como "fuerza viva". Las fuentes de la década de los 60 son ricas en detalle, pero requieren paciencia del estudiante.



La transferencia del conocimiento de Física se da por medio oral, impreso, digital considerando que la información tecnológica está asumiendo un importante papel en ese contexto. Sin embargo, el análisis realizado ha revelado que, a pesar de los avances tecnológicos, se ha detectado que aún persiste una pobreza de enfoque fenomenológico en los principios de la Física.

Al pensar en un proceso de construcción, cuya transformación de información en el aprendizaje necesita madurez para estar de acuerdo con lo establecido, se sostiene que el aprendizaje, tal como menciona Gagné (Moreira, 2011), es mucho más que el que está consolidado en la memoria de larga duración. Teniendo en cuenta la estructura cognitiva del estudiante, la fuente de consulta debe ser confiable, promoviendo un aprendizaje no sólo significativo, sino de acuerdo con la teoría aceptada científicamente.

### **III.9. A modo de primeras reflexiones y conclusiones.**

Producir una tesis a nivel de posgrado implica adentrarse en una trama compuesta de interacciones con otros sujetos (autores, profesores, directores de tesis, pares, estudiantes, etc.) y con artefactos (libros, artículos científicos, reglamentaciones y normativas nacionales e institucionales, etc.) que acarrear la historia de la comunidad de práctica (Colombo, Cartolari y Zambrano, 2014).

Al respecto, en una investigación realizada por Carlino (2005) sobre los obstáculos percibidos por estudiantes en poder completar sus tesis de posgrado, varios de los entrevistados respondieron a la consigna "*Hacer una tesis es como...*" con la siguiente expresión... "subirse a una montaña rusa que oscila arriba y abajo, fascinante por momentos y en otros que lleva a pensar para qué me habré subido".

Desde el lugar de tesista se adhiere a la expresión, sosteniendo además que en cada oscilación es posible enriquecerse repensando las formas mas pertinentes en poder volcar en el escrito las experiencias transitadas en este recorrido.

A lo largo de estos primeros capítulos se ha ido construyendo el objeto de estudio, de manera de evidenciar el desarrollo de los dos primeros objetivos planteados:

*Sistematizar antecedentes sobre la enseñanza de Física utilizando como eje el Principio de Conservación de la Energía, con especial referencia al nivel superior universitario en Carreras de Ciencias de la Salud.*

*Analizar indicadores sobre pertinencia del modelo adoptado en la enseñanza de Física en la Carrera de Licenciatura en Nutrición de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral.*

La educación superior desempeña un papel fundamental para las sociedades y es una condición necesaria desarrollarlo. La mundialización aparece como una realidad fundamental de este siglo, ejerciendo una profunda influencia en la enseñanza superior. Se caracteriza por la existencia de una economía mundial cada vez más integrada, la incorporación de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), la aparición de una red internacional de conocimientos, más otras fuerzas que escapan al control de las instituciones académicas.

García de Fanelli, en el libro *Educación Superior en Iberoamérica. Informe 2011*, señala como uno de los problemas pendientes en el sistema de educación superior argentino, la necesidad de fortalecer los mecanismos de gobierno y gestión de los recursos humanos, lo cual demanda una política orientada a alinear los objetivos de los docentes con los fines colectivos de las universidades. En la misma línea, en términos de graduados, señala la importancia de resolver el problema de la duración real de las carreras y la deserción estudiantil (Brunner y Ferrada Hurtada, 2011).

En esta dirección, al realizar investigaciones que recojan datos sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje, esta información resultará valiosa al ser compartida y analizada por los actores inmersos en el proceso educativo.

Es así que, las opiniones de estudiantes y graduados en relación a la recuperación e importancia de los contenidos de la asignatura Física General y Termodinámica en el período 2005-2010, como así también indicadores de rendimiento académico de estudiantes durante el período mencionado, aportarán un mayor conocimiento sobre diversas causas que inciden en la trayectoria de los estudiantes, y en consecuencia posibilitará desarrollar acciones tendientes a fortalecer vínculos entre currículo, trayectorias y expectativas de diversos actores del quehacer educativo.

En relación con la importancia del concepto de energía y su conservación, considerando su tratamiento en libros de texto y valorando las opiniones de estudiantes y graduados de la carrera de LN, se propone para la enseñanza de la asignatura Física General y Termodinámica, rescatar experiencias que partiendo de su conexión con el entorno físico, enfatizan en la explicación de estos fenómenos recurriendo al conocimiento de la Ciencia.

## CAPÍTULO IV:

### Hacia el modelo teórico adoptado. Reflexiones a partir del análisis diagnóstico

#### IV. Introducción

##### IV.1. Diagnóstico de situación previo a la enseñanza

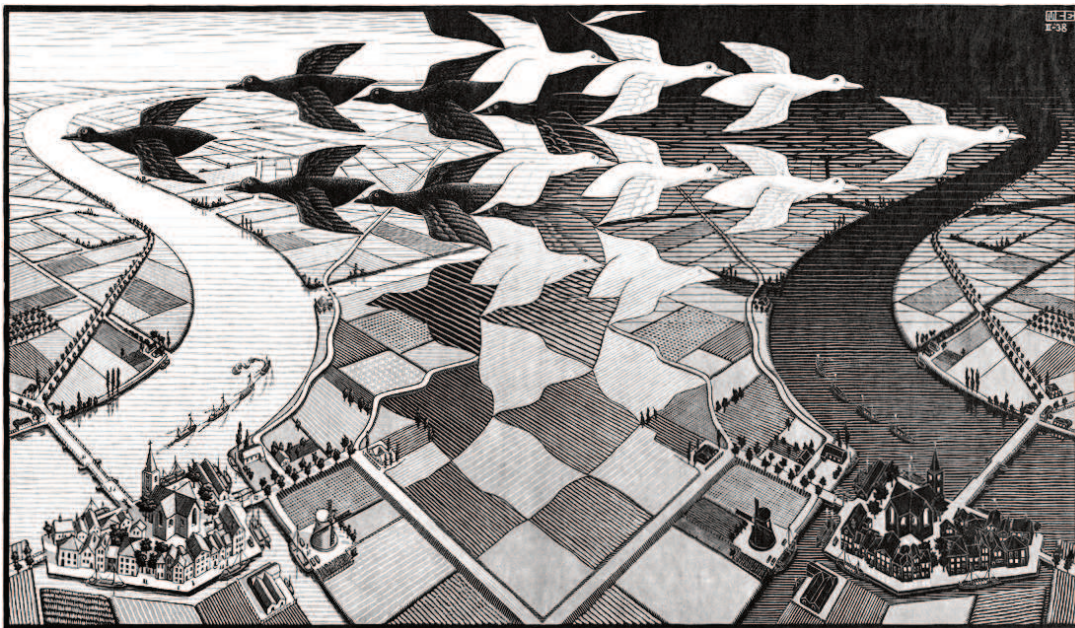
##### IV.2. Evaluaciones diagnóstico realizadas. Diseño e implementación

##### IV.2.1 Evaluación diagnóstico 2011. Resultados y discusión

##### IV.2.2. Evaluación diagnóstico 2012 y 2013. Resultados y discusión

##### IV.2.3. Análisis estadístico evaluación 2011, 2012 y 2013, en relación a notas alcanzadas y categorías presentes

##### IV.3. A modo de primeras reflexiones y conclusiones



Day and night. MC Escher (1938)

*"De todos los factores que influyen en el aprendizaje, el más importante es lo que el alumno ya sabe. Averigüese eso y enséñese en consecuencia".*

Ausubel (1963)

#### **IV. Introducción**

Desde la visión de César Coll (1990), respecto a lo que considera como ideas fundamentales del constructivismo, se sostiene que: - el conocimiento se construye por una interacción entre sujeto y objeto, - el estudiante es el responsable último de su proceso de aprendizaje, - la actividad mental constructiva del estudiante se aplica a contenidos que poseen ya un grado importante de elaboración, - la función del docente se entiende como facilitador de la conexión entre, los procesos de construcción del estudiante con el saber colectivo culturalmente organizado.

Una de las aportaciones relevantes de la concepción constructivista del aprendizaje es haber colocado al sujeto que aprende en el eje del proceso enseñanza y de aprendizaje. El individuo - tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos- según esta concepción, no es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores (Carretero, 1997).

Considerando la ciencia como un proceso de elaboración de modelos para interpretar la realidad más que como una colección de hechos objetivos regidos por leyes, la función primaria de la educación se va modificando de adaptar al educando al orden establecido hacia capacitarlo para que se adapte a un mundo muy cambiante.

En el estudiante se dan varios procesos que explican lo que implica aprender un contenido. En particular, Díaz-Barriga Arceo y Hernández Rojas (2002), destacan que el estudiante selecciona, organiza y transforma la información, estableciendo relaciones entre dicha información y sus ideas o conocimientos previos. Así al aprender, el alumno le atribuye un significado a un contenido particular, construye a su vez una representación mental por medio de imágenes o proposiciones verbales o elabora un modelo mental como marco explicativo de dicho conocimiento. Es justamente en la construcción de significados que surge el aprendizaje significativo. Al hablar de aprendizaje significativo se requiere que la nueva información se relacione de modo no arbitrario y sustancial con lo que el alumno ya sabe, y que los materiales y contenidos de aprendizaje faciliten que la información se convierta en contenido nuevo y diferenciado en el sujeto (Díaz-Barriga Arceo y Hernández Rojas, 2002, pp. 32-36).

Basado en la cognición situada, con origen en el modelo de aprendizaje planteado por Vygotsky, el conocimiento es parte y producto de la actividad, del contexto y la cultura en

que se desarrolla y utiliza. En este modelo de enseñanza, el aprendizaje se entiende como un conjunto de cambios en las formas de comprensión y participación de los sujetos en una actividad conjunta. Es un proceso multidimensional de apropiación cultural, ya que involucra el pensamiento, la afectividad y la acción (Baquero, 2002).

Durante el aprendizaje significativo, el conocimiento se construye en la mente del que aprende y su historia personal determina la manera en que lo enfrenta e interpreta; de ese modo el estudiante relaciona la nueva información con sus conocimientos y experiencias previas. Para lograrlo, se requiere disposición del aprendiz, la intervención adecuada del docente y un planteo adecuado de los materiales de estudio. Si se tiene éxito, se logra construir significado, dar sentido a lo aprendido y entender su ámbito de aplicación y relevancia en situaciones académicas y cotidianas (Ausubel, 2002).

Con el propósito de investigar sobre conceptos y competencias con las que los alumnos abordan el cursado de la asignatura, en relación con los objetivos propuestos para la enseñanza y las estrategias didácticas a implementar, en el presente capítulo se detallan análisis y reflexiones sobre:

- Situación de los estudiantes previo al cursado de Física General y Termodinámica.
- Diseño e implementación de evaluación diagnóstico años 2011, 2012 y 2013.
- Resultados de las evaluaciones durante el período mencionado.
- Apreciaciones y primeras reflexiones.

#### **IV.1. Diagnóstico de situación previo a la enseñanza**

Uno de los objetivos claves de la enseñanza de las ciencias es el de dotar al alumno de una forma de pensar que le permita describir e interpretar la realidad circundante de manera precisa y objetiva (Claxton, 2001).

Datos recientes de investigación en didáctica señalan que la promoción de procedimientos y/o procesos de la ciencia solo resulta eficaz si se dispone de conocimientos conceptuales adecuados. Así también numerosos estudios muestran que los alumnos no poseen ese tipo de conocimientos conceptuales, lo que ha llevado a reorientar las propuestas de innovación didáctica hacia la comprensión de los núcleos conceptuales básicos de la ciencia.

Para lograr lo mencionado, se requiere de estrategias didácticas especialmente diseñadas para ello, pensadas a partir de las concepciones alternativas de los estudiantes y dirigidas a dar sentido al mundo que nos rodea, a comprender las leyes y principios que lo rigen.

Tal como plantea Steiman (2004)

... pensar el aula es poder descubrir las trabas que obstaculizan el aprendizaje y potenciar los factores que los facilitan; es pensar que el aprendizaje no se realiza “naturalmente” por el solo hecho de escuchar una clase; es pensar en la intervención docente para plantear un ‘escenario didáctico’, una genuina ‘situación de aprendizaje’.  
(p. 72)

La Educación actual, en todos sus niveles, propone conocer cómo es que aprenden los alumnos. Si el problema es que los estudiantes no entienden, ¿por qué no tratar de averiguar las razones?

Teniendo en cuenta el propósito mencionado, se efectuó un análisis de las dimensiones de una prueba diagnóstica realizada a estudiantes de primer año de la carrera de LN, previo al cursado de Física General y Termodinámica, respecto a conocimientos y competencias científicas genéricas necesarios para la comprensión de la asignatura.

Dentro de posibles explicaciones, se retoma la idea de que aprender ciencia requiere de algún modo trascender o superar las restricciones impuestas por el propio funcionamiento cognitivo humano. Más en concreto, se argumenta que el aprendizaje de la ciencia, no implica en realidad abandonar los procesos y contenidos de la ciencia intuitiva, sino más bien integrar jerárquicamente esas formas de representar y concebir el mundo en un nuevo sistema de conocimiento científico en el que adquieren un nuevo significado (Pozo, 1999; Pozo y Gómez Crespo, 1998).

El conocimiento científico no puede sustituir a otras formas de saber, pero sí puede integrar jerárquicamente a algunas de ellas, explicando sus predicciones y acciones. Para ello hay que abandonar la idea de que esos conocimientos previos son concepciones erróneas –o misconceptions-, y en su lugar intentar que ese conocimiento científico sirva para dar sentido a las representaciones intuitivas, de naturaleza implícita y encarnada (Pozo, 2001), que toda persona posee (Pozo, 2002).

La empresa de la “alfabetización científica” plantea nuevos retos, se trata de promover el acceso al conocimiento científico generando en la mente humana nuevas posibilidades representacionales, sin las cuales el conocimiento científico probablemente es



inconcebible. Para hacer esto posible, la educación científica debe convertirse en una herramienta social para generar nuevas capacidades representacionales en los ciudadanos, promoviendo un cambio representacional (Pozo y Rodrigo, 2001) que haga posible nuevas formas de conocimiento, que se alejen de la inmediatez y la “naturalidad” de los conocimientos intuitivos.

Desde la psicología se conoce que todos los seres humanos - y muy especialmente profesores y alumnos- poseen teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza (Pérez Echeverría et al., 2001; Scheuer de la Cruz y Pozo, 2002), de modo que cambiar las formas de enseñar requiere cambiar esas representaciones. Se sostienen diferentes perspectivas teóricas, que asumen supuestos distintos sobre la naturaleza y organización de esas representaciones, y en consecuencia sobre las posibilidades, o incluso la necesidad, de lograr un verdadero cambio representacional. Uno de esos enfoques, según Wellman y Gelman (1997) atribuye esas representaciones a ciertas restricciones, derivadas de la propia estructura encarnada de la mente, que limitan o encauzan la construcción de teorías sobre el mundo físico, asumiendo que éstas se basan en principios que restringen el procesamiento de los objetos y sus cambios, pero que pueden ser modificados o reconstruidos mediante el aprendizaje explícito (Pozo, 2002).

Es decir, en cualquier nivel educativo es preciso tener en cuenta lo que el estudiante ya sabe sobre lo que se piensa enseñar, puesto que el nuevo conocimiento se asentará sobre el viejo.

Con elevada frecuencia, se estructuran los contenidos de la enseñanza teniendo en cuenta exclusivamente el punto de vista de la disciplina, por lo que unos temas o cuestiones preceden a otros como si todos ellos tuvieran la misma dificultad para el alumno. De acuerdo a la teoría del cambio representacional y la teoría de Ausubel (1978), la organización y secuenciación de contenidos a enseñar y competencias que desean promoverse, debe tener en cuenta los conocimientos previos del alumno.

El autor postula la concepción de que el aprendizaje debe ser una actividad significativa para la persona que aprende y dicha significatividad está directamente relacionada con la existencia de relaciones entre el conocimiento nuevo y el que ya posee el alumno. Sostiene que el aprendizaje resulta muy poco eficaz si consiste simplemente en la repetición mecánica de elementos que el alumno no puede estructurar formando un todo relacionado (Carretero, 1997).

En relación a lo anterior, se entiende que aprender es sinónimo de comprender. Por ello, lo que se comprenda será lo que se aprenderá y recordará mejor porque quedará integrado en nuestra estructura de conocimientos. Por tanto, resulta fundamental no sólo conocer las representaciones que poseen los estudiantes sobre los contenidos a enseñar, sino también analizar el proceso de interacción entre el conocimiento nuevo y el que ya poseen, así como reflexionar sobre las competencias genéricas necesarias para hacer posible dicha interacción.

El aprendizaje significativo ocurre cuando una nueva información "se conecta" con un concepto relevante ("subsunor") pre existente en la estructura cognitiva, esto implica que, las nuevas ideas, conceptos y proposiciones pueden ser aprendidos significativamente en la medida en que otras ideas, conceptos o proposiciones relevantes estén adecuadamente claras y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y que funcionen como un punto de "anclaje" a las primeras (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983).

A partir del conocimiento de esos subsunores, se establecen «puentes cognitivos» para pasar de un conocimiento menos elaborado a un conocimiento más elaborado. Al implementar la organización de contenidos en relación con esos subsunores, se puede promover, implementando diversas estrategias didácticas, una comprensión adecuada por parte de los estudiantes.

En el proceso de aprendizaje los nuevos contenidos adquieren significado para el sujeto produciéndose una transformación del conocimiento presente en su estructura cognitiva, los cuales resultan progresivamente más diferenciados, elaborados y estables. En la medida en que nuevas informaciones son adquiridas, los elementos ya existentes en la estructura cognitiva sirven de soporte a la nueva información, permitiendo gestar un proceso de reorganización que conlleva a adquirir nuevos significados. Esta reacomodación de elementos existentes en la estructura cognitiva es conocida como reconciliación integradora (Moreira, 2012).

Con el propósito de buscar esos puntos de anclaje para que el estudiante pueda establecer relaciones adecuadas entre el conocimiento nuevo y el que ya posee, se diseñó, planificó e implementó una evaluación diagnóstico previa al cursado de la asignatura durante tres años consecutivos.



#### **IV.2. Evaluaciones diagnóstico realizadas**

Las evaluaciones diagnóstico se diseñaron e implementaron, teniendo en cuenta que el conocimiento es algo que se construye sobre la base del conocimiento previo, siguiendo un modelo de red en cuya conformación cada individuo participa activamente en estrecho contacto con la realidad o el mundo exterior (González Maura y González Tirado, 2008).

Se elaboró un cuestionario mixto *ad hoc*, utilizando situaciones- problema validadas en pruebas internacionales y/o trabajos de investigación, buscando indagar sobre conocimientos y competencias con que los alumnos comienzan a cursar la asignatura. Constó de cuatro situaciones-problema en las que se pudieron analizar distintas categorías (disponible en Anexo 4a).

#### **Respecto del concepto de competencias**

Si bien la incorporación del tema competencias a la educación es muy reciente, sea en el plano de la formulación curricular o en el plano de la organización de estrategias educativas en el aula, en este corto plazo se puede identificar la construcción de escuelas de pensamiento que tienen características propias (Díaz Barriga, 2011).

Desde una visión funcional o sistémica una competencia se concibe como “algo más que los conocimientos y las destrezas, ya que involucra la habilidad de enfrentar demandas complejas, apoyándose en y movilizándolo recursos psicosociales (incluyendo destrezas y actitudes) en un contexto en particular” (OCDE, 2006).

Desde el enfoque socio-constructivista se tiene una relación mucho más estrecha con el enfoque de competencias al reconocer la importancia del contexto del aprendizaje. No sólo se requiere reconocer la necesidad de construir un aprendizaje a partir de integrar los saberes desarrollados a nuevas situaciones, sino que la realidad que se presenta como contexto del nuevo aprendizaje emana de hechos concretos (Díaz Barriga, 2011).

De este modo, conviene mencionar diversas definiciones del término competencias (Tobón, 2006):

Según UNESCO se relaciona con “conjunto de comportamientos socioafectivos y habilidades cognoscitivas, psicológicas, sensoriales y motoras que permiten llevar a cabo adecuadamente un desempeño, una función, una actitud o una tarea” .

Según OIE se vincula con “el desarrollo de las capacidades complejas que permiten a los estudiantes pensar y actuar en diversos ámbitos...”

Según proyecto Tuning (2007) representan:

- Una combinación de atributos con respecto al conocer y comprender (conocimiento teórico de un campo académico).
- El saber cómo actuar (aplicación práctica y operativa a base del conocimiento)
- El saber cómo ser (valores como parte integrante de la forma de percibir a los otros y vivir en un contexto)

### **Respecto de competencias científicas**

La capacidad de usar el conocimiento científico, identificar las cuestiones científicas y concluir con base en la evidencia para comprender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios hechos a través de la actividad humana. Al indagar sobre competencias científicas se consideran como aspectos a evaluar:

- Contexto: reconocer las situaciones de la vida dotadas de un contenido científico y tecnológico.
- Conocimientos: comprender el mundo natural por medio del conocimiento científico.
- Capacidades: identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos científicamente y extraer conclusiones basadas en pruebas.
- Actitudes: mostrar interés por la ciencia, respaldar la investigación científica y contar con la motivación necesaria para actuar de forma responsable

Tal como lo menciona la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en su resumen ejecutivo, el marco anterior es aplicable igualmente a las competencias que deben desarrollarse en la escuela y a aquellas que pueden ser desarrolladas a lo largo de la vida. Por esta razón, también proporciona un solo marco de referencia para evaluaciones escolares y evaluaciones para competencias de adultos. Parte central del concepto de aprendizaje para la vida es la afirmación de que no todas las competencias que son relevantes para la vida pueden ser proporcionadas por una educación inicial, porque:

- Las competencias se desarrollan y cambian a lo largo de la vida, con la posibilidad de adquirir o perder competencias conforme se crece;

- Las demandas sobre los individuos pueden cambiar a lo largo de sus vidas adultas como resultado de transformaciones en la tecnología y en las estructuras sociales y económicas;
- La psicología del desarrollo muestra que el desarrollo de competencias no finaliza en la adolescencia sino continúa a lo largo de la vida. En particular, la habilidad de pensar y actuar reflexivamente, que es parte central del marco, crece con la madurez.

Entender esto tiene importantes implicaciones para las evaluaciones y la educación. Un modelo evolutivo del desarrollo humano proporciona una fundación teórica para los fines de una educación adulta. Más aún, ofrece una razón para evaluar las competencias de individuos a lo largo de la vida de acuerdo a un juego común de criterios, para diseñar una estrategia coherente de evaluación general que abarque a jóvenes y adultos (OCDE, 2006, pp. 17-18).

### **Respecto de competencias evaluadas**

En la evaluación diagnóstico en estudio, se establecieron como categorías teóricas las siguientes:

- **Conexión con el entorno físico:** se trata de interpretar, a partir de la resolución de los ejercicios, si el estudiante logra establecer relaciones entre la situación problema planteada y hechos de la vida cotidiana.

- **Establecer operaciones lógico-matemáticas:** tales como identificar elementos matemáticos, interpretar los hechos y las relaciones matemáticas entre variables de los problemas planteados.

- **Posibilidad de explicar fenómenos:** describir e interpretar fenómenos científicamente, con la posibilidad de predecir cambios.

- **Conocimiento de la Ciencia:** que el alumno pueda identificar las descripciones, explicaciones y predicciones apropiadas, en términos propios del quehacer científico.

Las situaciones-problema utilizadas fueron extraídas de:

- pruebas P.I.S.A. (Proyecto Internacional para la Producción de Indicadores de Rendimiento de los Alumnos, Programme for Indicators of Student Achievement), 2006 y 2009.

- *Iniciación a la física en el marco de la teoría constructivista*, Varela Nieto et al., 1993.

- Viennot, Tesis doctoral en *La atención a las dificultades en el aprendizaje de las ciencias experimentales*, Benarroch Benarroch, 2003.

El propósito del estudio fue evaluar cómo interpretaron las situaciones-problema los estudiantes en relación a categorías tales como: analizar, razonar y comunicar sus ideas. Teniendo en cuenta el propósito mencionado se planteó:

- Efectuar un análisis de las dimensiones de la prueba diagnóstico realizada a estudiantes de primer año de la carrera de LN, previo al cursado de FGyT, respecto al desarrollo de competencias científicas genéricas necesarias para la comprensión de la asignatura.

- Encontrar categorías teóricas acerca de como los estudiantes interpretaron las situaciones-problemas propuestas en la evaluación.

- Estudiar su frecuencia y agruparlas de acuerdo a las relaciones existentes con los diferentes ejercicios.

Las competencias genéricas y conocimientos analizados fueron:

*Análisis e integración de conocimientos a situaciones de la vida cotidiana.*

*Habilidades lógico-matemáticas: capacidad de conexión – cambios y relaciones.*

*Ideas previas sobre transformaciones energéticas. Principio de Conservación de la Energía.*

*Ideas previas sobre fuerza y movimiento.*

La evaluación permitió valorar el grado de preparación de los estudiantes para utilizar sus conocimientos y competencias al enfrentar situaciones de la vida cotidiana, lo que dará lugar al planteo de futuras situaciones de enseñanza para la asignatura.

Los ejercicios de la prueba estuvieron compuestos por un estímulo (por ejemplo, un texto, una tabla, figuras, entre otros), a partir del cual el estudiante tuvo que resolver una serie de tareas diferentes.

En la situación problema 1 "El ejercicio físico" extraído de PISA-2006, se propuso como objetivos evaluar:

- la relación con el contexto físico,
- explicación de fenómenos
- conocimiento científico

En el ejercicio 2 "Latidos del corazón" (Prueba PISA - 2009), se propuso evaluar:

- conexión con el entorno físico,

- relaciones matemáticas
- integración para resolver problemas

El ejercicio 3 "Cambio Imposible", extraído de *Iniciación a la física en el marco de la teoría constructivista -1992*, tuvo como objetivos:

- comprobar si los alumnos son capaces de aplicar el principio de conservación, unido a la idea de degradación de la energía.
- comprobar si asumen que la energía puede cambiar de forma cuando se transfiere de un sistema a otro.

El ejercicio 4 "Pelota en el aire", extraído de Viennot, Tesis doctoral en: "La atención a las dificultades en el aprendizaje de las ciencias experimentales", Benarroch Benarroch- 2003, propuso indagar sobre:

- conexión con el entorno físico,
- explicación de fenómenos,
- conocimiento científico.

El cuestionario fue previamente sometido a una prueba piloto para su validación, realizada con estudiantes ingresantes de la carrera de Bioquímica, FBCB, UNL.

En la tabla siguiente se detallan las competencias evaluadas por cada ejercicio:

Tabla 3. Competencias evaluadas por ejercicio de prueba diagnóstico período 2011 a 2013.

Competencia Ejercicio	Conexión con el entorno	Relaciones matemáticas	Explicación de fenómenos	Conocimiento de la Ciencia
1) Ejercicio Físico	X		X	X
2) Latidos del corazón	X	X		
3) Cambio imposible	X		X	X
4) Pelota en el aire	X		X	X

#### Acerca del procesamiento de datos

Análisis estadístico: los datos de las pruebas diagnóstico se sistematizaron y cargaron en el software estadístico SPSS 18.0, disponible en FBCB, UNL, Argentina. Se realizaron dos tipos de análisis diferentes, teniendo en cuenta el propósito del estudio:

**Análisis descriptivos**, tanto de la muestra en la variable nota por separado, como la descripción de relaciones entre las notas alcanzadas en los diferentes ejercicios de la evaluación.

**Análisis descriptivos**, de las notas alcanzadas en las distintas categorías evaluadas, como también las relaciones entre las categorías.

**Pruebas de contraste de hipótesis**, para estudiar la asociación existente entre las competencias adquiridas por los estudiantes participantes de la investigación.

Se resumió la información mediante tablas, gráficos y medidas de resumen estadístico adecuadas al tipo de variable analizada. Para la comparación de medias se utilizó la prueba t de Student -habiendo comprobado la distribución normal de la variable- y para la comparación de proporciones o independencia, la prueba  $\chi^2$  o la prueba Fisher exacta. El nivel de significación estadística adoptado fue 0,05 (Elorza Perez-Tejada, 2008).

La encuesta diagnóstico se realizó durante el período 2011 a 2013 inclusive, previo al cursado de la asignatura.

#### **IV.2.1. Evaluación diagnóstico 2011. Resultados y discusión**

La prueba diagnóstico se realizó a 184 alumnos con posibilidades de cursar la Asignatura Física General y Termodinámica, al finalizar el 1er. Cuatrimestre de la carrera de LN, en el año 2011.

Para iniciar el estudio se muestra un gráfico con los porcentajes de alumnos aprobados por cada ejercicio realizado (se consideró aprobado cuando la nota correspondiente al ejercicio es mayor a 5)

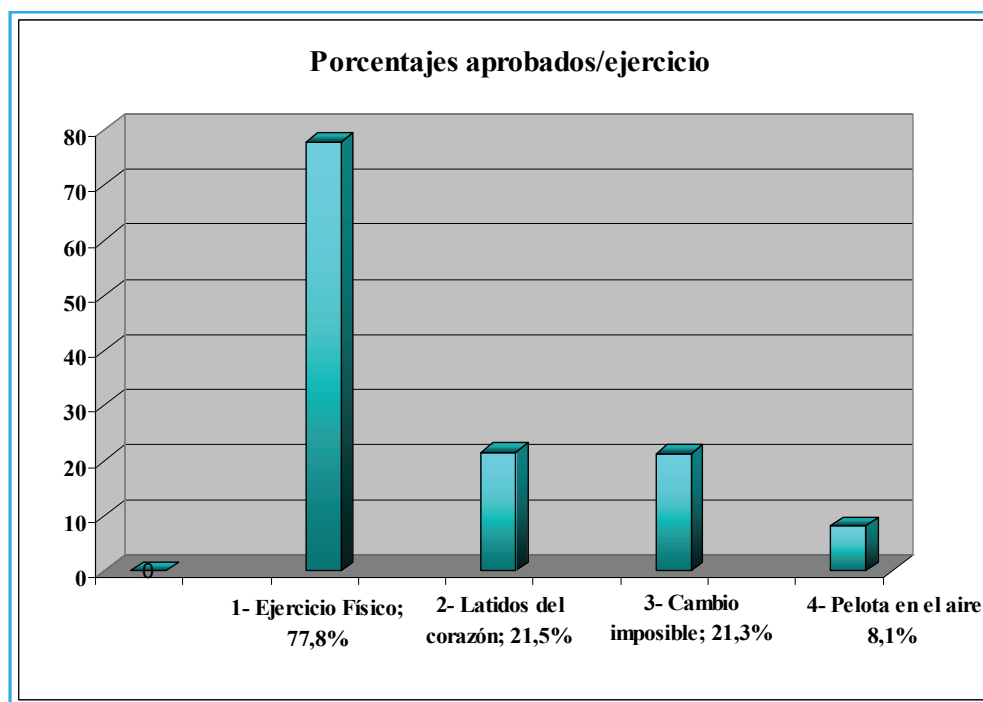


Figura 4. Gráfico de barras de porcentaje de alumnos aprobados por ejercicio.

### **Análisis propuesto para la variable Notas de los distintos ejercicios de la prueba**

- Descripción de las distribuciones correspondientes a cada ejercicio:

- Tabla con estimadores para las notas de cada ejercicio y las notas de la prueba total
- Diagrama de cajas
- Gráfico de barras de error para un intervalo de confianza de 95%

La representación gráfica de las distribuciones permitió visualizar su forma e identificar la presencia de valores atípicos.

- Rendimiento medio por ejercicio:

- Prueba T para muestras dependientes (prueba T pareada), se comparan resultados para establecer igualdad de medias

- Rendimiento medio de cada ejercicio respecto del total:

- Prueba T para muestras dependientes, se comparan resultados para establecer igualdad de medias

- Homogeneidad de proporciones:

- Proporción de alumnos que obtuvieron el 50% ó más correcto de cada ejercicio

- Se realizó Tabla de Contingencia, prueba Chi-cuadrado

### Estudio de relaciones entre categorías teóricas de ejercicios

• Descripción de las distribuciones de notas correspondientes a cada categoría:

- Tabla con estimadores para las notas de cada categoría.

- Diagrama de cajas

- Gráfico de barras de error para un intervalo de confianza de 95%

• Asociación de categorías de a pares:

- Se realizó Tabla de Contingencia, prueba Chi-cuadrado

### Respecto del Rendimiento.

Se analizaron los resultados de la prueba diagnóstico a fin de proponer estrategias didácticas que contribuyan al proceso educativo. Se planteó para la variable Notas por ejercicios y Notas de la prueba final:

• Descripción de las distribuciones correspondientes a cada ejercicio:

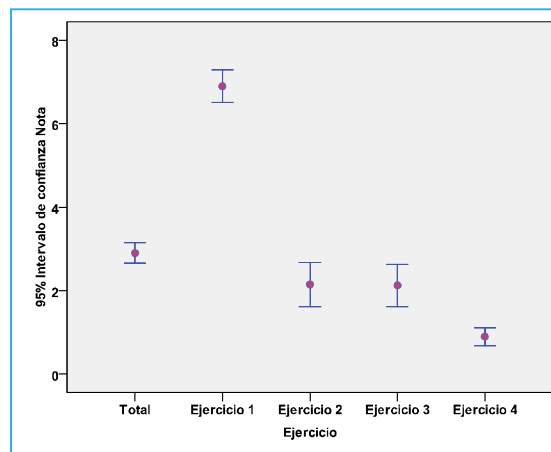
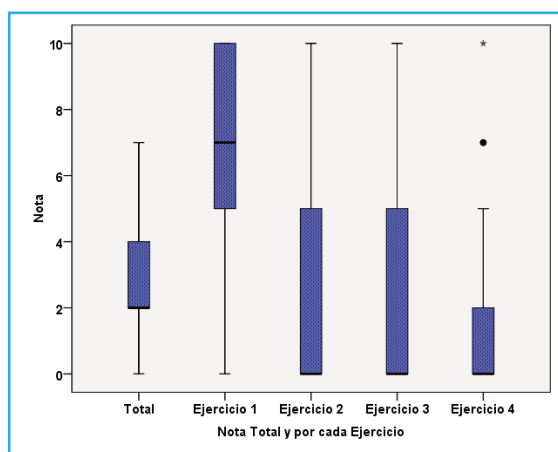
Tabla 4. Estadísticos descriptivos de las Notas por ejercicio y de las Notas de la prueba final.

	Notas Ejercicio 1	Notas Ejercicio 2	Notas Ejercicio 3	Notas Ejercicio 4	Nota Total
<b>Mínimo</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Media</b>	<b>6,90</b>	<b>2,15</b>	<b>2,13</b>	<b>0,90</b>	<b>2,90</b>
<b>Mediana</b>	<b>7,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2,00</b>
<b>Rango</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Interquartilo</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>S<sub>x</sub></b>	<b>2,693</b>	<b>3,679</b>	<b>3,472</b>	<b>1,513</b>	<b>1,658</b>
<b>Máximo</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>7</b>

Del análisis de los estadísticos descriptivos se destacó:



- Distribución asimétrica para las notas en los diferentes ejercicios.
- El ejercicio 1, que refiere a la interpretación de los beneficios de la actividad física con respecto al requerimiento energético y la circulación sanguínea, presentó el mayor promedio de notas (6,9) con una baja dispersión en torno al valor promedio.
- Los ejercicios 2 y 3, los que refieren a la relación entre la edad en que se practica deporte y la frecuencia cardiaca desarrollada (ejercicio 2) y transformaciones energéticas posibles para diferentes situaciones cotidianas (ejercicio 3), presentaron similares promedios y dispersión en torno al promedio (ejercicio 2: 2,15); (ejercicio 3: 2,13).
- El ejercicio 4, que refiere a dibujar la fuerza que actúa sobre un cuerpo cuando se encuentra en el aire para distintos tiempos (cuando se eleva, cuando llega a la máxima altura respecto del disparo, cuando desciende), presentó el menor valor promedio (0,9), con marcada dispersión con respecto al valor promedio.
- Lo anterior se interpretó de manera visual al realizar los diagramas de cajas correspondientes a notas de cada ejercicio y a la nota total de la evaluación diagnóstico.



Figuras 5 y 6. Diagrama de cajas y Barras de Error (intervalo de confianza de 95%) para notas de cada ejercicio y Nota total de la evaluación, respectivamente.

Del análisis de la figura 5 se observó que:

- La distribución es asimétrica para las notas en los distintos ejercicios.
- El ejercicio 4 posee tres valores singulares mayores de 6, el resto de los valores se distribuyen mayoritariamente en el rango de 0 a 2.

En la figura 6 se destacó que:

- El mayor promedio lo presenta el Ejercicio 1 con baja dispersión en torno a su promedio.

- El menor promedio lo presenta el ejercicio 4 con baja dispersión en torno a su promedio.
- La mayor dispersión corresponde al ejercicio 2.

### - Rendimiento medio por ejercicio

Se determinaron las medias de las notas de cada uno de los ejercicios y la media de las notas totales.

- Para poder comparar las medias de cada uno de los ejercicios y establecer igualdad de medias se postuló como hipótesis nula:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

Se postuló como hipótesis alternativa:

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Se realizó prueba T para muestras dependientes (T pareada) para poder comparar las medias para cada par de ejercicios según el detalle siguiente: entre notas ejercicio 1 y notas de ejercicio 2; entre notas ejercicio 1 y notas de ejercicio 3; entre notas ejercicio 1 y notas de ejercicio 4; además se comparó la nota de cada ejercicio y la nota final postulando la misma hipótesis nula e hipótesis alternativa.

A partir de los valores obtenidos en la prueba T para cada uno de los pares estudiados se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa.

### • Homogeneidad de proporciones:

Para poder establecer homogeneidad de proporciones entre los porcentajes de alumnos que obtuvieron el 50% o más correcto de cada ejercicio, se postuló como hipótesis nula igualdad de proporciones, según:

$$H_0: p_1 = p_2 = p_3 = p_4$$

Se postuló como hipótesis alternativa:

$$H_1: \text{al menos un par de proporciones es } \neq$$

Se trabajó con un grado de significancia  $\alpha=0,05$ , realizando tabla de contingencia y prueba Chi-cuadrado.

A continuación se presentan los principales resultados:

Tabla 5. Porcentaje de alumnos que obtuvieron el 50% o más correcto de cada ejercicio.

	Proporción Ejercicio 1	Proporción Ejercicio 2	Proporción Ejercicio 3	Proporción Ejercicio 4	Proporc. Nota total
> 6 = 50%	76	28	30	3	17
< 50%	24	72	70	97	83
%Total	100	100	100	100	100
Número de alumnos	184	184	184	184	184

Tabla 6. Prueba Chi-cuadrado para proporciones ejercicios 1, 2, 3 y 4.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	123,305 <sup>a</sup>	3	1,5E-26
Likelihood Ratio	136,216	3	2,5E-29
Linear-by-Linear Association	104,291	1	1,7E-24
N of Valid Cases	400		

Al realizar la tabla de contingencia y la prueba Chi-cuadrado (cuadro 6), se dedujo que no existe homogeneidad de proporciones (nivel de significancia  $p < 0,05$ ) entre el porcentaje de alumnos que obtuvieron nota igual ó mayor al 50% en los ejercicios 1, 2, 3, 4; por lo tanto se descartó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa postulada, donde al menos una par de proporciones presenta diferencias.

Para encontrar si existe relación significativa entre la proporción de alumnos que obtuvieron el 50% ó más correcto de los ejercicios 2 y 3, se realizó la prueba Chi-cuadrado, cuyos resultados se detallan en el cuadro siguiente:

Tabla 7. Prueba Chi-cuadrado para proporciones ejercicios 2 y 3.

Chi-Square Tests
------------------

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,097 <sup>a</sup>	1	,755		,000
Continuity Correction <sup>b</sup>	,024	1	,876		
a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 29,00.					

De la prueba Chi- cuadrado (tabla 7) se dedujo que existe homogeneidad de proporciones (nivel de significancia  $p > 0,05$ ) entre el porcentaje de alumnos que obtuvieron nota igual ó mayor al 50% en ejercicio 2 y 3, por lo tanto se acepta la hipótesis nula.

### **Estudio de relaciones entre competencias evaluadas en ejercicios prueba diagnóstico 2011.**

Teniendo en cuenta la tabla 3, presentado en el apartado sobre competencias a evaluar en las pruebas diagnóstico período 2011 a 2013, se retoma el cuadro mencionado para poder realizar el análisis de los resultados obtenidos en particular en la evaluación diagnóstico llevada a cabo en el año 2011, previo al cursado de la asignatura.

Tabla 3. Competencias evaluadas por ejercicio de prueba diagnóstico período 2011 a 2013.

Competencia Ejercicio	Conexión con el entorno	Relaciones matemáticas	Explicación de fenómenos	Conocimiento de la Ciencia
1) Ejercicio Físico	X		X	X
2) Latidos del corazón	X	X		
3) Cambio imposible	X		X	X
4) Pelota en el aire	X		X	X

• **Descripción de las distribuciones de notas correspondientes a cada competencia evaluada:**

- **Rendimiento medio por competencia:**

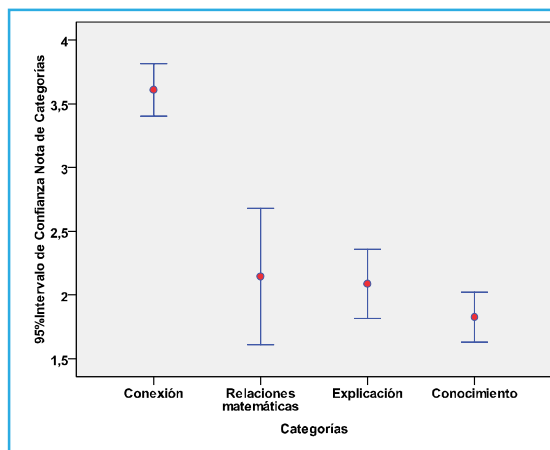
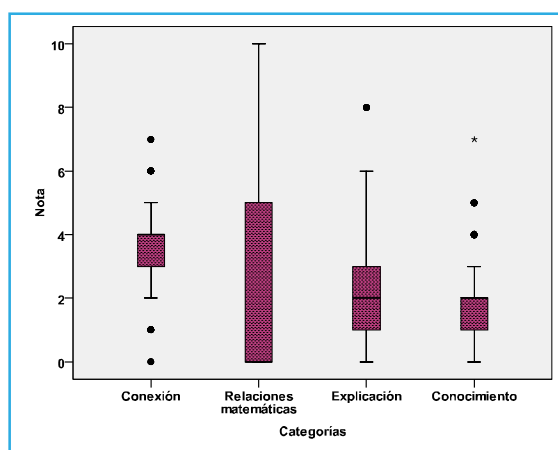
Tabla 8. Estadísticos descriptivos de las Notas por cada una de las competencias evaluadas.

	Conexión con el entorno	Relaciones matemáticas	Explicación de fenómenos	Conocimiento de la Ciencia
<b>Mínimo</b>	0	0	0	0
<b>Media</b>	3,61	2,15	2,09	1,83
<b>Mediana</b>	4,00	0,00	2,00	2,00
<b>Rango Intercuartilo</b>	1	5	2	1
<b>S<sub>x</sub></b>	1,406	3,679	1,868	1,331
<b>Máximo</b>	7	10	8	7

En la tabla de estadísticos presentados se puede apreciar:

- Distribución asimétrica para las notas en las distintas categorías.
- Las categorías conexión con el entorno y conocimiento de la Ciencia presentan el menor rango intercuartil (1)
- La categoría relaciones matemáticas presenta el mayor rango intercuartil (5)
- La categoría relaciones matemáticas es la única que contiene nota 10.

Lo anterior puede visualizarse en el diagrama de caja realizado para las notas de las distintas competencias evaluadas.



Figuras 7 y 8. Diagrama de cajas y Barras de Error (intervalo de confianza de 95%) para notas de cada una de las competencias evaluadas, respectivamente.

En la figura 8 se observa:

- El mayor promedio lo presenta la categoría conexión con el entorno con baja dispersión en torno a su promedio.
- El menor promedio lo presenta la categoría conocimiento de la Ciencia con baja dispersión en torno a su promedio.
- Elevada dispersión para la categoría relaciones matemáticas.

### **Interpretación de Resultados**

Se analizan los resultados de la prueba diagnóstico a fin de proponer estrategias didácticas que contribuyan al proceso educativo.

#### **- Rendimiento medio por ejercicio**

- Se observa distribución asimétrica para las notas en los diferentes ejercicios. Esto se interpreta de manera visual al realizar los diagramas de caja correspondientes a cada ejercicio y a las notas totales.
- El ejercicio 1, que refiere a la interpretación de los beneficios de la actividad física con respecto al requerimiento energético y la circulación sanguínea, presenta el mayor promedio de notas (6,9) con una baja dispersión en torno al valor promedio.
- Los ejercicios 2 y 3, los que refieren a la relación entre la edad en que se practica deporte y la frecuencia cardiaca desarrollada (ejercicio 2) y transformaciones energéticas posibles para diferentes situaciones cotidianas (ejercicio 3), presentan similares promedios y dispersión en torno al promedio (ejercicio 2: 2,15); (ejercicio 3: 2,13).
- El ejercicio 4, que refiere a dibujar la fuerza que actúa sobre un cuerpo cuando se encuentra en el aire para distintos tiempos (cuando se eleva, cuando llega a la máxima altura respecto del disparo, cuando descende), es el que presenta el menor valor promedio (0,9), con marcada dispersión con respecto al valor promedio.

#### **- Homogeneidad de proporciones**

##### **- Proporción de alumnos que obtuvieron el 50% ó más correcto de cada ejercicio**

- El ejercicio 1, presenta la mayor proporción de alumnos que obtuvieron más del 50% correcto del ejercicio – 76% -
- Los ejercicios 2 y 3, presentan proporciones similares - 28% y 30% - respectivamente.
- El ejercicio 4, presenta una muy baja proporción de alumnos que obtuvieron más del 50% correcto del ejercicio – 3% -

##### **- Estudio de relaciones entre categorías teóricas de ejercicios**

##### **- Rendimiento medio por categoría:**

- Se observa distribución asimétrica para las notas en las diferentes categorías. Esto se interpreta de manera visual al realizar los diagramas de caja correspondientes a cada categoría.
- La categoría **conexión con el entorno físico**, es la que presenta el mayor valor promedio (3,61) y la menor dispersión en torno a su valor promedio.
- Las categorías **relaciones matemáticas** y **explicación de fenómenos**, presentan valores promedios similares (2,15 y 2,09 respectivamente). Es de destacar que la categoría Relaciones Matemáticas es la única categoría que presenta notas con valor 10 (los alumnos que realizaron la prueba diagnóstico cursaron y regularizaron la asignatura Matemática en el primer semestre de 2011).
- La categoría **conocimiento de la ciencia**, presenta el menor valor promedio (1,83) con baja dispersión en torno a su valor promedio.

**- Asociación de categorías de a pares:**

- Se observó que las categorías **explicación de fenómenos** y **conocimiento de la ciencia** presentan una relación muy estrecha.
- Se observó que las categorías **relaciones matemáticas** y **explicación de fenómenos** resultaron independientes.

**IV.2.2. Evaluación diagnóstico 2012 y 2013. Resultados y discusión**

La prueba diagnóstico en el año 2012 se realizó a 123 alumnos y en el año 2013 a 69 alumnos, todos ellos con posibilidades de cursar la asignatura Física General y Termodinámica, al finalizar el 1er. cuatrimestre de la carrera de LN.

Se muestran gráficos con los porcentajes de alumnos que alcanzaron nivel escaso (puntuación menor de 25), nivel intermedio (puntuación entre 25 y 49 inclusive) y nivel satisfactorio (puntuación 50 o más) en la nota final y en cada categoría evaluada.

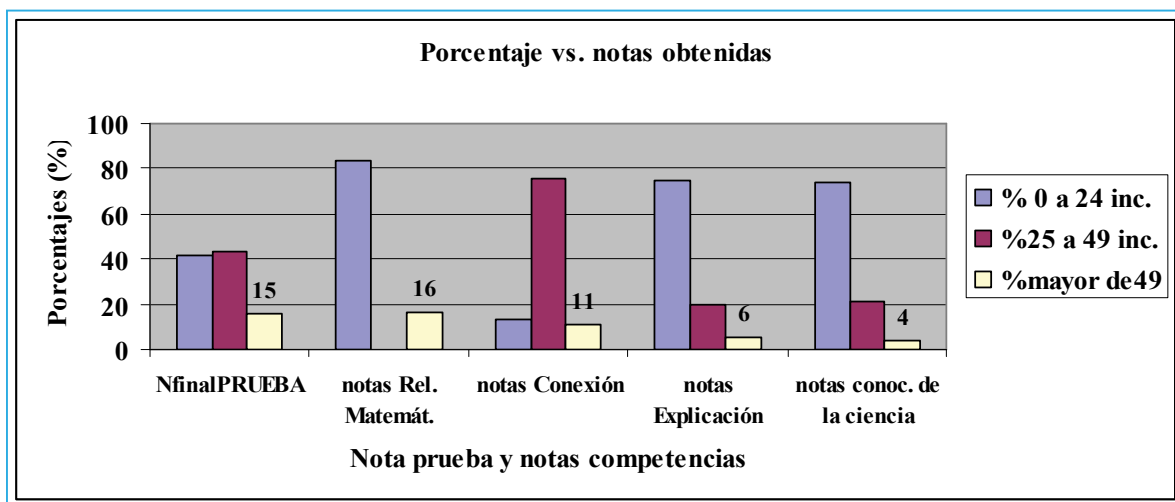


Figura 9. Gráfico de barras para las Notas de la prueba diagnóstico y de cada competencia evaluada año 2012.

En la figura 9 se observa que, en relación a las notas obtenidas en la evaluación diagnóstico, solo el 15% de los participantes obtuvo una calificación satisfactoria, mientras que la categoría mejor lograda fue Relaciones matemáticas, con un 25% de alumnos que evidenciaron haberla adquirido.

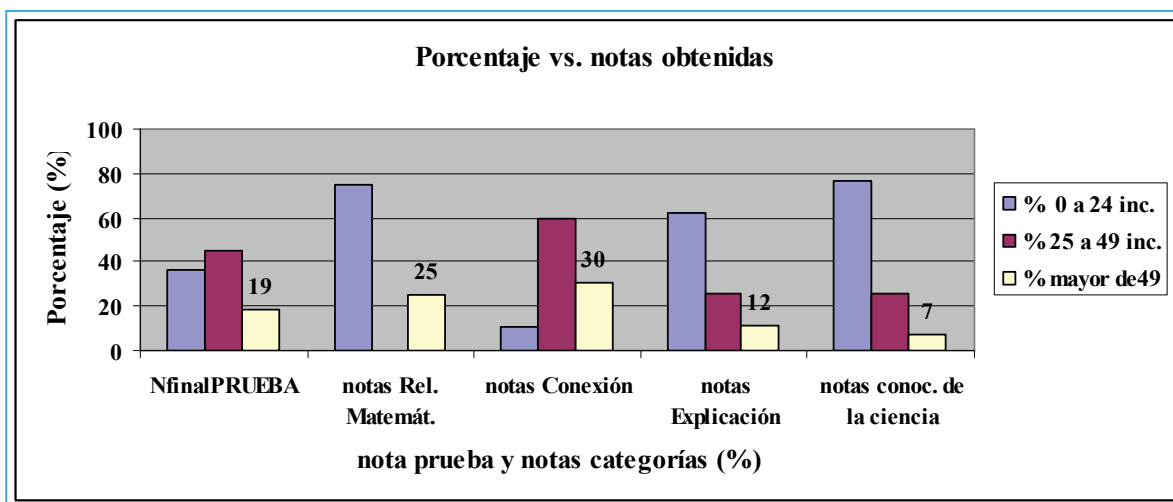


Figura 10. Gráfico de barras para las Notas de la prueba diagnóstico y de cada competencia evaluada año 2013.

Respecto al año 2013, en la figura 10 se observa que, en relación a las notas obtenidas en la evaluación diagnóstico, solo el 19% de los participantes obtuvo una calificación satisfactoria, mientras que la categoría mejor lograda fue Conexión con el entorno, con un 30% de alumnos que evidenciaron haberla adquirido.



En ambas figuras se pudo apreciar que la competencia menos lograda resultó Conocimiento de la ciencia, mostrando solo 4 % y 7 % de respuestas satisfactorias para dicha categoría en 2012 y 2013, respectivamente.

#### **IV.2.3. Análisis estadístico de las cohortes 2011, 2012 y 2013, en relación a notas alcanzadas y categorías presentes.**

##### **Análisis propuesto:**

Descripción de las distribuciones correspondientes la variable nota y variable categoría para las tres cohortes:

- Tabla con estimadores para las notas de la prueba total y de cada categoría
- Diagrama de cajas
- Gráfico de barras de error para un intervalo de confianza de 95%

La representación gráfica de las distribuciones permitió visualizar su forma e identificar la presencia de valores atípicos.

Comparación entre notas y categorías de las tres cohortes

- Prueba de ANOVA de un factor.
- Prueba post hoc para variables no paramétricas

##### **Descripción de las distribuciones correspondientes la variable nota y variable categoría para las tres cohortes:**

Utilizando el programa SPSS se estudiaron los estadísticos descriptos, obteniendo los valores detallados en la tabla 9.

Tabla 9. Estadísticos descriptivos de Notas finales y notas de cada competencia evaluada durante evaluaciones diagnóstico 2011, 2012 y 2013.

	<b>Nota</b>	<b>Nota</b>	<b>Nota</b>	<b>Conex.</b>	<b>Conex.</b>	<b>Conex.</b>	<b>Rel m.</b>	<b>Rel m.</b>	<b>Rel</b>
	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>m. 2013</b>
<b>Mínimo</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Media</b>	<b>30,04</b>	<b>30,33</b>	<b>32,09</b>	<b>36,70</b>	<b>34,63</b>	<b>39,94</b>	<b>21,47</b>	<b>14,63</b>	<b>18,84</b>
<b>Mediana</b>	<b>25,00</b>	<b>28,00</b>	<b>29,50</b>	<b>36,00</b>	<b>35,00</b>	<b>36,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

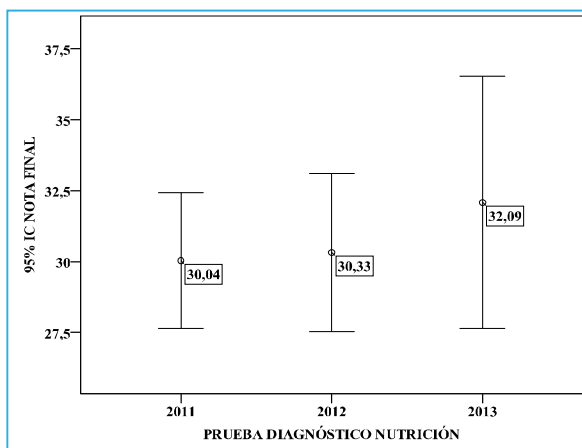
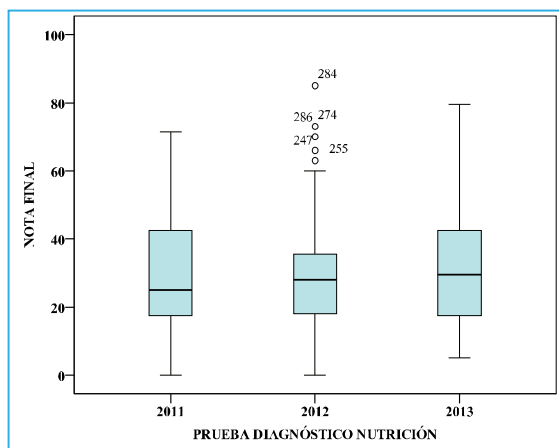
<b>Amplit. IC</b>	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>22</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
<b>S<sub>x</sub></b>	<b>16,45</b>	<b>15,6</b>	<b>18,51</b>	<b>13,32</b>	<b>13,82</b>	<b>15,24</b>	<b>36,71</b>	<b>34,31</b>	<b>35,46</b>
<b>Máximo</b>	<b>72</b>	<b>85</b>	<b>80</b>	<b>72</b>	<b>86</b>	<b>86</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

	<b>Exp. 2011</b>	<b>Exp. 2012</b>	<b>Exp. 2013</b>	<b>Conoc. Ciencia 2011</b>	<b>Conoc. Ciencia 2012</b>	<b>Conoc. Ciencia 2013</b>
<b>Mínimo</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Media</b>	<b>18,37</b>	<b>16,91</b>	<b>22,32</b>	<b>18,67</b>	<b>16,34</b>	<b>21,45</b>
<b>Mediana</b>	<b>20,00</b>	<b>10,00</b>	<b>20,00</b>	<b>15,00</b>	<b>15,00</b>	<b>17,50</b>
<b>Amp. IC</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>20</b>
<b>S<sub>x</sub></b>	<b>14,5</b>	<b>16,30</b>	<b>17,99</b>	<b>14,4</b>	<b>16,47</b>	<b>17,03</b>
<b>Máximo</b>	<b>80</b>	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>60</b>	<b>78</b>	<b>80</b>

Del análisis de los estadísticos descriptivos se destacó:

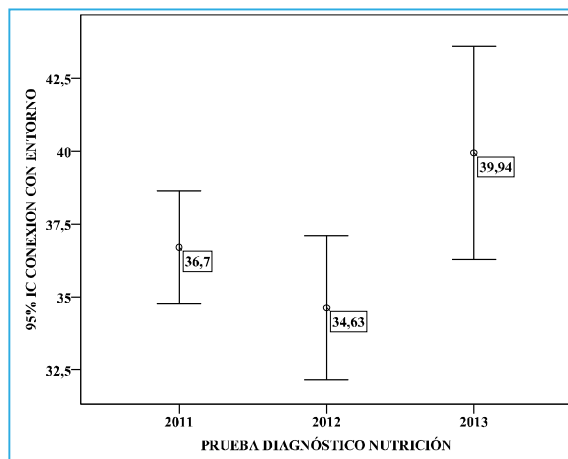
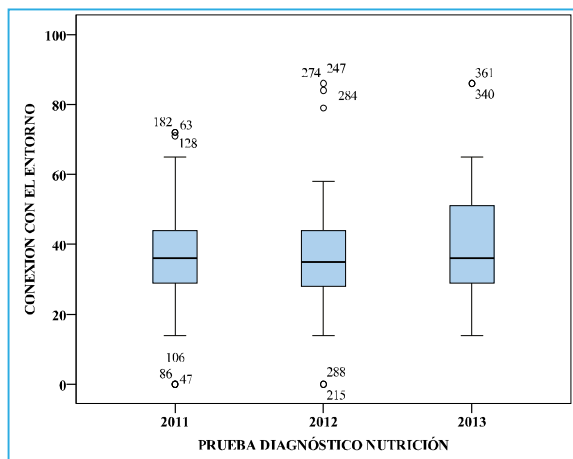
- Distribución asimétrica para las notas finales y notas de las categorías en las distintas cohortes..
- La nota final para la cohorte 2013 presentó el mayor promedio (32,09)
- La categoría que presentó el mayor promedio fue conexión con el entorno para la cohorte 2013 (36,70)
- Las categorías que presentaron menores valores promedio fueron relaciones matemáticas (14,63) y conocimiento de la Ciencia (16,34), ambas correspondientes a la cohorte 2012.
- Lo anterior se interpretó de manera visual al realizar los diagramas de cajas y barras de error correspondientes a nota total de la evaluación diagnóstico y notas de cada una de las categorías para las 3 cohortes.

### **Notas finales**



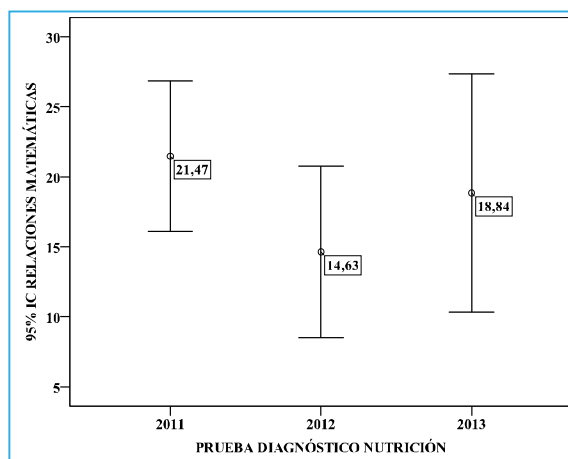
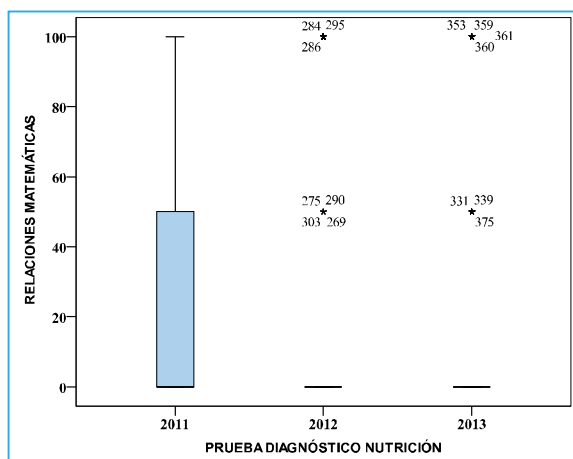
Figuras 11 y 12. Diagramas de caja y barras de error para nota final alcanzada en pruebas diagnóstico 2011/12/13.

### Conexión con el entorno



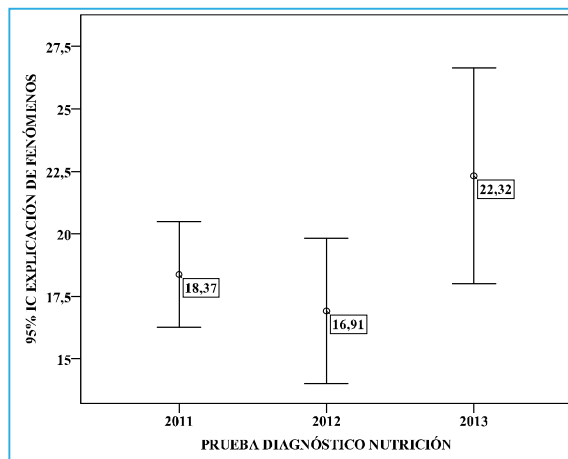
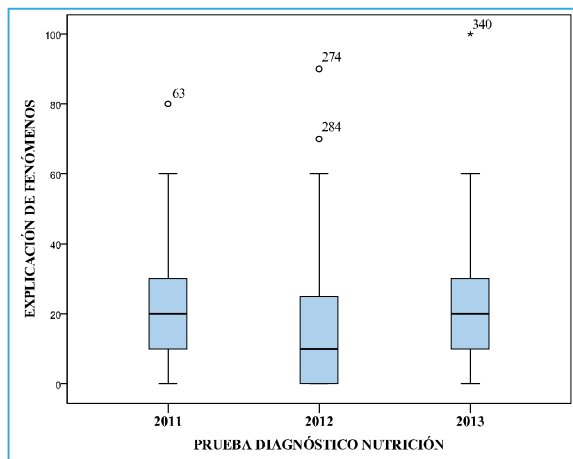
Figuras 13 y 14. Diagramas de caja y barras de error para nota Conexión con el Entorno pruebas diagnóstico 2011/12/13.

### Relaciones matemáticas



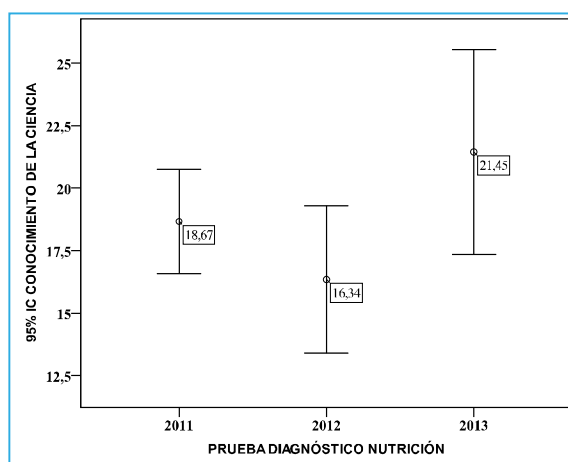
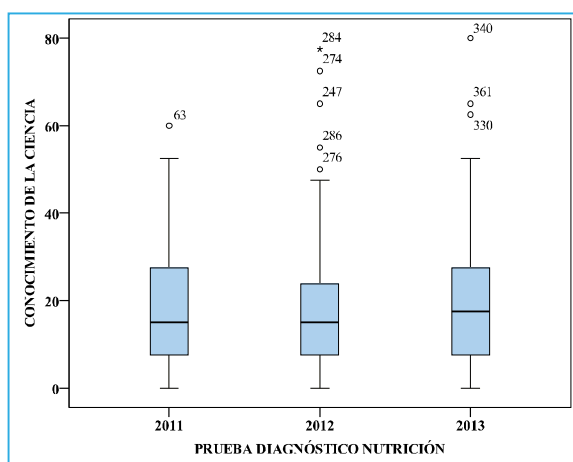
Figuras 15 y 16. Diagramas de caja y barras de error para nota Relaciones Matemáticas pruebas diagnóstico 2011/12/13.

### Explicación de fenómenos



Figuras 17 y 18. Diagramas de caja y barras de error para nota Explicación de Fenómenos pruebas diagnóstico 2011/12/13.

### Conocimiento de la Ciencia



Figuras 19 y 20. Diagramas de caja y barras de error para nota Conocimiento de la Ciencia pruebas diagnóstico 2011/12/13, respectivamente.

- De los diagramas de cajas y barras de error correspondientes a nota total de la evaluación diagnóstico y notas de cada una de las categorías para las 3 cohortes, se pudo visualizar que tanto para las notas finales como para cada categoría aparecen solapados los intervalos para las distintas cohortes, por lo que se realizó la prueba ANOVA para comparar los intervalos.

### Comparación entre notas y categorías de las tres cohortes

Se determinaron las medias de las notas finales y la media de las notas de las categorías de cada una de las cohortes

- Para poder comparar las medias y establecer igualdad de medias se postuló como hipótesis nula:

$$H_0: \mu_{\text{cohorte 2011}} = \mu_{\text{cohorte 2012}} = \mu_{\text{cohorte 2013}}$$

Se postuló como hipótesis alternativa que al menos una de las medias resulta diferente:

$$H_1: \mu_{\text{cohorte 2011}} \neq \mu_{\text{cohorte 2012}} \neq \mu_{\text{cohorte 2013}}$$

- Prueba de ANOVA de un factor.

Tabla 10. Prueba ANOVA de un factor evaluaciones diagnóstico 2011, 2012 y 2013.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
NOTA FINAL	Inter-grupos	217,007	2	108,504	,395	,674
	Intra-grupos	102580,660	373	275,015		
	Total	102797,667	375			
RELACIONES	Inter-grupos	3442,913	2	1721,456	1,346	,261
	Intra-grupos	476869,587	373	1278,471		
	Total	480312,500	375			
CONEXION	Inter-grupos	1247,832	2	623,916	3,252	,040
	Intra-grupos	71571,912	373	191,882		
	Total	72819,744	375			
EXPLICACION	Inter-grupos	1314,980	2	657,490	2,638	,073
	Intra-grupos	92965,871	373	249,238		
	Total	94280,851	375			
CONOCIMIENTO	Inter-grupos	1175,936	2	587,968	2,415	,091
	Intra-grupos	90795,008	373	243,418		
	Total	91970,944	375			

Al realizar la prueba de ANOVA se comprueba que las categorías

NOTA FINAL

EXPLICACION DE FENÓMENOS

RELACIONES MATEMÁTICAS

CONOCIMIENTO DE LA CIENCIA

presenta igualdad de media entre las distintas cohortes ( $p > 0,05$  según: 0,674 - 0,261 - 0,073 - ,091)

La categoría CONEXION CON EL ENTORNO presenta un nivel de significancia  $p < 0,05$ : ,040

Lo anterior hizo descartar la Hipótesis nula y asumió la Hipótesis alternativa tal que existe diferencia entre las medias de los grupos al menos para una de las cohortes.

Para poder comprobar el supuesto de homogeneidad de varianzas se realizó la prueba con el Estadístico de Levene, obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 11. Prueba para comprobar supuesto de homogeneidad de varianzas para cada categoría evaluada.

Prueba de homogeneidad de varianzas				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
NOTA FINAL	2,057	2	373	,129
RELACIONES	3,151	2	373	,044
CONEXION	1,416	2	373	,244
EXPLICACION	1,570	2	373	,209
CONOCIMIENTO	,693	2	373	,501

Luego de realizar la prueba de homogeneidad de varianzas se comprobó que la categoría Relaciones matemáticas no cumple con el supuesto, por lo que al realizar las pruebas post hoc se utilizó una prueba para variables no paramétricas (T3 de Dunnet).

- Prueba post hoc para variables no paramétricas

Luego de realizar la prueba T3 de Dunnet se observó que no existen diferencias significativas entre los grupos para la categoría conexión con el entorno, ya que las diferencias entre grupos presentan nivel de significancia mayor que 0,05 ( $p > 0,05$ ), por lo que se considera que existe igualdad de medias entre las distintas cohortes.

Con respecto a las notas finales de las distintas cohortes al realizar la prueba de Tukey se obtuvieron los resultados visualizados en la tabla 12.

Tabla 12. Prueba HSD de Tukey nota final evaluaciones diagnóstico 2011, 2012 y 2013.

NOTA FINAL		
HSD de Tukey <sup>a,b</sup>		
PRUEBA DIAGNÓSTICO NUTRICIÓN	N	Subconjunto para alfa = 0.05

			1
dimension1	2011	184	30,04
	2012	123	30,33
	2013	69	32,09
	Sig.		,638
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 106,923.			
b. Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.			

Se comprobó que para las notas finales se acepta la hipótesis nula, ya que para las tres cohortes se encontró un nivel de significancia mayor que 0,05 ( $p = 0,638$ ), por lo que se considera que existe igualdad de medias entre las distintas cohortes.

Al realizar las medias de las notas finales y nota de cada una de la categorías en el total de la muestra (considerando  $N= 376$ ) se comprobó que las categorías menos logradas resultaron explicación de fenómenos, conocimiento de la ciencia y relaciones matemáticas. Lo anterior se visualiza en la siguiente figura

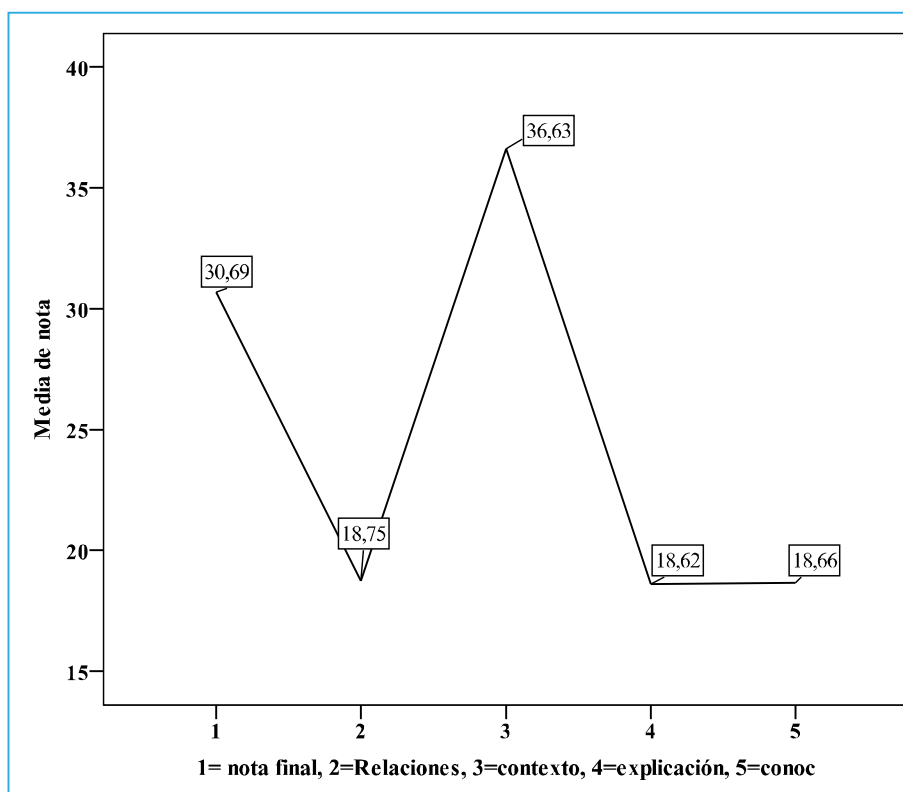


Figura 21. Gráfico de media de nota final y de cada categoría considerando  $N= 376$ .

Tabla 13. Prueba HSD de Tukey subconjuntos homogéneos 2011, 2012 y 2013.

nota
HSD de Tukey <sup>a</sup>

1= nota final, 2=Relaciones, 3=contexto, 4=explicación, 5=conoc		N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
dimension1	4	376	18,62		
	5	376	18,66		
	2	376	18,75		
	1	376		30,69	
	3	376			36,63
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 376,000.

De la tabla 13 se desprende que, para las categorías explicación de fenómenos, conocimiento de la ciencia y relaciones matemáticas, tomando como N de la muestra la media armónica 376 (total de evaluaciones de los años en estudio), existe igualdad de medias.

### IV.3. A modo de primeras reflexiones y conclusiones

Al entender a la evaluación como un proceso de investigación sistemática del valor o la calidad de un objeto -en este caso un proyecto educativo- se pretende con ella obtener informaciones útiles y valiosas, para “ayudar a ver lo que de otra manera permanecería oculto” y para permitir a todos los actores toma de decisiones fundamentada.

En relación al tercer objetivo específico planteado:

*Indagar acerca de concepciones alternativas, conocimientos sobre Conservación de la Energía; Fuerza; movimiento y competencias genéricas con que los estudiantes comienzan a cursar la asignatura*

Del análisis de los datos se desprende que un elevado porcentaje de estudiantes – cercano al 80%- logra integrar conocimientos a situaciones de la vida cotidiana, 31% de los alumnos que realizaron la prueba diagnóstico presenta ideas correctas sobre las transformaciones y conservación de la Energía, 22% ha adquirido habilidades lógico-matemáticas mientras que solo el 8% de los estudiantes posee ideas correctas sobre aplicación de Fuerzas y movimiento.

Según Prieto Castillo (2009), la evaluación, entendida como instancia y como componente de la planificación, constituye una oportunidad para revisar, considerar, verificar, adecuar, reorganizar, ajustar y mejorar. Dicho de otro modo, es parte necesaria –no final- del proceso de gestión de una institución educativa, presencial o a distancia.

Desde este marco la etapa correspondiente a la evaluación diagnóstico, se traduce en un recorrido por el proceso planificador completo a fin de comprenderlo y adecuarlo,



entendiéndola como complemento de la planificación y ayuda para la gestión de todo proyecto educativo.

De lo anterior se concluye que el ejercicio que requiere interpretar el movimiento a partir de las interacciones del cuerpo en estudio (ejercicio 4) es el que presenta mayor dificultad, por lo que se elaboraron estrategias didácticas, que aborden el tema partiendo de la conservación de la energía, lo que según los resultados de las notas de cada ejercicio resultaría adecuado para lograr un aprendizaje significativo, a partir de los conocimientos previos de los alumnos participantes.

Al elaborar las estrategias didácticas para la enseñanza de la asignatura Física General y Termodinámica, considerando las competencias evaluadas en la etapa diagnóstica, se debe tratar de rescatar experiencias que, partiendo de su **conexión con el entorno físico** (competencia mejor lograda), enfatizan en la **explicación de estos fenómenos** recurriendo al **conocimiento de la Ciencia**.

En relación con los resultados de la evaluación diagnóstica y la importancia del concepto de energía, su transformación, conservación y degradación, se propone para la enseñanza de la asignatura Física General y Termodinámica, rescatar experiencias que enfatizan en la explicación de estos fenómenos, sus relaciones y aplicaciones en el contexto de las ciencias de la salud.

Se piensa en la conservación de la energía como uno de los elementos conceptuales más importantes de la ciencia en todas sus manifestaciones: limita el número de procesos que pueden ocurrir, mientras que la evolución de los posibles viene determinada por la segunda ley de la termodinámica.

Por otra parte, el concepto de energía no aparece ligado tan sólo a la física. Así, por ejemplo, se presenta en muchos fenómenos de la biología. De esta forma, se analiza su transferencia y transformación en la fotosíntesis, y en los procesos de respiración celular, a través del ATP. También se considera su conservación y transformación en los flujos que se presentan en los ecosistemas, mientras que la química hace uso de la energía en conceptos tales como entalpía, energía libre o calor de reacción.

Un buen dominio de los conocimientos supone, en general, la capacidad de utilizarlos en la resolución de problemas, en la interpretación cualitativa de situaciones diversas, correspondientes por ejemplo, a cuestiones de la vida cotidiana y al contexto en que el estudiante se encuentra.

Adquirir conocimiento científico es por tanto una actividad cultural que genera no sólo nuevas representaciones, sino también nuevas formas de representar y concebir el mundo. Así, adquirir conocimiento científico puede permitir descubrir nuevos y fascinantes continentes y, en lugar de conquistarlos, dejarse conquistar por ellos (Pozo, 2002).

No puede existir esfuerzo por aprender, si un estudiante no hace suya la problemática de un tema que requiere ser aprendido. De ahí la importancia de que el docente no sólo domine el saber científico que es objeto de la enseñanza, ni sólo se apoye en las teorías cognitivas o del aprendizaje que le permitan explicar cómo es el proceso de construcción del conocimiento por parte de un sujeto, sino que tenga una adecuada formación en el debate didáctico contemporáneo, para que pueda formular una situación de aprendizaje que articule problemas del contexto con saberes (Díaz Barriga, 2011).

## CAPÍTULO V

### La propuesta de enseñanza. Diseño, planificación y desarrollo.

#### V. Introducción

#### V.1. Plan de Estudio y planificaciones de LN en relación al objeto de estudio

#### V.2. Entornos de enseñanza y de aprendizaje específicos

##### V.2.1. Entornos de enseñanza y de aprendizaje dentro de instancias presenciales

##### V.2.2. Entornos de enseñanza y de aprendizaje dentro de instancias virtuales

#### V.3. Recursos y estrategias didácticas

#### V.4. Diseño de actividades y secuenciación para la enseñanza

##### V.4.1. A modo de ejemplo, análisis de actividades y secuenciación de la primer semana de cursado.

#### V.5. Articulación transversal y longitudinal



Bond of Union. MC Escher (1956)

*"Dudar de la veracidad de lo que nos es transmitido del pasado y tratar de determinar ab initio nuevamente esas situaciones a partir de la experiencia, en vez de admitir las experiencias del pasado tal como nos llegan. Esto es la ciencia, es el resultado de descubrir que es valioso volver a comprobar lo logrado mediante las experiencias pasadas de la raza"*

**Richard Feynman (1969)**

## **V. Introducción**

Dentro de las nuevas tendencias de enseñanza y aprendizaje en la Universidad actual, resulta primordial preparar a los estudiantes para aprender de forma autónoma, estimular el interés por saber más y por tener curiosidad por lo verdadero, aprender a valorar de forma crítica la realidad, teniendo un pensamiento reflexivo (Monereo y Pozo, 2003).

Según Carlino (2005), el estudiante incorpora información que luego convierte en algo propio, relacionándolo con lo que ya posee. Los docentes tienen que prever esta acción cognitiva del sujeto y propiciarla.

En la actualidad esta perspectiva se amplía, ya que numerosos autores investigan acerca de las razones tendientes a justificar la brecha existente entre lo que los docentes esperan y lo que se logra en los estudiantes de nivel superior. Cabe preguntar: ¿De qué manera pueden colaborar los docentes para minimizar dicha brecha que promueve el abandono en los primeros años de la Universidad?

Adhiriendo con Falicoff, Güemes y Odetti (2015), se considera que la identificación de los problemas en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y la búsqueda de soluciones, en las propias aulas, debe realizarse a través del trabajo conjunto entre el docente universitario en ejercicio y los resultados que aporten las investigaciones en Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Es preciso definir lo que se espera que los estudiantes aprendan, y de ser posible, de manera curricular, plantear objetivos que se aproximen al uso que los profesionales competentes hacen al enfrentarse a sus tareas profesionales, tales como desarrollar aplicaciones, hacer previsiones, diagnósticos o explicar y resolver problemas nuevos. Hacer estas tareas implica llegar a comprender las distintas instancias del proceso de enseñanza y de aprendizaje.

Surgen entonces como interrogantes:

- ¿Qué conocimientos y formas de experiencia son más valiosos?
- ¿Qué significado tiene la educación para los jóvenes universitarios con miras a su futuro desempeño profesional?

En camino a posibilitar algunas respuestas, una especial dedicación merecen las actividades de enseñanza y aprendizaje.

Según Biggs (2006), éstas han de estar lo suficientemente bien diseñadas para que no se pueda pasar por ellas sin realizar aprendizaje. Lograr este objetivo requiere que el estudiante

alcance una base de conocimientos bien estructurada, un contexto motivador adecuado, para realizar su actividad e interactuar con sus pares. Toda planificación de actividades que tenga en cuenta estos elementos, promoverá un aprendizaje de calidad.

Desde este lugar, la postura constructivista se alimenta de las aportaciones de diversas corrientes psicológicas asociadas genéricamente a la psicología cognitiva; para este estudio interesa en particular la teoría ausubeliana de la asimilación y el aprendizaje significativo, la psicología sociocultural vigotskiana y la teoría del aprendizaje expansivo de Engeström. Estos autores, desde las teorías asociadas, comparten el principio de la importancia de la actividad constructiva del alumno en la realización de los aprendizajes (Díaz Barriga y Hernández Rojas, 2002).

Por lo anterior, las estrategias de enseñanza deben satisfacer las demandas de la teoría constructivista sobre el desarrollo de la comprensión: la enseñanza debe estar abierta a los estudiantes con actividades y pensamiento autorreferencial y, en el sentido de juegos de lenguaje (Wittgenstein, 1984), la comunicación es un elemento principal del desarrollo del significado (Glaserfeld, 1989).

Desde este marco, considerando el desarrollo del cuarto objetivo específico:

*Diseñar e implementar una propuesta didáctica para Física General y Termodinámica, asignatura de la Carrera de Licenciatura en Nutrición*, en el presente capítulo se explicitan:

- Relaciones entre Plan de estudio LN, planificaciones y el objeto de estudio.
- Entornos de enseñanza y aprendizaje específicos propuestos.
- Recursos y estrategias didácticas propuestos.
- Diseño de actividades y secuenciación para la enseñanza.
- Actividades de articulación transversal y longitudinal.

### **V.1. Plan de Estudio y planificaciones de LN en relación al objeto de estudio**

Durante la enseñanza universitaria la creatividad debe ser analizada en los programas y currículo y no sólo en los sujetos. Un estudiante será más creativo si los ambientes y programas valoran y facilitan su expresión y si se cuenta con educadores innovadores y creativos. El aprendizaje significativo requiere la integración de nuevos conceptos y proposiciones en la estructura cognitiva para alcanzar elevados niveles de conocimiento (Novak, 2013).

Uno de los fuertes reparos que recibe la formación universitaria actual surge de la falta de relación que existe entre la enseñanza de las disciplinas básicas y el empleo que se hará luego de esos conocimientos. Esta crítica se hace cada vez de manera más señalada, orientándose a lograr que se produzca un cambio de enfoque en la enseñanza de estas disciplinas, procurando que, desde un principio, se apliquen a la resolución de problemas profesionales (Camilloni, 2016).

La mirada hacia como las universidades darán respuesta a estas demandas, se perfila en el cuestionamiento al paradigma academicista, fuertemente enraizado en la Educación Superior, centrado más en el producto que en los procesos. Emergen como alternativas, concepciones curriculares más abiertas, interactivas, planteamientos holísticos que buscan la globalidad e interrelación, en perspectivas inter y transdisciplinarias (Solar, 2006).

Lemke (1997) reconoce que:

... si la meta de la educación científica es capacitar a los alumnos para el uso de las formas de razonamiento y acción que constituye la práctica científica, si los medios de comunicación que empleamos para la enseñanza y si la naturaleza de los conceptos científicos que esperamos que los alumnos aprendan a utilizar son en todos los casos integraciones complejas del lenguaje, las matemáticas, las representaciones visuales y las acciones prácticas, es importante que en nuestra enseñanza, prestemos mucha más atención a todos los lenguajes de la ciencia. (p. 182)

En el nuevo modelo de enseñanza, la tarea que ha de desarrollar el docente no es una tarea que pueda realizarla en solitario: es una tarea colectiva que exige el entendimiento y coordinación de todo el equipo docente, donde la institución es participante activo de dicho proceso. Concretamente, se han de establecer relaciones permanentes intradisciplinarias e interdisciplinarias.

Desde ese lugar, interesa conocer posibles relaciones entre Plan de estudio, planificaciones y el objeto de estudio.

Como se mencionó en el capítulo II de la presente investigación, en el plan de estudios de la carrera de LN de la FBCB-UNL, se hizo referencia a dimensiones generales y particulares desde donde se concibe el diseño curricular.

Siguiendo la organización de asignaturas propuestas por Obaya y Martínez, (2002), se mencionaron:

- asignaturas electivas (al menos 2) pertenecientes al campo de formación general,
- quince (15) asignaturas pertenecientes al ciclo inicial de la carrera, correspondiendo al campo de formación básica,
- veintiún (21) asignaturas pertenecientes al ciclo superior de la carrera, correspondiendo al campo profesional,
- asignaturas optativas (al menos 2), de carácter disciplinar, correspondiendo al campo complementario.

Dentro de los objetivos mencionados para el ciclo inicial se propone:

...proveer una firme base química, biológica, matemática, estadística, física general y termodinámica y fisicoquímica biológica, sobre la que se apoya el Ciclo Superior, junto con los elementos indispensables del área humanístico-social que caracterizan a una carrera con una importante inserción en la sociedad como la que se propone (Proyecto de creación de la carrera de LN, FBCB-UNL, Resolución Ministerial N° 0752/2004).

Respecto de este objetivo, es necesario preguntarse, ¿en las planificaciones de las asignaturas están planteadas temáticas que se recuperan de asignaturas precedentes?, ¿cuáles se consideran de apoyo para el desarrollo de distintas asignaturas?

Intentando dar respuesta a estas preguntas, en relación a los contenidos de la disciplina Física General y Termodinámica, se realizó un estudio sobre las planificaciones del total de las asignaturas y se encontró que de las 36 planificaciones de materias obligatorias, en 23 de

éstas se encuentran contenidos recuperados de Física General, según la siguiente distribución:

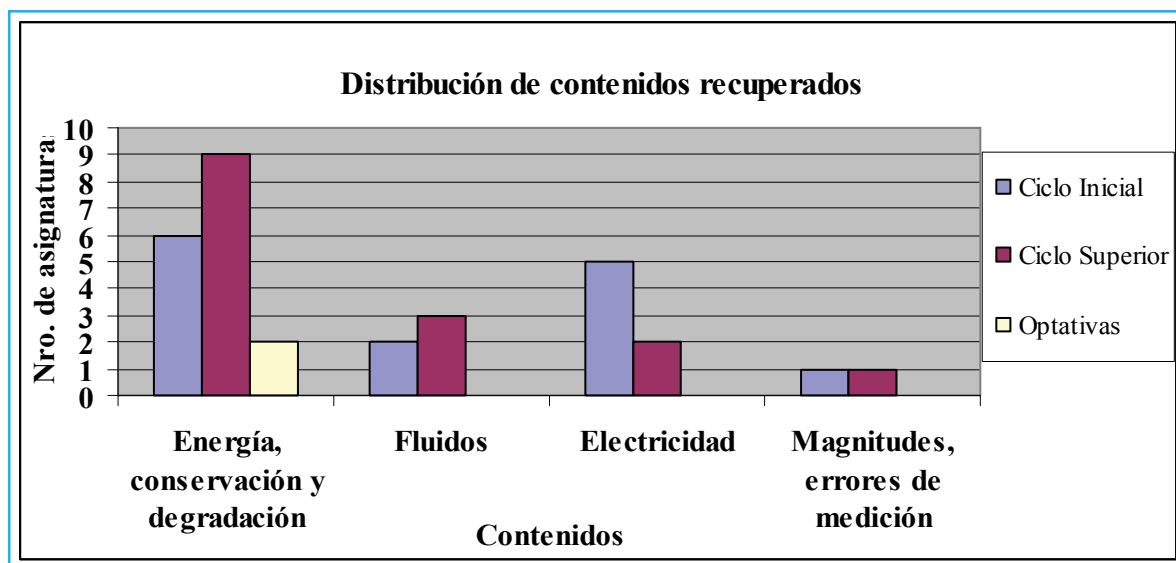


Figura 22. Gráfico de barras de distribución de contenidos recuperados en Ciclos del Plan de Estudio LN 2011.

En la figura 22 se observa que los contenidos sobre energía y su conservación presentan el mayor porcentaje de recuperación, siendo desarrollados en ciclos inicial, superior y en materias optativas (47% de las asignaturas de LN contienen en sus planificaciones temas relacionados; dentro de este porcentaje la mayor incidencia se encuentra en el ciclo superior de la carrera).

En Anexo 5 se dispone del Plan de Estudio de LN, donde se encuentran subrayadas, las asignaturas que en sus planificaciones presentan contenidos recuperados de Física General y Termodinámica.

A modo de ejemplo, se transcriben algunos extractos de planificaciones de asignaturas de los diferentes ciclos:

**Ciclo inicial** (relaciones de tipo transversal):

**Biología general:** Año I. 2do. cuatrimestre

Unidad IV: Metabolismo celular: El papel del ATP. Rendimiento energético global

**Fundamentos de Alimentación y Nutrición:** Año 2. 1er. cuatrimestre

Unidad IV: Energía y requerimientos energéticos. Balance energético. Aporte energético de los nutrientes. Energía total, metabolizable: eficiencia. Medición del metabolismo energético. Gasto energético total. Requerimientos energéticos y recomendaciones.

**Biología celular y molecular:** Año 2. 1er. cuatrimestre

Unidad II: Límite celular: Transporte a través de membrana.



Unidad V: Organoides citoplasmáticos y el metabolismo celular: Clasificación de las células según sus habilidades para la obtención de la fuente de energía.

**Química Biológica Nutrición:** Año 2. 2do. cuatrimestre

Dentro de sus objetivos de conocimiento:

- Conocer y cuantificar los intercambios de energía en las distintas etapas metabólicas de la secuencia global.

**Ciclo superior** (relaciones de tipo longitudinal):

**Fisiología Humana:** Año 3. 1er. cuatrimestre

Unidad I: Membrana celular y transporte biológico: Mecanismo de transporte de solutos. Movimiento de transporte de agua a través de membrana.

Unidad II: Potenciales de Membrana: origen del potencial de reposo normal de membrana en neurona. Potencial de acción. Características bioeléctricas del músculo liso.

Unidad VI: Temperatura corporal: transferencia y distribución del calor. Mecanismos de pérdida del calor.

Unidad VIII: Ciclo cardíaco: variaciones de presión y volumen. Relación entre eventos eléctricos y mecánicos. Hemodinamia: leyes de la circulación. Relaciones entre flujo, presión y resistencias.

**Tecnología de los Alimentos:** Año 4. 1er. cuatrimestre

Unidad II: El calor como fuente de energía: generación de calor. Mecanismos de transmisión de calor: conducción, convección, y radiación.

**Nutrición en Situaciones Patológicas II:** Año 4. 2do. cuatrimestre

Dentro de sus objetivos:

- realizar estimaciones y ajuste de las necesidades nutricionales en diferentes situaciones patológicas

Unidades I, II, III, VI y X: Abordaje nutricional: valoración del estado nutricional. Determinación de las necesidades nutricionales. Monitoreo nutricional.

**Nutrición Deportiva:** Materia optativa.

Unidad I: Sistemas Energéticos. Utilización de sistemas energéticos en los diferentes deportes. La nutrición como sustento de los diferentes sistemas energéticos.

Unidad II: Nutrientes esenciales en la práctica deportiva. Necesidades energéticas. Fuentes de energía.

Lo anterior pone de manifiesto la importancia del concepto de conservación de energía, en íntima relación con las planificaciones de las asignaturas, tanto de manera transversal como longitudinal.

De acuerdo a lo investigado y mencionado en los capítulos precedentes, se propone como eje de enseñanza de física para la carrera de LN, la conservación de la energía, considerando diversos entornos de enseñanza y de aprendizaje.

## **V.2. Entornos de enseñanza y de aprendizaje específicos**

Citando a Moreira (2014), para la enseñanza de física en situación formal de enseñanza, presencial o a distancia, deberían tenerse en cuenta los siguientes ítems:

- El conocimiento previo debe ser siempre considerado. Es la variable aislada que más influencia tiene sobre el aprendizaje de nuevos conocimientos (Ausubel, 1983), funcionando tanto como anclaje cognitivo que ayuda a dar significados a esos conocimientos, en un proceso interactivo, o como obstáculo epistemológico que dificulta la atribución de significados. No tiene sentido enseñar sin tener en cuenta el conocimiento previo de los alumnos en alguna medida.

- Los aspectos más importantes, más inclusivos, más generales de un cuerpo de conocimientos deben ser presentados en el comienzo de la enseñanza y progresivamente diferenciados en términos de detalles, especificidades, formalismos. Es más fácil para el alumno captar partes de un todo si ya tiene idea del todo (Ausubel, 2002).

- Las TIC deben ser incorporadas a la enseñanza, constituyéndose como tecnologías del aprendizaje y el conocimiento (TAC) permitiendo estimular el trabajo colaborativo y la creación de escenarios para la coevaluación y autoevaluación (Díaz Barriga, 2010). La mediación que lleva a la captación de significados no es más solamente humana y semiótica, incluye también al ordenador.

- La interacción personal, la negociación de significados entre alumnos y docentes o entre ellos mismos, considerados como fundamental. El conocimiento previo (la variable más importante) es largamente implícito. Sin crear situaciones para que los estudiantes se comuniquen, el docente no tiene idea de cuáles y cómo están siendo captados los significados de la materia de enseñanza.

- Las primeras situaciones presentadas o propuestas a los alumnos deben corresponder a su mundo, su entorno, su edad, su cultura. Son las situaciones que dan sentido a los

conocimientos (Vergnaud, 2007). Las situaciones fuera del contexto del alumno deben ser trabajadas progresivamente en crecientes niveles de complejidad.

- La enseñanza no debe ser monológica, sino dialógica (Freire, 1997). El docente debe hablar menos -narrar menos- y crear más espacios para que los alumnos hablen y externalicen los significados que están captando.

- Enseñar no es depositar conocimientos en la cabeza del alumno (Freire, 1994). La adquisición de conocimientos es importante pero con criticidad, con cuestionamiento. Los contenidos físicos no deben ser enseñados como verdades inmutables, sino como construcciones, creaciones del hombre.

- En la enseñanza se deben utilizar distintos materiales y diferentes estrategias didácticas, estimulando la participación del alumno (Moreira, 2014). Basar la enseñanza en un único manual no es educar, sino entrenar. El modelo de enseñanza no puede ser únicamente el de la narrativa porque poco queda de él después de algún tiempo.

- La evaluación no puede estar basada exclusivamente en pruebas de respuesta correcta. Esta estrategia es conductista, no evalúa, mide. La evaluación debe buscar evidencias de aprendizaje, debe incluir aspectos formativos y recursivos (Moreira, 2014).

- Se debe dejar de seleccionar talentos en Física y empezar a desarrollar talentos, mezclando el aprendizaje activo centrado en el alumno con la práctica deliberada. La enseñanza de la Física no es una cuestión de llenar de conocimientos los cerebros de los estudiantes, sino de desarrollar sus cerebros en Física (Moreira, pp. 51-52).

Las cuestiones planteadas anteriormente permiten repensar el proceso educativo y considerarlo como un proyecto donde se busca construir un todo, formado tanto por conceptos teóricos, actividad práctica, recursos y estrategias que promuevan competencias genéricas, así como posibilidades de articulación de manera transversal y transdisciplinar. En este sentido, el sistema de cursado y entornos de enseñanza y aprendizaje específicos, pueden colaborar en el mejoramiento global del proceso, promoviendo la motivación del estudiante y la autogestión del aprendizaje.

Para ello, se considera que el ambiente educativo trasciende la noción simplista de espacio físico y va más allá de un solo entorno, se enriquece de las interacciones entre los participantes, promoviendo construir conocimientos desde sus saberes anteriores. El ambiente involucra a la organización y disposición espacial, las relaciones que se establecen entre los

elementos de su estructura, y las pautas de comportamiento que en él se desarrollan, el tipo de relaciones que mantienen las personas con los objetos, las interacciones entre las personas, los roles que se establecen, los criterios que prevalecen y las actividades que se realizan (Duarte, 2003, p. 102).

Como referencia, cabe mencionar los grandes ejes de debate planteados por el Proyecto Tuning para América Latina (2007), en torno al espacio de Educación Superior:

- El paradigma de una educación primordialmente centrada en el estudiante.
- El desarrollo de la tarea pedagógica en forma transversal y transdisciplinar.
- La concepción de una educación de calidad, pertinente y transparente.
- Los debates sobre la duración de las carreras y las nuevas modalidades de enseñanza a distancia y virtuales.

Este proceso implica apertura al diálogo y aprendizaje mutuo.

Dentro de estos múltiples lenguajes, el lenguaje gráfico es uno de los principales códigos que los estudiantes deben aprender para hacer ciencia. Esta demanda no sólo viene de las actividades de Física, Química y Matemáticas, sino también de otras áreas y de la propia vida cotidiana. Al respecto, Roth (2002) afirma que ser un individuo alfabetizado científicamente significa ser capaz de decodificar y reconstruir esas formas de comunicación.

Si bien se plantean espacios de manera separada para su abordaje, se entiende que tanto los espacios presenciales (entorno de experimentación, de coloquio y de seminarios) como el espacio virtual, guardan una marcada interrelación en la construcción conjunta del conocimiento. A continuación se fundamentan los sentidos de los entornos planteados.

### **V.2.1. Entornos de enseñanza y aprendizaje dentro de instancias presenciales**

#### **El entorno de experimentación**

La física es una ciencia basada en fenómenos tangibles que se interpretan con modelos teóricos en un lenguaje matemático. En el aprendizaje de física la componente experimental es fundamental e imprescindible en la comprensión de este conocimiento (Rodríguez-Llerena y Llovera-González, 2014, Ruíz-Mendoza y Ramírez, 2015).

Dentro de los facilitadores de la práctica científica, se abre un panorama de posibilidades de exploración experimental y conceptual en la que aparatos e instrumentos se hacen relevantes en la construcción del conocimiento, la experimentación supera el papel subsidiario de

demostración de la teoría, asumiendo el estudiante un rol activo en la construcción de explicaciones sobre los fenómenos en estudio (García y Estany, 2010).

Considerando a la física como ciencia fáctica, la experimentación juega un rol muy importante, saber física no es solamente saber de leyes y teorías, es también el saber experimental, mediante experimentos cualitativos y cuantitativos, que llenen de sentido el conocimiento, favoreciendo el desarrollo de competencias que ayuden a responder preguntas tales como: ¿cómo sabemos esto?, ¿por qué creemos en aquello?, ¿desde dónde lo explicamos?

El laboratorio les brinda a los estudiantes la posibilidad de aprender a partir de sus propias experiencias, estimulando la curiosidad y el placer por la investigación y el descubrimiento. Promueve en los alumnos la posibilidad de explorar, manipular, sugerir hipótesis, cometer errores y reconocerlos, y por lo tanto aprender de ellos (Gil, 2014).

Desde esta perspectiva se postulan como objetivos de este entorno lo siguiente:

- introducir a los estudiantes en la comprensión y entendimiento de la ciencia en general y la física en particular,
- estimular en los estudiantes una actitud crítica frente al conocimiento,
- promover la curiosidad, la creatividad y el placer por la investigación,
- estimular la elaboración de conjeturas razonables para explicar sus observaciones y resultados.
- utilizar sistema de datos y análisis por computadoras y poder interpretar su información.

### **El entorno de coloquio**

El abordaje de problemas en física, debe promover en el estudiante una actitud que le permita desarrollar una serie de estrategias de análisis y de comprensión de los problemas (Leonard, Gerace y Dufresne, 2002).

Para ello en el espacio de coloquio se plantean actividades estructuradas, relacionadas con las actividades de laboratorio, que faciliten la resolución de problemas, tales como:

- elegir problemas que requieran un análisis conceptual para ser resueltos, utilizando situaciones simples o familiares, relativamente fáciles de resolver con una abordaje basado en el análisis cualitativo de la situación planteada,

- promover que los estudiantes expliquen cómo resolverían un dado problema, evidenciando en qué se están enfocando y permitiendo al docente planificar estrategias en relación a lo expuesto,
- plantear en un mismo problema diferentes abordajes para su resolución; resolver el mismo problema utilizando un principio diferente promueve en los estudiantes la comparación entre métodos de resolución de problemas,
- no abundar en la cantidad de problemas propuestos, si no que un mismo problema pueda ser considerado en el transcurso de la semanas de cursado para poder internalizar las diferentes temáticas.

Como ejemplo, una serie de problemas se aplican a la mecánica a partir de la conservación de la energía, luego de la dinámica y por último de la cinemática, permitiendo de esa forma la construcción de significados. Se comienza con una representación que dé cuenta de la situación planteada, se realiza un análisis cualitativo, luego se plantean diferentes lenguajes para permitir su comprensión, se emplean diagramas, gráficas y ecuaciones que permitan cuantificar el problema.

Para promover un espacio motivador para los estudiantes, se fomenta la comunicación entre los alumnos, con el propósito de que argumenten sus ideas y debatan sobre las mismas, confrontándolas y consensuando conclusiones. Atendiendo a esta situación, los estudiantes se pueden organizar en pequeños grupos de trabajo, procurando tiempos flexibles y recursos que promuevan prácticas autorreguladoras del aprendizaje (García Carmona, 2006).

En las clases de ciencia los estudiantes deberían tener oportunidades de desarrollar las habilidades para proporcionar más explicaciones, seleccionando aquellas que contengan mayor capacidad de generalización, mayor poder explicativo y mayor sencillez.

El trabajo científico comienza confrontando la experiencia espontánea con ciertas otras realidades, cuya relación de analogía hace posible obtener una primera visualización de la estructura posible, la cual hubiera sido, de no mediar un modelo, invisible. El proceso de descripción científica constituye, entonces, una primera reelaboración de la experiencia espontánea, en la medida en que traduce los hechos a “hechos” que se recortan a la luz de modelos (Concari, 2001).

### **El entorno de seminarios de teoría**

Coll y Onrubia (2001) plantean que mediante el lenguaje las personas pueden representar sus conocimientos dando sentido a su experiencia y actividad, y al mismo tiempo compartirlos con otros; señalan que esa doble función, representativa y comunicativa del lenguaje, permite transformarlo en un instrumento privilegiado para pensar y aprender de y con los otros conocimientos, experiencias, deseos, expectativas y significados. Esto da la oportunidad a las personas de contrastar, negociar y representar de distintas maneras su conocimiento para realizar modificaciones.

La construcción de conocimiento en el aula se da por medio de actos de interacción discursiva mediados por la participación en actividades de aprendizaje conjunto.

Se percibe la participación discursiva docente-alumno, como rica y compleja en la construcción social del significado compartido, visualizando a los estudiantes como sujetos activos con conocimientos, creencias, intenciones, actitudes y valores.

Se trata de que la clase teórica resulte una propuesta integradora, que permita recuperar las distintas experiencias, reflexiones y conclusiones realizadas en las actividades de laboratorio y de coloquio, avanzando hacia la autogestión y construcción compartida del conocimiento.

### **V.2.2. Entornos de enseñanza y aprendizaje dentro de instancias virtuales**

La importancia que las TIC tienen para el desarrollo de la sociedad, y las características de los estudiantes universitarios, motiva a construir estrategias que incorporen el uso de recursos tecnológicos en la formación de futuros profesionales.

Las ventajas de proporcionar ambientes inteligentes de enseñanza y aprendizaje se hacen sentir en la necesidad de establecer un modelo educativo en la sociedad de la información que considere el autoaprendizaje mediante entornos facilitadores de aprendizajes significativos.

El aprovechamiento de las TIC, la gestión de nuevos entornos de aprendizaje, exige un cambio en las prácticas y la evaluación docente a través del diseño y gestión de actividades y entornos de aprendizaje (Litwin, 2008).

El paradigma educativo de la nueva sociedad de la información se puede caracterizar por modelos constructivistas de aprendizaje y entornos enriquecidos tecnológicamente (García Barneto y Gil Martín, 2006).

La enseñanza de la física es una de las principales áreas que ha utilizado las potencialidades de la computadora para el desarrollo de nuevas metodologías de enseñanza, motivando un campo de investigación multidisciplinario donde se conjugan la física, la enseñanza de la

física y la Informática. Esto lo muestra la gran cantidad y variedad de aplicaciones que se han desarrollado (Bouciguez y Santos, 2010).

Dichas actividades con utilización de TIC favorecen el proceso de comprensión, entendida por Perkins (1999) como asociada a la construcción de una representación mental y a un desempeño flexible respecto a un tópico.

Desde esta perspectiva, como complemento de la enseñanza presencial, se desarrollan actividades de autoevaluación alumno, utilizando el Entorno Virtual UNL. Se concibe este espacio interactivo de aprendizaje como favorecedor de habilidades sociocognitivas generales tales como aprender a buscar información, aprender a comunicarse, aprender a trabajar en colaboración, aprender a aprender.

Se promueve la incorporación de las tecnologías en el proceso de enseñanza y aprendizaje, formando un conjunto único de medios y dispositivos al alcance de los estudiantes.

Como recursos utilizados, entre otros, se incluyen simulaciones como elemento mediador del aprendizaje. Se comparte con Martínez-Castroverde y De Pro Bueno (2010) que las simulaciones son, en algunos casos concretos, una herramienta de alto valor pedagógico, tanto por los resultados que pueden ofrecer, como por su carácter motivador, siendo su uso interesante como una herramienta más, que conviene compaginar con clases de problemas y con prácticas de laboratorio (Díaz y Pandiella, 2015).

Se trata de percibir las TIC no como meros recursos educativos, sino también como instrumentos para la participación y la colaboración de docentes y estudiantes, que además no tienen que estar situados en el mismo espacio y tiempo, adoptando una visión desde la posición de Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación (TEP). Se parte de la perspectiva de que el aprendizaje no solo tiene una dimensión individual, sino también social, ya que la formación implica aprender en comunidad y ser capaz de interactuar y colaborar para construir el conocimiento (Cabero Almenara, 2016).

Desde aquí, se entiende el rol docente como vital en el diseño de la escenografía para la enseñanza y el aprendizaje, y para ello la tecnología juega un papel de mediadora en la construcción del conocimiento y la interacción social. Se supone también que los estudiantes sean más proactivos, creando y recreando situaciones de aprendizaje.

Resultados de estudios realizados en 2004 por la UNESCO (UIT-UNESCO, 2004), en América Latina, indican que la tendencia en educación que se manifiesta con mayor fuerza es hacia una articulación de lo presencial con lo distante y lo virtual con lo no-virtual.



En este contexto, se reflexiona sobre la capacidad transformadora que las TIC representan para la educación en la denominada “sociedad del aprendizaje”, “sociedad del conocimiento” o “sociedad-red”, todo ello en una dinámica de cambio y reflexión sobre el qué, el cómo y el para qué de la educación del siglo XXI (UNESCO, 2005).

Son las TIC, desde su concepción, diseño y posterior empleo en los procesos de aprendizaje, las que ayudan a adecuar la enseñanza a los nuevos escenarios de educación que están apareciendo (Mondéjar, Mondéjar y Vargas, 2006).

Los entornos virtuales proporcionan un soporte fundamental para adecuar la metodología docente a las necesidades de los estudiantes, promoviendo la autogestión en búsqueda de un aprendizaje independiente e interactivo. Proporciona materiales didácticos que facilitan, motivan y estimulan al alumno a auto aprender y a interactuar con la información, con sus compañeros y con su docente.

Se utilizaron en este espacio simulaciones libres según el Proyecto de Simulaciones Interactivas de PhET en la Universidad de Colorado dirigidos al nivel universitario. Se las organizó de acuerdo a estrategias que favorecieron la interacción del estudiante con la actividad, permitiendo profundizar la comprensión de cada temática.

Se intenta propiciar una nueva cultura evaluativa, caracterizada por procesos dialógicos que contribuyan a que el alumno aprenda a reconocer su situación ante el aprendizaje, y actúe en consecuencia.

Para alcanzar esta nueva cultura evaluativa, es necesario que la mayoría de los docentes analicen críticamente sus representaciones y enfoques teóricos respecto al objeto y al método de evaluación de los aprendizajes y sean capaces de asumir el desafío de evaluar en los estudiantes aprendizajes cognoscitivos de orden superior como la construcción de redes significativas, la perspectiva desde la multi-referencialidad, la transferencia flexible y creativa de conocimientos, el análisis de situaciones complejas, la interpretación, síntesis, inferencia, identificación y resolución de problemas, entre otras; y aprendizajes de actitudes como la responsabilidad, la iniciativa personal, el trabajo en equipo, la tolerancia, el respeto, entre las principales (Ortigoza, 2012).

Se sostiene que el potencial de las TIC para transformar las prácticas educativas y su impacto sobre lo que se hace y se dice en las aulas, y sobre quién, cuándo, cómo, con quién y para qué se hace o se dice, depende en última instancia, tanto de las posibilidades y

limitaciones de las tecnologías utilizadas como de los usos efectivos que hagan de ellas los participantes (Bustos Sánchez y Coll Salvador, 2010).

Así, mediante las TIC, se crea un espacio donde se llevan a cabo los intercambios comunicativos de docentes y alumnos en torno a los contenidos y tareas de aprendizaje. La interacción cara a cara y el lenguaje oral son complementados por la interacción virtual, el lenguaje escrito y las imágenes. Un entorno virtual de enseñanza y aprendizaje de este tipo se convierte en un nuevo espacio de interacción social que plantea demandas diferentes tanto a los estudiantes como a los docentes y que, al mismo tiempo, les proporciona nuevas herramientas, metodologías innovadoras y posibilidades de interacción enriquecida, para llevar a cabo el aprendizaje.

Resulta necesario hacer un seguimiento de los usos que los participantes hacen de estos recursos y de su evolución, así como una valoración del nivel de logro de los objetivos educativos para los que fueron diseñados, y proceder a una reconstrucción y adaptación en consecuencia del diseño original. En este sentido, la colaboración e intercambio entre usuarios finales –fundamentalmente, docentes y alumnos– diseñadores instruccionales y desarrolladores tecnológicos es un aspecto crucial en la optimización de los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje (Onrubia et al., 2006).

### **V.3. Recursos y estrategias didácticas**

Se propone un sistema de aprendizaje distribuido, contemplando actividades presenciales y no presenciales, utilizando una plataforma virtual con diferentes soportes tecnológicos, el Entorno Virtual UNL.

La enseñanza, así planteada, genera posibilidades de apertura desde distintos ámbitos:

- Desde lo Social:

Los estudiantes provienen tanto de la ciudad capital de la provincia, como de una amplia región que incluye provincias del centro y Norte del país; la propuesta facilitaría el acceso a las actividades -individuales y/ó grupales- de todos los participantes.

- Desde lo Pedagógico:

Se promueven actividades donde el estudiante participa activamente en su proceso de aprendizaje, de manera flexible e integrada. Se trata de reconstruir situaciones lo más cercanas o semejantes posibles a realidades concretas, recurso que estimula al alumno a que construya su propio conocimiento en continuo contacto con el contexto.

- Desde la Institución donde se desarrolla la propuesta:

Se propician acciones tendientes a fortalecer la incorporación de las TIC al proceso de enseñanza y aprendizaje, promoviendo la educación continua. De esta manera se contribuye a la retención de los estudiantes en los primeros años de su vida universitaria.

El aprender a aprender es la base para el desarrollo de la persona, y es lo que permite al estudiante hacer frente a los problemas que le presentan la vida universitaria hoy y su futura profesión el día de mañana (Novak y Gowin, 1988).

Tal como lo expresa Jesús Beltrán Llera (2003), se busca propiciar en los alumnos la idea de que, deben aprender durante toda la vida, y que el aprendizaje se convierte en un aprendizaje de toda la comunidad, poniendo de relieve la idea de inteligencia distribuida y compartida, haciendo uso de la tecnología para potenciarla y asistirarla.

Es así que se promueve el aprendizaje con tecnología, bajo una concepción constructivista de la tecnología al servicio del aprendizaje significativo, ayudando al estudiante a gestionar su propio conocimiento. Se parte de la práctica y se trata de reconstruir a la luz de diferentes abordajes teóricos, con el propósito de crear una propuesta reflexiva para la discusión.

Se sostiene que en el ámbito de la educación, lo realmente importante no son las tecnologías, sino la actividad conjunta que se genera como resultado de las relaciones entre las tres componentes del triángulo interactivo: el contenido que es objeto de enseñanza y aprendizaje, la actividad educativa e instruccional del docente y la actividad de aprendizaje de los estudiantes. Se considera también el hecho de que la capacidad de las TIC para transformar y mejorar las prácticas educativas no está tampoco en las TIC en sí mismas, sino en los usos que hacen de ellas los participantes mientras abordan los contenidos y desarrollan las actividades de aprendizaje (Bustos Sánchez y Coll Salvador, 2010).

De los resultados obtenidos en los distintos análisis efectuados se concluye que el ejercicio de la prueba diagnóstico, que requiere interpretar el movimiento a partir de las interacciones del cuerpo en estudio es el que presenta mayor dificultad, por lo que se tratarán de elaborar estrategias didácticas, que aborden el tema partiendo de la Conservación de la Energía, lo que -según los resultados de las notas de cada ejercicio- resultaría adecuado para lograr un aprendizaje significativo, a partir de las ideas previas de los alumnos participantes.

Se piensa así, coincidiendo con Pozo y Gómez Crespo (2006), en un modelo de enseñanza y aprendizaje de las ciencias basado en la integración y reestructuración de los conocimientos y/o concepciones alternativas en el marco de las teorías científicas.

Se trata entonces de integrar ambas formas de conocimiento -el conocimiento cotidiano y el conocimiento construido sobre núcleos conceptuales de la disciplina-, más que en la sustitución de una por otra, para lo que conviene repasar las diversas formas de entender estas relaciones, no sólo de modo explícito en la investigación sino sobre todo de modo implícito en las aulas a través de la práctica cotidiana en el aprendizaje y la enseñanza de ciencias.

#### V.4. Diseño de actividades y secuenciación para la enseñanza

Desde la TA (3ra. generación) se considera a la enseñanza como un sistema de actividad de naturaleza colectiva, de interacción e influencia permanente, reconociendo la existencia de diversos puntos de vista, concepciones e intereses que reflejan diferencia en los sentidos, significados, modos de organizar y ejecutar esta práctica.

Engeström señala que el potencial para el aprendizaje expansivo de la actividad colectiva está en la “búsqueda de contradicciones internas como fuerza impulsora de las perturbaciones, las innovaciones y el cambio” (en Chaiklin y Lave, 2001, p. 114). Estas contradicciones se entienden como tensiones presentes en los sistemas de actividad, en algún elemento, entre los elementos del sistema o con otros sistemas de actividad.

Se propone la reestructuración de la materia, tomando como eje de enseñanza la Conservación de la Energía, como principio unificador en toda la Física (contenido invariante (Llovera-González, 2006; Talizina, 1988), tópico generativo (Perkins y Blythe, 1994)) y posible nexos con otras asignaturas de la carrera.

La figura siguiente ilustra las actividades y secuenciación para la enseñanza propuesta.

#### Propuesta de Enseñanza 2011/2/3

### Eje Principio de Conservación de la Energía

Tópicos	Distribución Semanal
▪ PCE, Dinámica y Cinemática	2 Horas de Trabajo Práctico Presencial
▪ PCE aplicado a fluidos	2 Horas de Coloquio

- **PCE aplicado a eléctrica** **3 Horas de Teoría**
- **Teoría de Errores- Errores medidas directas e indirectas** **Autoevaluación por Entorno Virtual**

### **Enseñanza por Invariantes- para la comprensión**

Figura 23. Propuesta de Enseñanza 2011/2012/2013

Al elaborar estrategias didácticas para la enseñanza de la asignatura Física General y Termodinámica se deberá tratar de rescatar experiencias que, teniendo en cuenta su Conexión con el Entorno Físico – competencia con mayor grado de apropiación en los estudiantes que realizaron la evaluación diagnóstica-, logren hacer énfasis en la Explicación de fenómenos recurriendo al Conocimiento de la Ciencia.

En esta dirección se diseñan el Programa de la Asignatura y las estrategias de enseñanza, tomando como eje la Conservación de la Energía, para abordar los conceptos de Dinámica, cinemática, Conservación de la masa y la Energía para Fluidos, Conservación de la carga y la energía en Circuitos Eléctricos, a partir de los conocimientos previos de los estudiantes, de manera de contribuir al proceso educativo.

En el aprendizaje significativo, además del conocimiento previo y de la predisposición para aprender, resulta también necesaria la interacción personal, que se encuentra presente al desarrollar actividades colaborativas. Esa interacción se materializa a través del diálogo y la comunicación. Desde esta concepción el lenguaje se constituye en una tercera condición para promover el aprendizaje significativo (Moreira, 2010).

Al pensar en la enseñanza y el aprendizaje como procesos posibles a través de la implementación de actividades colaborativas, se entiende que todos y cada uno de sus protagonistas poseen responsabilidades delimitadas y compartidas.

#### **Secuenciación de la enseñanza**

Las actividades se desarrollan en:

- **Sesiones presenciales**, distribuidas en actividades de **Trabajos Prácticos, coloquios, teoría y consultas**, según:
  - Se comienza con laboratorios de Trabajos Prácticos de 2 horas de duración/ semana en pequeños grupos de alumnos –aproximadamente de 9 a 12 alumnos/ grupo- donde se plantea una situación problema a manera de experiencia.

Los estudiantes cuentan con equipamiento suficiente para poder trabajar en subgrupos más reducidos, de 3 a 4 alumnos/ subgrupo. Esta relación estudiante/ recursos permite afianzar competencias propias de manejo de equipamiento de laboratorio, como así también utilización de software en relación a las experiencias desarrolladas.

Adhiriendo con Gil (2014), se cree que las experiencias en laboratorios didácticos de Física tienen como misión fundamental que los estudiantes aprendan el camino por el cual se genera el conocimiento científico mismo. Es así que en el laboratorio el estudiante tiene la posibilidad de aprender de sus propias experiencias, cometiendo errores y reconociéndolos, de manera de estimular la creatividad, la reflexión y la autocrítica.

- Se continúa con clases de coloquios de 2 horas de duración/ semana, donde se presenta a los estudiantes situaciones problemas relacionadas con la que experimentaron en el laboratorio. Se desarrollan en grupos de entre 30 y 40 alumnos para fomentar su participación activa. Los estudiantes resuelven problemas individualmente o en pequeños subrupos, para luego socializar con sus compañeros y docente. Se desarrollan métodos para el planteo del problema y su resolución, desde el punto de vista conceptual, físico y matemático.

- Las actividades presenciales finalizan con un seminario de teoría cada semana, de 3 horas de duración, donde se integran el marco teórico conceptual general que permite encuadrar el tema tratado, su expresión matemática, y la metodología general de abordaje del mismo. Esta clase se desarrolla para el conjunto de todos los estudiantes.

- Se proponen sesiones de consultas: 2 clases semanales de 2 horas de duración cada una. Su objetivo es orientar a los alumnos en la interpretación de la bibliografía sugerida, y ayudarlos en las dificultades de resolución de problemas.

• Paralelamente a la actividad presencial se realizan **actividades utilizando el Entorno Virtual UNL**, tales como:

- cuestionarios sobre situaciones problemáticas;
- simulaciones de experimentos virtuales interactivos;
- problemas con distintas cuestiones por resolver y/o calcular;
- foros para interactuar entre alumnos y docentes.

Estas actividades tienen como objetivos:

- Reforzar las actividades presenciales.

- Profundizar en los conceptos desarrollados.
- Familiarizar a los estudiantes con el uso de TIC
- Propiciar la autoevaluación alumno.
- Fomentar el trabajo colaborativo.
- Estimular la interacción docente-estudiante y estudiante-estudiante.

Existe una correspondencia marcada entre las ideas de Vygotsky y la educación virtual, porque ambas propugnan el desarrollo de estrategias pedagógicas centradas en el alumno. Esta centralidad ha obligado a repensar la función del asesor no como una figura que emite información, sino un mediador y facilitador del proceso de aprendizaje del alumno. No es casualidad que "las teorías de Vygotsky se hayan consolidado como el paradigma principal dentro de la educación a través de medios electrónicos" (Freeman, 2010, p. 2).

Los entornos virtuales permiten más apertura informativa que un salón de clases presencial, y además en dichos entornos no existe un solo mediador ni constructor del conocimiento, allí confluyen en diferentes niveles varios actores que pueden intercambiar de manera sucesiva roles de mediador y mediado durante el proceso de aprendizaje. Las herramientas permiten más intercambio de información y, por lo tanto, más influencia entre alumnos y entre ellos y el facilitador o tutor. Cuando los alumnos y el tutor sesionan separados por la distancia física, pero enlazados por la tecnología, sus estrategias de aprendizaje cambian porque ya no están sometidos a las limitaciones espacio temporales, y también porque pueden hacer uso de herramientas tecnológicas: wikis, foros, videos, entre otros, que los ayudan a interactuar de manera colaborativa e interactiva.

La mediación deja de ser unidimensional, y se vuelve colectiva. La comunidad del conocimiento no deja de ser el resultado intencional de un conjunto indefinido de sujetos que discuten, acuerdan y difunden la construcción de un conocimiento específico. Los entornos digitales coadyuvan a democratizar la mediación. Pensar la mediación más allá de Vygostky es pensar en la mediación colectiva, compartida.

La tecnología educativa siempre es modelada y utilizada con base en el modelo educativo, nunca al revés. Sirve para facilitar la labor docente; no para limitarla (Olofsson y Lindberg, 2012). El modelo está presente; la mediación está presente, incluso en cursos autogestivos o moderados, asincrónicos o sincrónicos, a distancia o presenciales.

Las tecnologías del aprendizaje y del conocimiento (TAC), tratan de orientar hacia unos usos más formativos, tanto para el estudiante como para el docente, con el objetivo de aprender más y mejor. Su objetivo es incidir especialmente en la metodología, en los usos de la tecnología y no únicamente en asegurar el dominio de una serie de herramientas informáticas. Se trata, en definitiva, de conocer y de explorar los posibles usos didácticos que las TIC tienen para el aprendizaje y la docencia, es decir, las TAC van más allá de aprender meramente a usar las TIC y se apuesta por explotar estas herramientas tecnológicas al servicio del aprendizaje y de la adquisición de conocimiento (Granados-Romero et al., 2014).

Se trata de integrar las TIC a la enseñanza presencial, promoviendo el aprendizaje activo, reflexivo, crítico, y la autogestión del conocimiento por parte del estudiante.

En este escenario el docente actúa como facilitador del proceso de aprender, siendo indispensable su acción como orientador.

### **Secuencia didáctica**

#### **Propuesta de distribución:**

Cursado:

6 Semanas de 7 hs. Semanales, distribuidas de la siguiente manera:

3hs. Teoría / semana;

2hs. Trabajo Práctico / semana (6 semanas trabajo en laboratorio, 6 semanas trabajo en Entorno Virtual);

2 hs. Coloquio / semana.

4 hs. Consulta / semana

Propuesta pedagógica:

Partiendo del Concepto de Energía y de la Conservación de la Energía mecánica, derivar a concepto de Trabajo, Dinámica y Cinemática; Principio de Conservación de la masa y de la Energía para fluidos, Conservación de la carga y de la Energía eléctrica, articulación con Energía Interna (las siguientes 6 semanas)

**Durante las 6 semanas de cursado se realizarán actividades complementarias utilizando el Entorno Virtual UNL.**

Las guías de las actividades de Trabajos Prácticos y de Coloquios se presentan en **Anexo 6a y 6b.**

#### **Respecto de la evaluación:**

Se propone una evaluación de proceso o formativa, en las actividades de Trabajo Práctico presencial, a través de la observación y planilla de seguimiento del desempeño de cada



estudiante (asistencia, participación activa, manejo del equipamiento, responsabilidad, trabajo en equipo, discusión y comunicación de los resultados obtenidos durante la experimentación realizada), con devolución y retroalimentación.

Durante las actividades complementarias se promueve la autoevaluación y coevaluación, tendientes a la autogestión del conocimiento y a la valoración de su situación frente al aprendizaje.

Como evaluación final o sumativa, se propone una evaluación que valore procedimientos y resultados de situaciones-problema que involucren temáticas desarrolladas durante el cursado de la asignatura.

### **1ra. SEMANA**

#### ***1ra. Clase: Trabajo Práctico en laboratorio de Física***

9 comisiones de 12 alumnos/comisión (cada comisión se dividirá en 4 grupos para realizar las determinaciones)

2hs. de duración, 15 minutos finales dedicados a discusión oral.

#### **Objetivo general:**

- Recuperar el concepto de densidad estudiado en la asignatura química General e Inorgánica y métodos para determinar la densidad de líquidos
- Determinar una masa por medida directa, utilizando distintos tipos de balanzas. Expresar correctamente el resultado de las mediciones.
- Determinar la densidad de distintas sustancias líquidas (agua y aceite) por medida indirecta. Expresar correctamente el resultado de las mediciones.

#### ***1ra. Clase: Coloquio***

#### **Objetivo general:**

- Completar los problemas en relación al Trabajo Práctico inicial.
- Resolver problemas utilizando Teoría de Errores – Medidas directas e indirectas - en íntima relación con la carrera de Nutrición. Expresión de resultado.

#### ***1ra. Clase: Teoría***

Conservación de la energía y Transformaciones energéticas en distintos sistemas. Energía y Nutrición. Interacciones y Transformación de la Energía.

#### **Objetivo general:**

- Plantear, mediante la construcción de diagramas los diferentes tipos de transformaciones energéticas posibles.

- Explorar los conocimientos previos de los alumnos en relación con los sistemas y las transformaciones energéticas planteados.

## **2da. SEMANA**

### ***2da. Clase Trabajo Práctico en laboratorio de Física***

#### **Objetivo general:**

- Analizar conservación de la energía en un sistema donde existen fuerzas no conservativas.

### ***2da. Clase: Coloquio***

#### **Objetivo general:**

Se plantean problemas que los alumnos deberán resolver en relación a la experiencia de TP, se estudian:

- TRANSFORMACIONES ENERGÉTICAS en el sistema planteado en la experiencia de TP.
- CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA: Variación de la energía mecánica -para un intervalo de tiempo determinado- en cuerpo de masa  $M$  y en cuerpo de masa  $m$ . Planteo y resolución del Principio de Conservación de la Energía.
- Resolver problemas utilizando los conceptos desarrollados en Teoría y TP

**La misma guía de problemas de coloquio se seguirá desarrollando durante 3 semanas consecutivas, resolviendo los problemas desde Trabajo y Energía, Dinámica y Cinemática.**

### ***2da. Clase: Teoría***

Concepto de Trabajo. Interacciones de los cuerpos. Fuerzas de acción y reacción.

#### **Objetivo general:**

- A partir del Principio de Conservación de la energía plantear el Trabajo ( $W$ ) como transferencia de Energía.
- A partir de las interacciones de los cuerpos del sistema de TP plantear las fuerzas aplicadas sobre cada uno de los cuerpos. Fuerzas de acción y reacción. Fuerza resultante. Trabajo de una fuerza.

En el seminario de teoría se integrarán los conceptos previamente abordados en las actividades de laboratorio y de coloquio.

## **3ra. SEMANA**

### ***3ra. Clase Trabajo Práctico en laboratorio de Física***

**Objetivo general:**

Retomando la experiencia de TP de la semana 2, se estudian:

- CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA: trabajo de fuerzas conservativas y fuerzas no conservativas.
- DINÁMICA: Interacciones de cada uno de los cuerpos con la Tierra, con la soga, con la superficie rugosa; fuerzas de aplicación sobre el cuerpo de masa  $M$  y el de masa  $m$ . Fuerzas de reacción.

**3ra. Clase: Coloquio:**

**Objetivo general:**

Planteo y resolución de problemas en relación a la experiencia de TP Nro. 2, se estudian:

- CINEMÁTICA: interpretación de gráficas de  $x(t)$ ,  $v(t)$  y  $a(t)$ , para distintos movimientos. Ecuaciones que los caracterizan, cálculo de posición, velocidad y aceleración.

**3ra. Clase: Teoría**

Cinemática. Concepto de velocidad y aceleración. Movimiento en una dimensión.

**Objetivo general:**

- A partir de la experiencia del TP y del planteo de las energías en relación al movimiento, plantear el concepto de velocidad y de aceleración.
- Analizar en base a las gráficas de  $x(t)$ ,  $v(t)$  y  $a(t)$ , las ecuaciones de movimiento en una dimensión.

**4ta. SEMANA**

**4ta. Clase: 3er. Trabajo Práctico en laboratorio de Física**

**Objetivo general:**

- Analizar la conservación de masa en un fluido: Ley de continuidad y conservación de la energía para fluidos: Teorema de Bernoulli para fluidos ideales y reales.

**4ta. Clase: Coloquio**

**Objetivo general:**

Se plantean problemas que los alumnos deberán resolver en relación a la experiencia de TP Nro. 3, se estudian:

- CONSERVACIÓN DE LA MASA Y DE LA ENERGÍA: Ley de continuidad aplicada a distintas situaciones, transformaciones energéticas.
- HIDRODINÁMICA: fuerzas sobre un líquido en movimiento, fuerzas de presión, fuerza viscosa.

- **HIDROSTÁTICA:** Estudio de presiones a distintas profundidades en un líquido en reposo.

**4ta. Clase: Teoría**

Conservación de la masa y de la energía para fluidos. Transformaciones energéticas en sistemas relacionados con las experiencias de TP nro. 3.

**Objetivo general:**

- Plantear, en relación al sistema de la 3ra. experiencia de TP, los diferentes tipos de transformaciones energéticas posibles.
- Integrar conceptos en relación a fluidos en movimiento y fluidos en reposo.

**5ta. SEMANA**

**5ta. Clase Trabajo Práctico en laboratorio de Física**

**Objetivo general:**

Se plantean problemas que los alumnos deberán resolver en relación a la experiencia de TP nro. 3, se estudian:

- **CONSERVACIÓN DE LA MASA Y DE LA ENERGÍA:** Ley de continuidad aplicada a distintas situaciones, transformaciones energéticas.
- **HIDRODINÁMICA:** fuerzas sobre un líquido en movimiento, fuerzas de presión, fuerza viscosa.
- **HIDROSTÁTICA:** Estudio de presiones a distintas profundidades en un líquido en reposo.

**5ta. Clase: Coloquio:**

**Objetivo general:**

Se plantean problemas que los alumnos deberán resolver en relación a la experiencia de TP nro. 3, se estudian:

- **CONSERVACIÓN DE LA MASA Y DE LA ENERGÍA:** Ley de continuidad aplicada a distintas situaciones, transformaciones energéticas.
- **HIDRODINÁMICA:** fuerzas sobre un líquido en movimiento, fuerzas de presión, fuerza viscosa.
- **HIDROSTÁTICA:** Estudio de presiones a distintas profundidades en un líquido en reposo.

**5ta. Clase: Teoría**

Transformaciones energéticas en sistemas relacionados con las experiencias de TP nro. 3. Analogía de dinámica de fluidos con circuitos eléctricos.

**Objetivo general:**

- Integrar los contenidos relacionados con fluidos en reposo y en movimiento.
- Construir en base a conocimientos previos de los alumnos, analogía en cuanto a la energía y sus transformaciones de fluidos con conservación de la carga y energía en circuitos eléctricos,

**6ta. SEMANA**

**6ta. Clase: 4to. Trabajo Práctico en laboratorio de Física**

**Objetivo general:**

- Analizar conservación de la carga y de la energía en circuitos eléctricos.

**6ta. Clase: Coloquio:**

**Objetivo general:**

Se plantean problemas que los alumnos deberán resolver en relación a la experiencia de TP nro. 4, se estudian:

- TRANSFORMACIONES ENERGÉTICAS en el sistema planteado en la experiencia de TP nro. 4.
- CONSERVACIÓN DE LA CARGA Y CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA: aplicación a circuitos eléctricos.
- Resolver problemas utilizando los conceptos desarrollados en Teoría y TP nro. 4.

**6ta. Clase: Teoría**

Conservación de la carga y de la energía. Concepto de fuerza electromotriz (f.e.m.), diferencia de potencial, corriente y resistencia eléctrica.

**Objetivo general:**

- Integrar los contenidos relacionados con cargas en movimiento.
- En relación a las experiencias de T.P. nro. 4 estudiar los conceptos involucrados.

Cada una de las semanas de actividades presenciales se complementan con actividades que se desarrollan de manera virtual, a través de un curso llamado FGyT, en el Entorno Virtual UNL. Las actividades, de manera secuencial, se van presentando al inicio de cada semana, el estudiante participa de manera individual y/ó grupal, dependiendo de la actividad propuesta. Estas instancias no son obligatorias, se trata de hacer visible el material a medida que se avanza en cada una de las semanas, acompañando el docente tutor, de manera de promover la comprensión y reflexión, como retroalimentación de la enseñanza y el aprendizaje.

### **Bibliografía propuesta**

- Cussó, F., López, C., Villar, R. (2004). *Física de los procesos biológicos*. 1ra. ed. Editorial: Ariel S.A.,
- Giancoli, D. C. (1997). *Física. Principios con aplicaciones*. 4ta ed. Prentice Hall.
- Gil, S., y Rodríguez, E. (2001). *Física Re-Creativa. Experimentos de Física usando nuevas tecnologías*. Prentice Hall. Pearson Educación. Argentina.
- Gil, S. (2014). *Experimentos de Física usando las TIC y elementos de bajo costo*. (1ra. Edición). Alfaomega editores: Argentina.
- Máximo, A., y Alvarenga, B. (2010). *Física General con experimentos sencillos*. 4a. Edición. Oxford. México.
- Parisi, M. (2004). *Temas de Biofísica*. McGraw-Hill Interamericana. 4ta. ed. México, D. F.
- Sears, F., Zemansky, M., Young, H., y Freedman, R. (2004). *Física Universitaria*. 11a. ed. Vol. I. Pearson Educación. México.
- Sternheim, M. and Keim, J. (1991). *General Physics*. 2nd. ed. New York..

Reflexionar sobre las estrategias a utilizar con los estudiantes para favorecer en ellos aprendizajes acordes al conocimiento científico es una de las debilidades con las que se cuenta en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias, ya que por más esfuerzo que se realice en la tarea docente, todo el conocimiento producido a través de investigaciones en ese campo, tiene poco impacto en el aula (Moreira, 2010).

Esta investigación que demandó planificación, diseño y tres años de implementación de la propuesta didáctica, continuamente analizada, tuvo en cuenta sus implicancias en resultados y opiniones de distintos actores, de manera de poder retroalimentar y modificar distintas estrategias, tratando de optimizar el proceso educativo.

Dentro de ese marco se propusieron y desarrollaron diversas estrategias de articulación de manera transversal y longitudinal.

Estas actividades de articulación intentaron promover en los estudiantes mayor conocimiento, mayor acercamiento a aplicaciones concretas y desarrollo de competencias valiosas para el desempeño como estudiante universitario y futuro profesional.

#### **V.4.1. A modo de ejemplo, análisis de actividades y secuenciación de la primer semana de cursado.**

A fin de desarrollar las actividades de experimentación se presenta una situación problema cercana al contexto de los estudiantes y relacionada con el papel del nutricionista en un equipo de salud. Se presentan los carbohidratos como fuente principal de energía, se recurre a Kcal como unidad de energía, por ser de uso frecuente para la Nutrición. El problema introduce la temática de energía, su conservación y transformaciones energéticas para luego abordar, desde la experiencia, la utilización de distintas balanzas en la medida de la masa de glucosa que necesita ingerir el deportista durante la carrera.

A medida que los subgrupos de estudiantes exploran las características de las distintas balanzas que disponen van construyendo de manera colaborativa la tabla presente en la guía de TP. Realizan las medidas directas, expresan correctamente el resultado y discuten en relación a las cuestiones que se detallan en la guía, en el subgrupo.

Luego se debate en plenario con el total de estudiantes, actuando el docente como facilitador del proceso.

Queda planteado un interrogante relacionado con las balanzas que encuentran en las farmacias o las que disponen en su domicilio para determinar su masa corporal.

El segundo objetivo, siguiendo la temática del deportista, invita a determinar la densidad de 2 líquidos, agua y aceite, de uso frecuente en actividades de la vida diaria y en la práctica profesional del nutricionista.

Se recupera el concepto de densidad de líquidos, estudiado en Química General e Inorgánica, materia de primer año, primer cuatrimestre de la carrera de LN, y de qué forma (instrumentos utilizados y mediciones realizadas) -en la asignatura mencionada- se había determinado el valor de densidad de distintos líquidos.

En esta actividad la densidad se calcula por medida indirecta, a través de la medición de la masa con balanza y el volumen que ocupa el líquido en una probeta. Se expresa correctamente el resultado de las medidas directas de masa y de volumen y de la medida indirecta de densidad. Se considera la unidad de medida frecuente (g/mL) y los estudiantes expresan también el resultado de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades ( $\text{Kg/m}^3$ ).

Para optimizar el tiempo de trabajo, el intercambio y la comunicación entre los subgrupos, uno o dos grupos determinan la densidad del agua y uno o dos grupos la densidad del aceite.

Se comunican y se discute sobre los resultados obtenidos en la experiencia. Se discute sobre la precisión de la determinación de densidad por este método y sobre la exactitud, en la medida que sea posible.

Se debate sobre la importancia de la expresión correcta del resultado en las ciencias de la vida, particularmente en el campo de la Nutrición.

Se los invita también a complementar con actividades propuestas en el entorno virtual UNL, respecto a transformaciones energéticas posibles durante un ejercicio de caminata.

Lo experimentado en la actividad propuesta para el trabajo práctico y para el entorno virtual UNL, se profundiza en las instancias de coloquio y se integra en el seminario de teoría. Los problemas de coloquio propuestos hacen énfasis en situaciones de práctica de actores de carreras de ciencias de la salud, como elemento motivador de la situación de enseñanza y aprendizaje. La guía presenta cinco problemas para ahondar en la expresión de resultado de medidas directas e indirectas, intervalo de confianza, precisión y exactitud, errores aleatorios y sistemáticos.

A continuación se presenta la guía de TP y los problemas de coloquio, correspondientes a la primer semana de cursado.

### **Trabajo Práctico N° 1: Medidas directas e indirectas**

#### **Objetivo general:**

Utilización y manejo de distintos tipos de balanza.

Expresión correcta del resultado en medidas directas e indirectas.

#### **Objetivo 1:**

Determinar una masa por medida directa, utilizando distintos tipos de balanzas.

Expresar correctamente el resultado de las mediciones.

#### **Problema relacionado 1:**

Cuando se desea realizar o mantener un esfuerzo de moderada a alta intensidad o se quiere aumentar el ritmo de una carrera es preciso recurrir a la glucosa como fuente principal o exclusiva de energía. Es así que, en competencias de natación de más de 2 horas de duración, se recomienda a los nadadores consumir bebidas deportivas -que contengan 10 a 20 g de carbohidratos- cada 15 a 20 minutos.

Suponiendo que un deportista necesite ingerir glucosa en cantidad suficiente para obtener 2 Kcal/min de energía, en una maratón de 3 hs., calcula:

- a) La cantidad de glucosa necesaria para preparar el alimento que utilizará durante la carrera. (1 g de glucosa aporta 4 kcal)
- b) Si dispones de dos balanzas, una permite medir hasta 120,00 g y otra hasta 1000,00 g, ambas con una apreciación de 0,01 g ¿Cuál de las dos utilizarías? Justifica tu respuesta.



c) Si el nadador ingiere la glucosa total de manera repartida -cada 20 minutos- por medio de una bebida deportiva, calcula los gramos de carbohidratos que consume luego de cada ingesta. ¿Respetas las recomendaciones del texto?



**Metodología**

**1- Medidas directas: determinación de masa por pesada**

Se pesa una determinada cantidad de glucosa utilizando:

- balanza granataria
- balanza analítica
- balanza romana

Se construye una tabla como la que se ilustra a continuación:

	Balanza granataria	Balanza analítica	Balanza romana	Balanza de cocina
Rango de medida				
Apreciación				
Lectura 1				
Lectura 2				
Lectura 3				
Lectura 4				
Lectura 5				
Valor promedio				
Desviación Standard				
Expresión correcta del resultado				

**Discusión**

Si con cada una de las balanzas solo se realiza una lectura, ¿cómo expresarías correctamente el resultado?, ¿presenta el mismo intervalo que cuando realizas 5 lecturas? Se considera expresar el resultado con un grado de confianza del 80%.

¿Poseen las 4 balanzas la misma apreciación? Si dispones de las 4 balanzas, ¿Con cuál de ellas determinarías la masa? Justifica tus respuestas.

¿Qué tipo de balanzas encuentras en las farmacias? Determina cuál es la máxima medida que permite realizar y cuál es su apreciación. ¿Podrías medir la cantidad de sustancia utilizada en el trabajo práctico? Justifica tu respuesta.

### **Objetivo 2:**

Determinar la densidad de distintas sustancias por medida indirecta. Expresar correctamente el resultado de las mediciones.

### **Problema relacionado 2:**

En condiciones normales, el hombre necesita beber diariamente alrededor de tres litros de agua para mantener su equilibrio hídrico. En caso de un esfuerzo físico importante las necesidades de agua aumentan, pudiendo perderse hasta más de dos litros por hora.

Durante el ejercicio, es necesario ingerir de 90 a 180 ml de líquido cada 20 minutos en función de la intensidad del esfuerzo y de las condiciones ambientales, con objeto de compensar las pérdidas experimentadas por sudoración y mantener el volumen adecuado de sangre.

Determina:

- a) la densidad de la bebida deportiva que ingiere el nadador del problema 1 si la masa de la solución es 110,35 g y el volumen de la solución es 100 ml.
- b) La densidad de la bebida resulta ¿menor, igual o mayor a la de agua de canilla? Fundamenta tu respuesta.

### **Metodología**

#### **2- Medidas indirectas: determinación de densidades**

##### **1- Densidad de agua:**

- Utilizando una probeta graduada en ml, se completa con agua de canilla hasta la marca de 50 ml.
- Con la ayuda de un termómetro se determina la temperatura de trabajo.
- Se pesa el contenido de la probeta utilizando balanza granataria, previamente tarada.
- Se determina la densidad del agua a través de la ecuación:

**Densidad = masa / volumen**

- Se expresa correctamente el resultado.

##### **2- Densidad de aceite de cocina:**

- Utilizando una probeta graduada en ml, se completa con aceite de cocina hasta la marca de 50 ml.
- Con la ayuda de un termómetro se determina la temperatura de trabajo.
- Se pesa el contenido de la probeta utilizando balanza granataria, previamente tarada.
- Se determina la densidad del aceite a través de la ecuación:

### **Densidad = masa / volumen**

- Se expresa correctamente el resultado.

### **Discusión**

Con los datos de la experiencia, ¿puedes determinar si el método resultó preciso para el cálculo de densidades? Considera para los trabajos de laboratorio didáctico que un método resulta preciso cuando su error relativo porcentual (Er%) es menor al 10%

Busca en el manual CRC las densidades de aceite y agua a la temperatura de trabajo, determina para cada experiencia si el método resultó exacto para determinar densidades.

Coloca en un vaso agua y aceite, interpreta lo que observas a la luz de los resultados obtenidos en la experiencia de determinación de densidades.

### **Bibliografía**

- CRC. Handbook Of Chemistry And Physics (84va edición)
- Gil, S., Rodríguez, E. (2001). *Física Re-Creativa. Experimentos de Física usando nuevas tecnologías*. Prentice Hall. Pearson Educación. Argentina.
- Ramírez, F. (2006). Conferencia “La Nutrición en la Natación”. Curso Bases metodológicas del entrenamiento de la natación.

## **Coloquio 1: Errores de Medición**

1- Una de las mayores preocupaciones de los padres es saber si su hijo crece correctamente.

A los pocos minutos de nacer, se realizan las medidas de la talla, el peso y el perímetro craneal.

La valoración del peso es uno de los índices de crecimiento más utilizado actualmente, probablemente porque su medida es muy sencilla.

**Un recién nacido a término y sano pesa entre 2500 y 4000 gramos.**

La medida de la talla se realiza de manera sistematizada con un tallímetro horizontal con el bebé bien estirado, con la cabeza paralela al suelo y con los talones, las nalgas y la espalda tocando el tallímetro. Se mide la distancia entre el talón y el vértice de la cabeza.

**La longitud media de un recién nacido es de unos 50 cm.**

Es importante la medida del perímetro craneal en el momento del nacimiento a fin de poder evaluar las medidas posteriores. Para ello se utiliza una cinta métrica extensible (no metálica). La cinta ha de circundar las prominencias frontal y occipital buscando el perímetro máximo.

**El perímetro cefálico medio es de unos 34 cm.**

De un recién nacido se realizaron 5 medidas de la talla con un tallímetro obteniendo las siguientes mediciones:

Talla (cm) = 49.8 49.9 49.7 49.8 49.9

Se realizaron 3 medidas del peso del bebé con una balanza granataria, arrojando las siguientes mediciones:

$$\text{Masa (kg)} = 3.40 \quad 3.45 \quad 3.42$$

Se realizaron 4 medidas del perímetro craneal con una cinta métrica, arrojando las siguientes mediciones:

$$\text{Perímetro craneal (cm)} = 34.0 \quad 34.5 \quad 34.2 \quad 34.2$$

a) Calcule el valor medio y la desviación estándar de la talla, la masa y el perímetro craneal del recién nacido.

b) Exprese correctamente el resultado de cada determinación con un 80% de confianza.

c) Las determinaciones ¿incluyen a los valores medios mencionados en el texto?

**2-** Exprese correctamente el resultado de los siguientes conjuntos de mediciones con un 90% de confianza.

$$\text{A(kg)} = \begin{array}{cccccccccc} 8.10 & 8.10 & 7.83 & 7.93 & 7.96 & 8.15 & 7.86 & 7.86 & 7.98 & 8.10 \\ 8.06 & 8.06 & 7.98 & 8.22 & 7.99 & & & & & \end{array}$$

$$\text{B(kg)} = 8.0 \quad 8.0 \quad 8.0 \quad 8.0 \quad 8.0$$

$$\text{C(cm)} = 57.97 \quad 57.79 \quad 57.96 \quad 58.22 \quad 58.04$$

$$\text{D(cm)} = 58.1 \quad 57.9 \quad 58.0 \quad 57.9 \quad 58.1 \quad 57.9 \quad 58.1$$

Para los dos conjuntos de mediciones de masa, ¿tienen las balanzas utilizadas igual apreciación?

Para los dos conjuntos de mediciones de longitud, ¿tienen los instrumentos utilizados igual apreciación?

**3-** En una experiencia de laboratorio, se pidió a 3 grupos de estudiantes que determinaran la densidad de un aceite con un densímetro. Se obtuvieron los siguientes datos:

$$\text{Grupo 1: } \delta_1 (10^3 \text{ kg/m}^3) = 0.891 \quad 0.892 \quad 0.891 \quad 0.893 \quad 0.892 \quad 0.893 \quad 0.894 \quad 0.890$$

$$\text{Grupo 2: } \delta_2 (10^3 \text{ kg/m}^3) = 0.89 \quad 0.89 \quad 0.89 \quad 0.89 \quad 0.89 \quad 0.89 \quad 0.89 \quad 0.89$$

$$\text{Grupo 3: } \delta_3 (10^3 \text{ kg/m}^3) = 0.852 \quad 0.853 \quad 0.851 \quad 0.851 \quad 0.852 \quad 0.852 \quad 0.850 \quad 0.854$$

a) Exprese el resultado de la medición en cada caso con un 95% de confianza.

b) Discuta la precisión de cada serie de medidas.

c) ¿Qué puede decir sobre la exactitud del resultado de la medición en cada caso? ¿Qué información necesita?

d) Se conoce, a partir del resultado de la medición por un método patrón, que la densidad del aceite es  $\delta (10^3 \text{ kg/m}^3) = 0.892(1)$ . ¿Qué grupo está cometiendo un error sistemático? Proponga posibles fuentes de dicho error.

**4-** Para ayudar a las personas a determinar cuál es su peso saludable, se utiliza una medida sencilla de la relación entre la masa corporal de un individuo adulto y su altura llamada **Índice de Masa Corporal (IMC)**. Dicho índice se calcula según la siguiente expresión:

$$\text{IMC} = \text{masa corporal (kg)} / [\text{estatura (m)}]^2$$

El IMC es una medida que los profesionales de la salud utilizan normalmente para determinar el grado de peso insuficiente, sobrepeso u obesidad en adultos, según la tabla adjunta:

Composición corporal	Índice de masa corporal (IMC)
Peso inferior al normal	Menos de 18.5
Normal	18.5 – 24.9
Peso superior al normal	25.0 – 29.9
Obesidad	Más de 30.0

Con el propósito de determinar el IMC de un paciente, se mide 5 veces su altura con una cinta métrica obteniendo las siguientes mediciones:

Altura (m) = 1.70 1.72 1.69 1.70 1.68

Se realizan 3 medidas de la masa del paciente con una balanza de lectura digital, arrojando las siguientes mediciones:

Masa (kg) = 62.50 62.48 62.51

- Calcule el valor medio y la desviación estándar de la altura y de la masa del paciente.
- Expresar correctamente el resultado para las medidas directas con un 80% de confianza.
- Determine el IMC para el paciente.
- Calcule el error relativo en la determinación del IMC y exprese correctamente el resultado con un 80% de confianza.
- El valor hallado de IMC, ¿dentro de qué composición corporal se ubica?

**5-** Se desea medir el caudal medio  $Q$  (volumen de agua por unidad de tiempo) que sale por una canilla. Para eso se usa el siguiente método: se toma el tiempo que tarda en llenarse un balde cilíndrico y se miden las dimensiones del mismo (diámetro  $d$  y altura  $h$ ) para determinar su volumen  $V = \pi (d/2)^2 h$ .

Se procedió a medir 6 veces el diámetro  $d$  y se obtuvieron los valores (en cm):

41.5 40.0 42.5 40.0 42.0 41.0

luego se midió 5 veces la altura  $h$  obteniéndose (en cm)

50.0 51.0 48.5 49.0 50.5

El tiempo  $t$  se midió 5 veces obteniéndose (en s)

602 603 601 598 599

- Expresar correctamente el resultado de estas tres mediciones con un 80% de confianza y calcule el error relativo de cada una.
- Calcule el error relativo en la determinación del caudal medio  $Q$  y exprese correctamente su resultado.

En esta primer semana se presentan actividades en el Entorno Virtual UNL, tal como sigue:

Se retoma la actividad **PENSANDO LAS MATEMÁTICAS EN RELACIÓN A NUESTRO ENTORNO FÍSICO**, que había sido utilizada en articulación con Matemática

General, en el cuatrimestre anterior al cursado de la asignatura, utilizando la simulación **Suma de vectores**, disponible en PhET interactive simulations <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/vector-addition>, se presenta actividad a través de la simulación, un cuestionario, cuyas respuestas pueden ser enviadas al docente vía EV.

**Se propone una ACTIVIDAD complementaria al TRABAJO PRÁCTICO N° 1. ERRORES**

- 1) ¿Qué tipo de balanza encuentras en la farmacia donde frecuentemente determinas tu masa corporal?
- 2) ¿Cuál es la máxima medida que permite realizar y cuál es su apreciación?
- 3) ¿Podrías medir la cantidad de sustancia utilizada en el trabajo práctico? Justifica tu respuesta.
- 4) Expresa correctamente el resultado de una medida que realices en la balanza que describes.

**TUS RESPUESTAS DEBERÁS REALIZARLAS EN ARCHIVO DE WORD (.doc) Y ENVIARLAS A TRAVÉS DE RESPUESTAS AL CUESTIONARIO.**

¡¡¡Esperamos tu participación!!!!

Docentes de Física General y Termodinámica

Se proponen dos videos: [La Kinesina, un motor molecular](#) y La Miosina, otro motor [molecular en la contracción muscular](#), con el propósito de que el estudiante comprenda y se motive por saber más sobre nuestro organismo y sus funciones.

### **V.5. Articulación transversal y longitudinal**

***Actividad de articulación con Matemática General, asignatura de 1er. año de la carrera de LN.***

Buscando fortalecer la interdisciplinariedad entre las ciencias, fomentar el trabajo en equipo y retener a los estudiantes a través de una enseñanza más participativa, se propusieron actividades tendientes a resaltar la presencia del conocimiento en acción durante el proceso de resolución de problemas de los estudiantes universitarios en los primeros años, con fuerte formación en ciencias.

Gran parte del mundo que nos rodea se puede explicar desde las ciencias, e introducir desde edades tempranas experiencias interdisciplinarias. El importante desarrollo tecnológico que impera en el mundo que nos rodea, se basa en los conocimientos que aportan áreas como

Matemática y Física. La enseñanza de la Matemática y la Física requieren el uso y la organización de símbolos y el empleo de representaciones gráficas.

Desde la articulación entre ambas, FGyT y Matemática, se promueven acciones en el aula que posibilitan cambios en las estrategias didácticas en estas áreas, posicionándolas como la forma de comprender los fenómenos científicos. Con esto en mente, se han diseñado actividades y experiencias que permitirán a los estudiantes adquirir habilidades para trabajar en forma interdisciplinaria, estableciendo nexos entre contenidos y capacitándolos para reflexionar ante una experiencia, hacer conjeturas, discutir, simular diferentes situaciones.

El crédito horario fue de 4 horas semanales, durante 3 semanas, mientras se llevaba a cabo el cursado de Matemática General, previo al cursado de la asignatura FGyT. El grupo estuvo constituido por 45 alumnos, heterogéneo en relación con los conocimientos previos y a los hábitos de estudio, ya que provienen de instituciones y orientaciones diversas. El tema propuesto fue “Vectores en el Plano”, tema que se encuentra en la mitad del tiempo de dictado de los contenidos de la asignatura. La actividad fue diseñada por un equipo de docentes de Matemática y FGyT de LN, acompañados por una becaria alumna de la misma carrera.

La metodología empleada en el desarrollo de las clases se describe:

Metodología de Resolución de Problemas:

Esta metodología hace que la Matemática se perciba, desde una perspectiva dinámica, como un lugar óptimo para potenciar la creación continua y debe constituir uno de los núcleos básicos del currículo. (Carrera et al., 2004). El énfasis pedagógico se centra en la discusión, la colaboración, la negociación de significados compartidos, la interrogación como modos de crear situaciones problemas que son necesarios solucionar. Se promueve la discusión de las soluciones por parte de los alumnos, las técnicas y las estrategias aplicadas, concibiendo el aula como un lugar de debate.

Una vez que se desarrollaron los contenidos del tema vectores en forma tradicional, se trabajó en el aula con la docente de FGyT y en un laboratorio virtual creado para tal fin. Parte de las actividades propuestas se muestran a continuación.

---

**Actividad Propuesta: “PENSANDO LA MATEMÁTICA EN RELACIÓN A NUESTRO ENTORNO FÍSICO”**

Las actividades que siguen ayudarán a que reflexiones en torno a:

- los conceptos aprendidos al operar con vectores.
- las relaciones existentes entre dos disciplinas a las que recurre para poder interpretar y evaluar distintos fenómenos del quehacer cotidiano.
- los temas que debes reforzar para lograr un aprendizaje significativo.

### Realizar experiencias virtuales utilizando simulaciones:

A través de las experiencias virtuales utilizando la simulación Adición de Vectores (disponible en <https://phet.colorado.edu/es/simulation/vector-addition>), que se ilustra a través de la siguiente captura de pantalla,

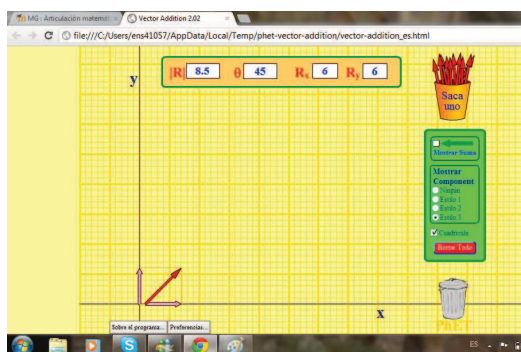


Figura 24. Captura de pantalla simulación Phet Adición de Vectores

podrás profundizar en lo desarrollado en esta unidad. La secuencia que proponemos servirá de guía para abordar la práctica:

1. Activa la opción cuadrícula, en Mostrar componentes Estilo 3, saca una flecha (en adelante vector) y colócalo en la cuadrícula de manera que permanezca en dirección del eje y y con sentido positivo.

¿Qué ángulo forma el vector con el eje x? ¿Qué ángulo forma el vector con el eje y?

¿Cuál es el valor de las componentes x e y del vector con que trabajas? ¿Cuál es su módulo?

¿Coinciden tus respuestas con lo que muestra la pantalla?

2. Gira el vector en sentido de las agujas del reloj, *tratando de mantener su módulo*. Para un determinado giro:

¿Qué ángulo forma el vector con el eje x? ¿Qué ángulo forma el vector con el eje y?

¿Cambió el valor de las componentes x e y del vector? ¿De qué dependerá que la componente en x sea mayor que la componente en y? ¿Para qué valor de ángulo serán iguales? ¿Puedes confirmar lo que lees en la pantalla de manera analítica?



Gira el vector haciendo que circule por los distintos cuadrantes:

¿Cuál es el signo de la componente x y cuál de la componente y cuando el vector está: en el 1er., 2do, 3ro. y 4to. Cuadrante?

3. Coloca el vector de acuerdo a los siguientes datos:

Módulo: 10.0;  $R_x$ : 0;  $R_y$ : +10

Retira del cubo otro vector y colócalo de manera que tenga igual módulo que el primero y que forme un ángulo menor a  $90^\circ$  con el eje x.

¿Cuál es el valor de las componentes x e y del vector con que trabajas?, ¿cuál es su ángulo?

Averigua módulo, ángulo y componentes del vector Suma, exprésalo de forma canónica.

¿Coincides con lo expresado en la pantalla?

Coloca los vectores formando un ángulo de  $180^\circ$  entre ellos

¿Cuál es el módulo, ángulo respecto de la horizontal, componentes x e y de cada uno de los vectores y del vector Suma.

¿Qué ocurriría si coloco un cubo atado a dos sogas, tiro de una soga a la derecha (vector 1) y tiro de la otra soga a la izquierda (vector 2), tal cómo indican los vectores del ítem anterior?

El cubo: ¿Se mueve a la derecha? ¿Se mueve a la izquierda? ¿Permanece en reposo?

¿El cubo se encontraría en equilibrio? Justifica tu respuesta.

Gira el vector 1, colocándolo a  $0^\circ$  de la horizontal ¿Seguiría quedando quieto el cubo? ¿El cubo se encontraría en equilibrio? Justifica tu respuesta.

### **Resultados de la propuesta:**

Las participaciones en el Entorno Virtual, no obligatorias, fueron realizadas por 18 alumnos de los 45 alumnos iniciales y fueron contabilizadas, de acuerdo a la cantidad de veces que cada alumno ingresó al sistema. Varios de esos alumnos han ingresado hasta 7 veces, algunos de ellos (9) sólo una vez, el resto 2 veces o más.

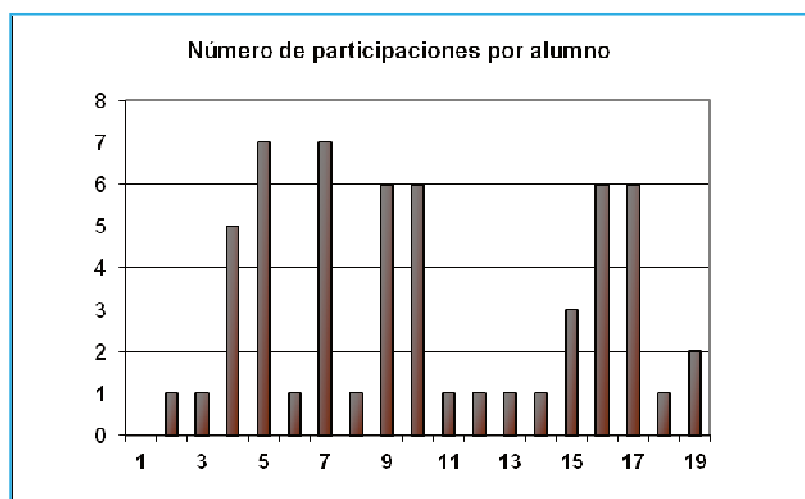


Figura 25. Gráfico de barras que muestra el grado de participación de los alumnos que trabajaron en la experiencia.

De los 18 alumnos que ingresaron a realizar las actividades, el 39% las entregaron. El 39% de estos 18 alumnos promocionaron Física, siendo que solamente 4 de los 18 habían promocionado Matemática.

Se resalta que de los 7 alumnos que entregaron la actividad 6 de ellos promocionaron FGyT ó Matemática, 4 promocionaron ambas materias.

Otro resultado de interés fue conocer cómo resolvieron en un examen tradicional los ejercicios de vectores los alumnos que habían participado de la actividad en relación con aquellos que no la hicieron: de los alumnos que realizaron la actividad de articulación el 72% hizo bien el trabajo sobre vectores y el 77% hizo bien el ejercicio sobre Trabajo, que fueron los dos temas sobre los que se trabajó en forma articulada e interdisciplinariamente en las actividades propuestas.

Resulta evidente que los estudiantes que diseñan una resolución correcta y completa han podido afianzar y ampliar sus esquemas de dominio, en particular para su maduración en el tiempo (Vaira, Ortigoza, Ávila y Berta, 2012).

En 2013 y 2014, se produjeron otras actividades de articulación con Matemática General de LN, desarrollando una guía de problemas con situaciones de la vida cotidiana, donde se resolvían problemas de suma vectorial con lápiz y papel.

***Actividad de articulación con Educación para la Salud y Economía Familiar, asignatura de 5to. año de la carrera de LN, alumna tesinista de la carrera de LN y Escuela Secundaria de la ciudad de Santa Fe.***

En el año 2013, en el marco de un Proyecto de Extensión de Interés Social (PEIS): "Educación alimentaria, nexo entre universidad y comunidad: una propuesta didáctica", se realizó una Jornada didáctica recreativa de educación alimentaria nutricional donde participaron

- 80 alumnos de una escuela secundaria de la ciudad de Santa Fe, -
- 20 alumnos voluntarios, cursando Física General y Termodinámica de LN.
- 8 alumnos voluntarios, cursando Epidemiología y Nutrición, 3er. año de LN.
- 50 alumnos de 5to. año de LN
- 2 alumnas desarrollando su trabajo de tesina en LN

Ejes de trabajo de la Jornada:

- 1) Energía
- 2) Alimentación Saludable
- 3) Rotulado nutricional

Tabla 14. Distribución de responsables por eje de trabajo.

<b>Eje</b>	<b>Responsables</b>
<b>Energía:</b> se utilizó un video como disparador. Se realizaron mediciones de peso y talla.	Alumna desarrollando su tesina de LN. Alumnos voluntarios cursando Física General y Termodinámica.
<b>Alimentación Saludable:</b> Estrategias lúdico-didácticas	Alumnos voluntarios cursando Epidemiología y Nutrición, materia de 3er. año de LN y Educación para la salud y Economía Familiar, materia de 5to. año de LN
<b>Rotulado nutricional:</b> Estrategias lúdico-didácticas, cálculo del Porcentaje de Valor diario.	Alumnos voluntarios cursando Educación para la salud y Economía Familiar, Alumna desarrollando su tesina de LN. Alumnos voluntarios cursando Física General y Termodinámica.

Durante la actividad (de 6 horas de duración) los alumnos voluntarios -cursando Física General y Termodinámica- realizaron medidas de talla (con tallímetro reglamentario) y medidas de masa corporal (con balanza reglamentaria), de los alumnos de la escuela secundaria.

La actividad resultó adecuada para afianzar conceptos de medición y expresión correcta de resultados de medida directa (talla y masa) y de medida indirecta, ya que los alumnos participantes calcularon el índice de masa corporal para cada uno de los participantes. Estas mediciones fueron utilizadas por una de las alumnas de 5to. año de LN, que desarrolló su tesina sobre *"Requerimiento energético en adolescentes: estudio a partir de fórmulas predictivas y consumo calórico"*.

Además permitió estrechar vínculos con alumnos del Ciclo Superior y puso en práctica experiencias en contexto real, lo que resultó fructífero de acuerdo a las apreciaciones de los participantes.

## CAPÍTULO VI:

### La propuesta de enseñanza. Resultados de su implementación.

#### VI. Introducción

#### VI.1. Indicadores de pertinencia del modelo adoptado

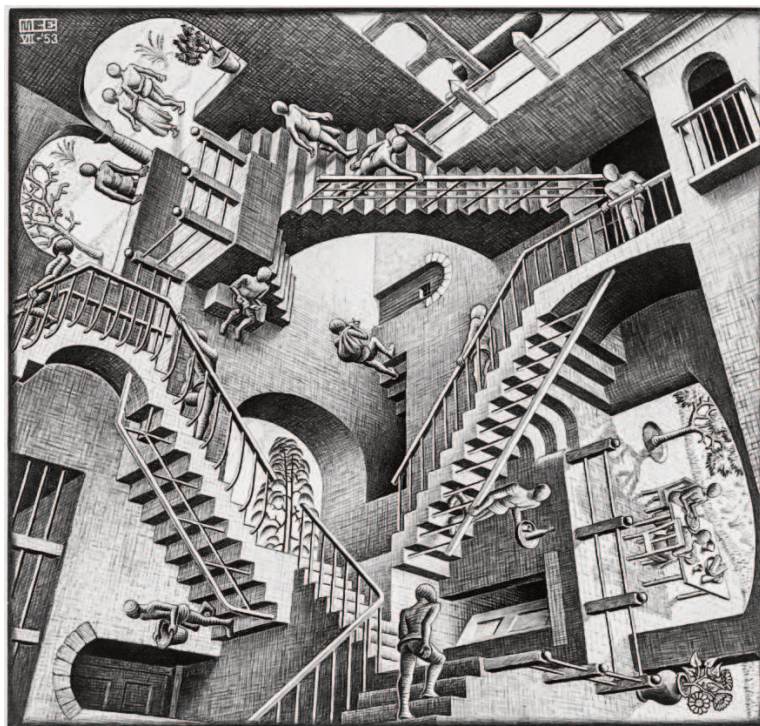
VI.1.1. Ponderación de voces del sujeto que aprende y de los entornos de enseñanza propuestos

VI.1.2. Modificaciones en el sistema de evaluación y ponderación de voces del sujeto que aprende

VI.1.3. Ponderación de los resultados académicos

VI.1.4. Ponderación de voces de la comunidad en la que el sujeto se inserta

VI.2. Diferencias de la propuesta anterior y la presente propuesta didáctica



Relativity. MC Escher (1953)

***"La enseñanza, al igual que la vida, está llena de intercambios. Calcular la calidad de la enseñanza, hacer balance, considerar los intercambios, es más realista que tratar de igualar la realidad a su ideal".***

**Elliot Eisner, (1998)**

## **VI. Introducción**

Según Shulman (2005), los docentes que poseen conocimiento pedagógico del contenido (PCK) tienen una capacidad especial para seleccionar y adaptar representaciones alternativas del contenido que no tienen los profesionales o los profesores noveles.

Estas formas de representar el contenido y la transformación del mismo en algo enseñable, sería lo que caracteriza a un docente con PCK. Entre las representaciones podemos encontrar ejemplos, esquemas, analogías, actividades, explicaciones, demostraciones, que el docente despliega durante sus clases y de las cuales echa mano en el momento adecuado. Sin embargo el concepto de PCK es difícil de ser concretado teóricamente aunque representa un conocimiento que es fundamental para el desarrollo de actividades didácticas potentes. En otro orden, el PCK viene a saldar la deuda que las instituciones donde se forman los docentes tenían entre la enseñanza de la disciplina por un lado y las cuestiones pedagógicas por otro, contribuyendo a terminar con dicha dicotomía.

En la presente investigación se piensa que el proceso de construcción de la misma se da de modo espiralado, entre búsqueda de la información y análisis -ida y vuelta sobre la realidad-, pero *¿Desde dónde y cómo se mira esa realidad?*

Para responder a esa pregunta se hace necesario un sistema de indicadores que genere información amplia y precisa. Coincidiendo con Shavelson et al.(1989), se sostiene que:

Idealmente, un sistema de indicadores mide diversos componentes del sistema educativo, y ofrece también información sobre cómo interactúan los componentes singulares para producir el efecto de conjunto. En otras palabras, el conjunto de la información que ofrece un sistema de indicadores es más que la suma de sus partes. (pp. 5-6).

Dentro de este marco, al pensar en idoneidad didáctica, debe primar un criterio global de pertinencia del modelo de enseñanza adoptado, cuyo principal indicador empírico es la adaptación entre los significados personales logrados por los estudiantes y los significados de la asignatura pretendidos/ implementados (Godino, 2014). La idoneidad didáctica se entiende como relativa a las circunstancias locales en que tiene lugar el proceso de estudio, es por eso que se consideran relevantes las opiniones de los alumnos en relación a la metodología implementada.

Por un lado, se recolectó, sistematizó y analizó información proveniente de respuestas de los alumnos en el año de cursado de la asignatura, en base a:

- encuestas de opinión sobre modalidad y desarrollo del cursado de la asignatura, una vez finalizado el cuatrimestre (Anexo 7). Los resultados disponibles en Anexo 9.

- encuestas de opinión sobre utilización del Entorno Virtual UNL, durante el cursado de la asignatura (Anexo 8)

- registros del Entorno virtual UNL, aula FGyT, en el año de cursado

Se tuvieron en cuenta los aprendizajes logrados por los alumnos según resultados académicos, a partir de la implementación de la propuesta didáctica.

Se sistematizó y analizó información sobre importancia de los contenidos de la asignatura en base a respuestas de:

- encuestas de opinión a alumnos avanzados (Anexo 10)

- entrevistas en profundidad a docentes y coordinadora de la carrera de LN (Anexo 11).

Se llevó a cabo un proceso inductivo deductivo, desde los conceptos cercanos a la experiencia, hacia las categorías teóricas que se busca comprender y explicar.

Se presentan los principales resultados surgidos en el período de la investigación, desde 2011 previo a la implementación de la propuesta didáctica a 2016, recabando información de estudiantes avanzados, quienes cursaron la asignatura FGyT, con la propuesta motivo de investigación.

El desarrollo del presente capítulo se constituye en insumo respecto del quinto objetivo específico planteado:

*Valorar indicadores de aprendizaje, durante tres años consecutivos, a partir de la implementación de la propuesta.*

### **VI.1. Indicadores de pertinencia del modelo adoptado**

Se realizó una triangulación teórico-metodológica de instrumentos de recolección y análisis de datos, y sus relaciones respecto a la pertinencia de la propuesta educativa. Se combinó la triangulación de datos, la de métodos y la de diferentes momentos de la investigación, teniendo en cuenta la interacción de las voces de todas las personas implicadas en el estudio.

El término triangulación representa, tal como menciona Okuda Benavides (2005), la búsqueda de patrones de convergencia para poder desarrollar o corroborar una interpretación global del fenómeno objeto de investigación.



Se sostiene que la triangulación ofrece la alternativa de poder visualizar una cuestión desde diferentes ángulos y de esta manera aumentar la consistencia de los hallazgos, permitiendo reducir sesgos para posibilitar la mayor comprensión de un fenómeno. Al utilizar diferentes métodos se busca analizar un mismo fenómeno a través de diversos acercamientos, utilizando técnicas cualitativas y cuantitativas en conjunto.

La inconsistencia en los hallazgos no disminuye la credibilidad de las interpretaciones y - el análisis de las razones por las que los datos difieren- sirve para analizar el papel de la fuente que produjo los datos en el fenómeno observado y las características que la acompañaban en el momento en el que el fenómeno se observó (Okuda Benavides, 2005).

Como instrumentos de recolección de datos se utilizaron encuestas a estudiantes, registros de acceso a actividades virtuales, entrevistas en profundidad a docentes y coordinadora de la carrera de LN, registros de notas de alumnos durante la implementación de la propuesta objeto de estudio, tanto resultados de parciales de la asignatura como también pruebas de solidez efectuadas durante los tres años de implementación de la propuesta, luego de 6 meses de aprobada la asignatura.

Recordando lo mencionado por Engeström respecto al análisis de la situación educativa, concebida como sistema de actividad, dentro de los componentes a ponderar se incluyen

- El sujeto que aprende.
- Los instrumentos utilizados en la actividad, en este caso los entornos de enseñanza y aprendizaje propuestos.
- El objeto a apropiarse (saberes, contenidos y competencias).
- Una comunidad de referencia en que la actividad y el sujeto se insertan. (Engeström, citado en Baquero, 2002).

Dentro de este marco, se efectúa la ponderación de los componentes incluidos en el sistema de actividad.

#### **VI.1.1. Ponderación de voces del sujeto que aprende y de los entornos de enseñanza propuestos.**

Con el propósito de ahondar en la idoneidad didáctica del modelo adoptado, se presentan a continuación resultados de encuestas:

- realizadas por la tesista inmediatamente luego del cursado de la asignatura,
- disponibles en SIU guaraní, de acceso posterior al cursado,
- registros Entorno Virtual UNL, posterior al cursado.

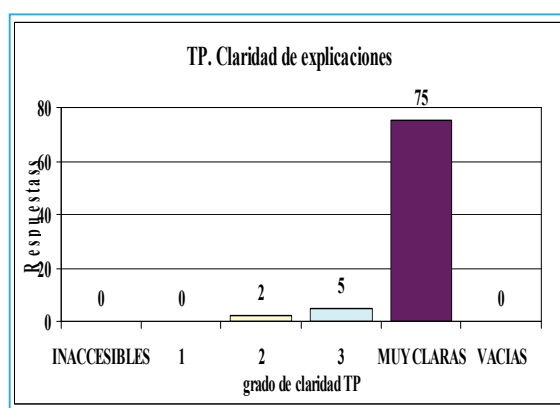
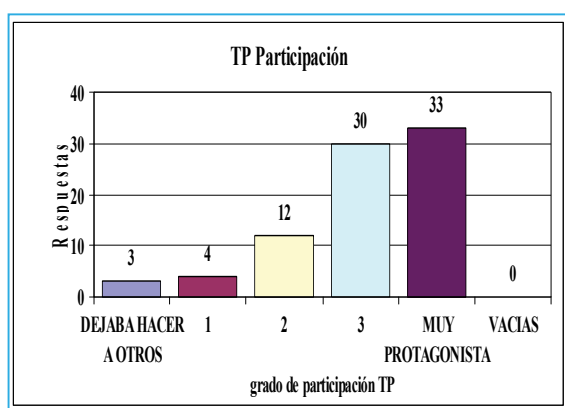


Estos resultados dan cuenta de la manera en que estudiantes de las cohortes en estudio aprecian los entornos de enseñanza y aprendizaje propuestos, inmediatamente después de haber finalizado el cursado de la asignatura FGyT.

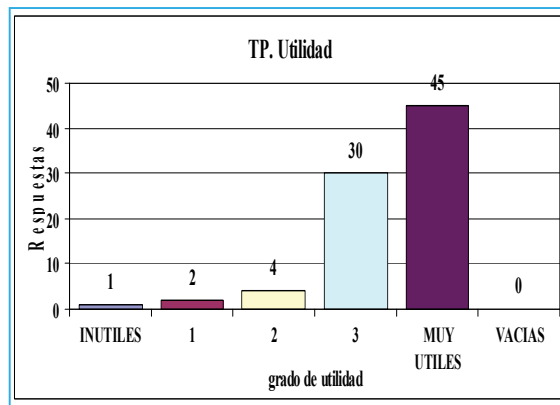
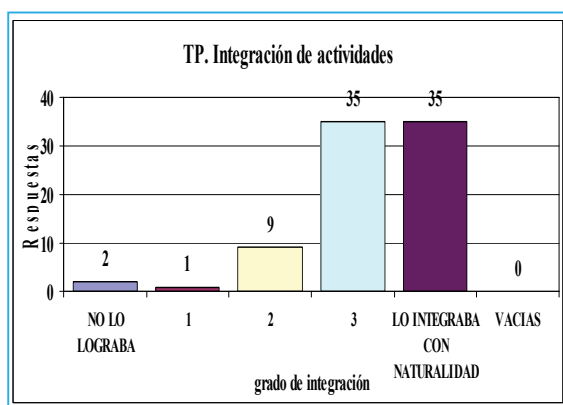
**Encuestas de opinión realizadas por la tesista sobre modalidad y desarrollo del cursado de la asignatura (respuestas en Anexo 7).**

Participaron de manera voluntaria 88 alumnos al finalizar el cursado de FGyT en 2011, respondiendo de manera anónima a una encuesta de opinión. Se muestran a continuación los resultados de la misma.

**Respecto de Trabajos Prácticos (TP) presenciales**



Figuras 26 y 27. Gráficos de barras número de respuestas vs. grado de participación y grado de claridad TP, respectivamente.



Figuras 28 y 29. Gráficos de barras número de respuestas vs. grado de integración y grado de utilidad TP, respectivamente.

De los gráficos anteriores se destaca que:

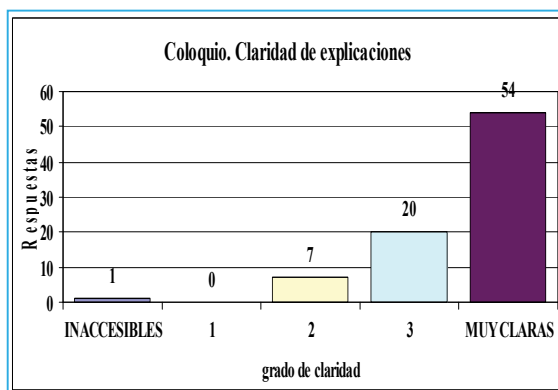
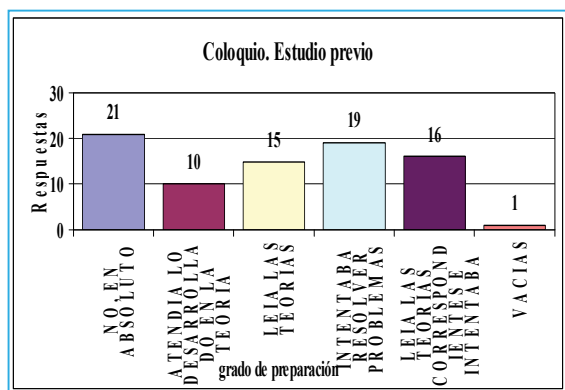
- ante la pregunta *¿Te involucrabas como protagonista en los experimentos?*, 76% de los 88 encuestados, consideró participar activamente de los mismos.

- respecto de *¿Lograbas integrar los experimentos con los conocimientos teóricos y los problemas?*, 90% manifestó poder realizarlo.

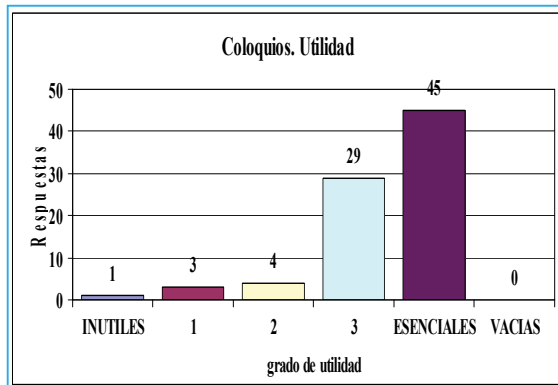
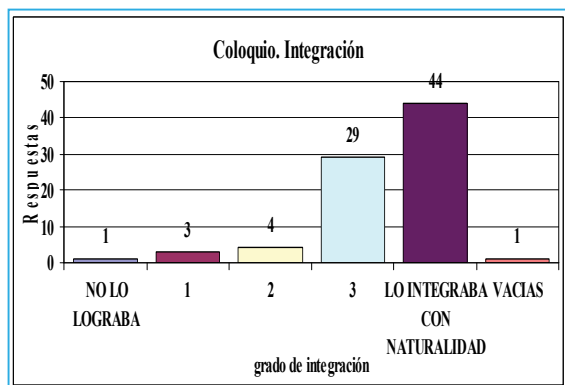
- acerca de la pregunta *¿Te resultaron útiles?*, el 92% consideró de utilidad la actividad de laboratorio.

- respecto de la claridad con que el docente explicaba durante el TP, el 92% le asignó la puntuación más alta.

### Respecto de Coloquios presenciales



Figuras 30 y 31. Gráficos de barras número de respuestas vs. grado de preparación y grado de claridad explicaciones coloquio, respectivamente.



Figuras 32 y 33. Gráficos de barras número de respuestas vs. grado de integración y grado de utilidad de coloquio, respectivamente.

De los gráficos anteriores se destaca que:

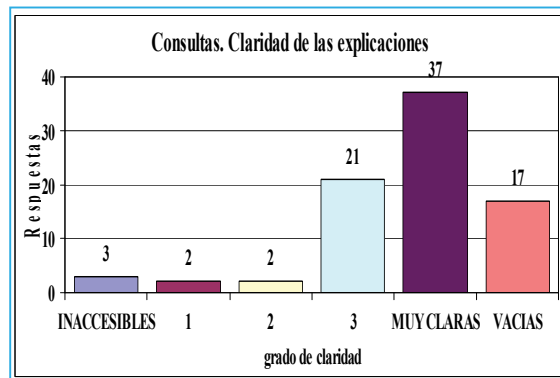
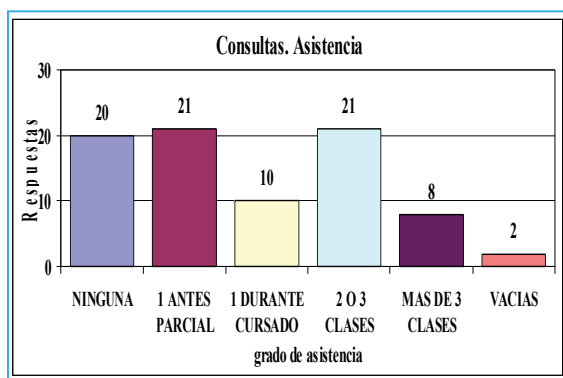
- ante la pregunta *¿Te preparaste para las clases de problemas?*, el mayor porcentaje (26% de los 88 encuestados), manifestó no haber realizado ninguna lectura previa.

- respecto de la claridad con que el docente explicaba durante el coloquio, el 66% le asignó la puntuación más alta.

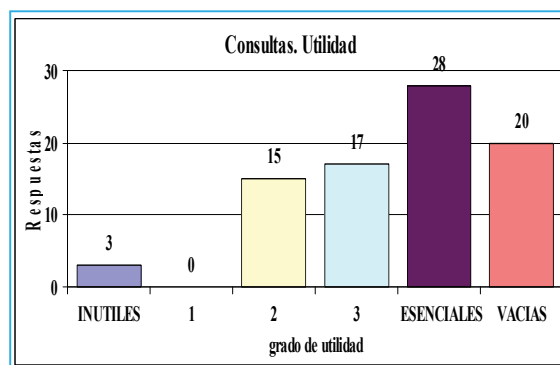
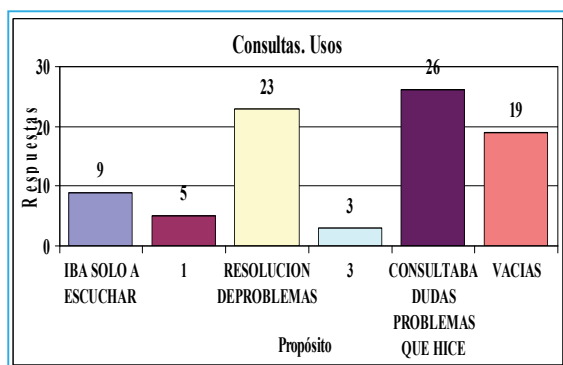
- respecto de *¿Lograbas integrar las actividades de problemas, laboratorio y teoría durante esta actividad?*, 90% manifestó poder realizarlo.

- acerca de la pregunta *¿Te resultó útil la actividad?*, el 90% consideró de utilidad el espacio de coloquio.

### Respecto de Consultas presenciales



Figuras 34 y 35. Gráficos de barras número de respuestas vs. grado de asistencia y grado de claridad explicaciones consulta, respectivamente.



Figuras 36 y 37. Gráficos de barras número de respuestas vs. propósitos y grado de utilidad consulta, respectivamente.

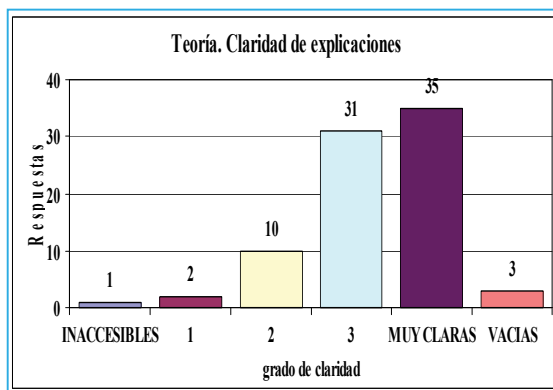
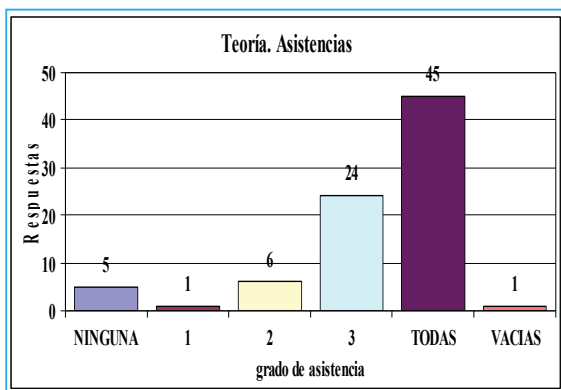
De los gráficos anteriores se destaca que:

- ante la pregunta *¿asististe a las consultas?*, el mayor porcentaje (24% de los encuestados), refirió haber asistido 2 ó 3 veces y el mismo porcentaje 1 sola vez.

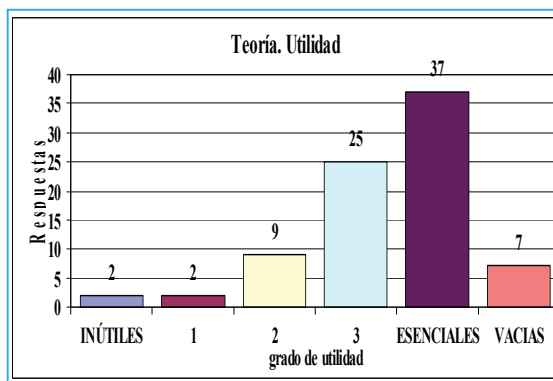
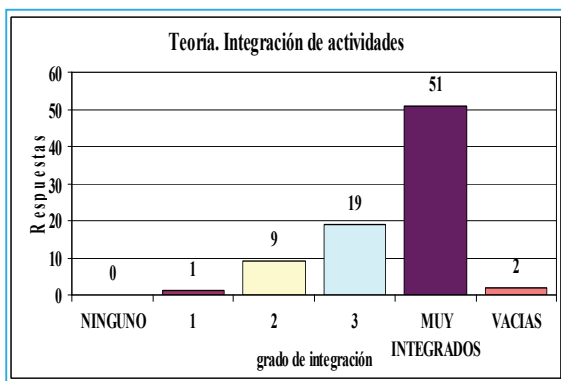
- respecto de la claridad con que el docente explicaba durante las consultas, el 42% le asignó la puntuación más alta.

- respecto de *¿para qué asistías a las consultas?*, 56% respondió que asistía para consultar dudas sobre problemas y resolverlos.

- acerca de la pregunta *¿Te resultó útil la actividad?*, el 32% consideró esencial el espacio de consulta.

**Respecto de Teorías presenciales**

Figuras 38 y 39. Gráficos de barras número de respuestas vs. asistencia y grado de claridad teoría, respectivamente.



Figuras 40 y 41. Gráficos de barras número de respuestas vs. grado de integración y grado de utilidad de la teoría, respectivamente.

De los gráficos anteriores se destaca que:

- ante la pregunta *¿pudiste asistir a los seminarios de teoría?*, 86% manifestó elevada asistencia.
- respecto de la claridad con que el docente explicaba durante la teoría, el 44% de los encuestados le asignó la puntuación más alta.
- respecto de *¿Se integraba la teoría con lo desarrollado en laboratorio?*, 88% manifestó que las actividades se encontraban integradas.
- acerca de la pregunta *¿Te resultó útil la actividad?*, el 82% consideró de utilidad el espacio de teoría.

**Sugerencias de los alumnos realizadas durante la encuesta**

- Agregar horarios de consulta, principalmente próximos al parcial
- Brindarle más tiempo al desarrollo de los temas más difíciles

- **Regularizar con TP en vez de con parciales**
- Brindar más ejercitación
- Que no se realicen TP (1 alumno)
- No juntar comisiones que tuvieron laboratorio con las que no lo tuvieron en un mismo horario de coloquio
- Resolver todos los ejercicios durante el coloquio
- **Que los exámenes no sean de tipo múltiple choice**

### **Reflexiones y discusión de los resultados**

De acuerdo a las valoraciones presentadas, los estudiantes al finalizar el cursado manifestaron en elevado porcentaje (superior al 82%) que las actividades propuestas para los espacios presenciales de laboratorio, coloquio y teoría, resultaron integradas y de utilidad.

Con respecto a la actividad de consultas, si bien mostraron interés en adicionar más horarios de consulta cercanos al parcial, se evidenció por las respuestas que solo el 32% consideró esencial dicho espacio.

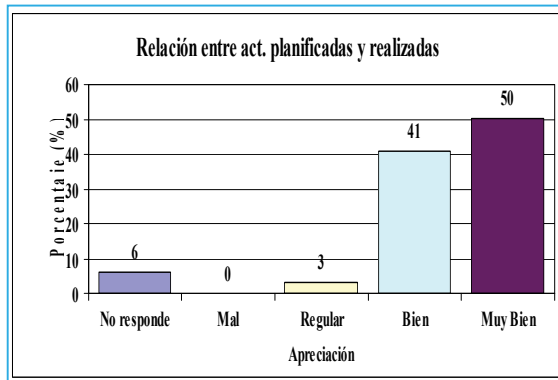
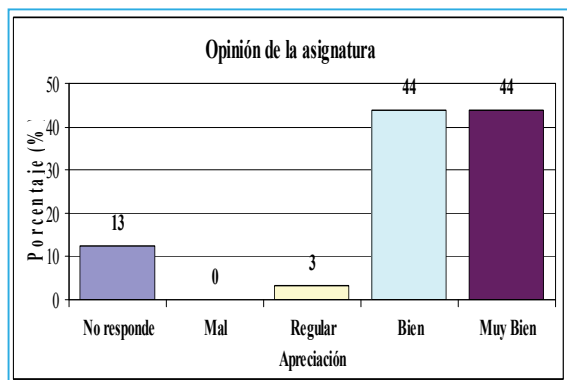
Vale destacar también que -en las sugerencias- algunos alumnos propusieron un cambio en la evaluación del sistema en cuanto a la regularización de la asignatura y a la modalidad de la evaluación (si bien la propuesta contemplaba evaluación formativa y sumativa, durante los años 2011, 2012 y 2013 la evaluación continuó realizándose al finalizar el módulo de Física y bajo la modalidad multiple choice).

Un alumno (1% sobre los 88 totales) manifestó que no debían realizarse TP, sin explicar el porqué de su afirmación. Al ser las respuestas anónimas no se pudo continuar indagando sobre las razones de su consideración.

### **Encuestas SIU alumnos 2011**

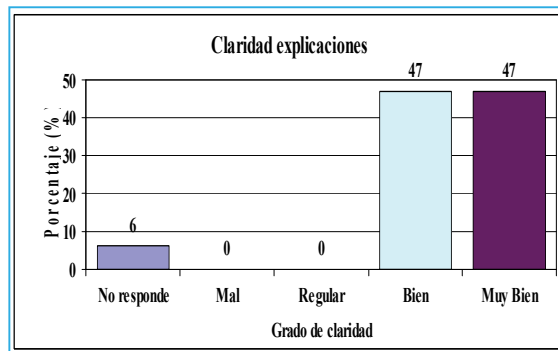
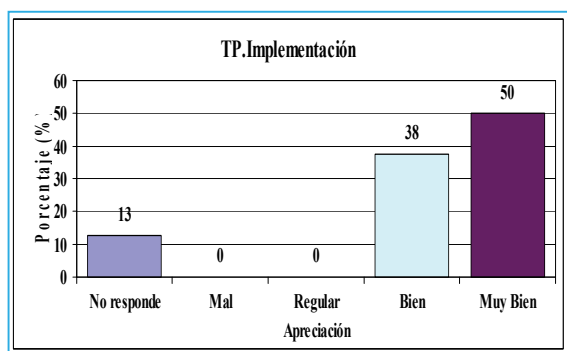
Se registraron respuestas de la encuesta realizada a través del sistema SIU guaraní a 32 alumnos voluntarios, al finalizar el cursado de FGyT en 2011. Las respuestas tuvieron carácter anónimo.

### **Respecto de la asignatura**

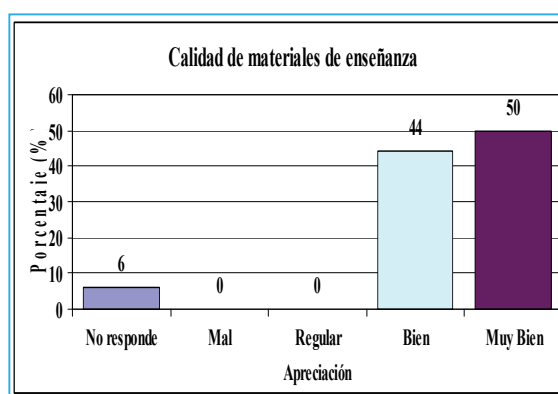
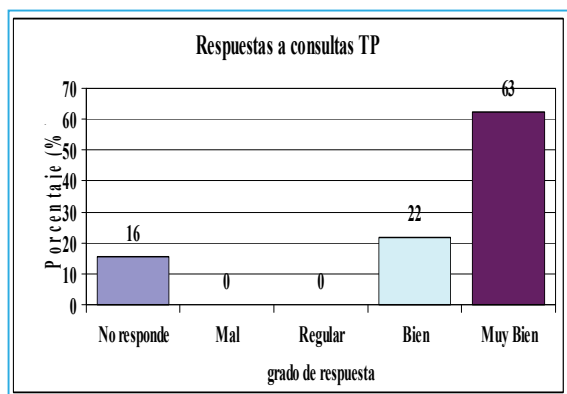


Figuras 42 y 43. Gráficos de barras porcentaje de respuestas vs. opinión de la asignatura y relación entre actividades planificadas y realizadas, respectivamente.

### Respecto de los TP



Figuras 44 y 45. Gráficos de barras porcentaje de respuestas vs. implementación y grado de claridad TP, respectivamente.



Figuras 46 y 47. Gráficos de barras porcentaje de respuestas vs. consultas en TP y calidad de materiales TP, respectivamente.

### Sugerencias de los alumnos realizadas durante la encuesta

- Los profesores te ayudan mucho
- Se lograron desarrollar todos los temas propuestos

- Se necesitan más TP para termodinámica, Física mejoró un montón
- Lleva mucha carga horaria
- Los horarios de consulta se superponen con otras materias
- Me parece muy bueno el sistema de enseñanza, el entorno virtual fue de gran utilidad
- La entendí mejor este año que teníamos en Física coloquio, que en años anteriores donde solo tenían teoría
- **No me gusta el sistema de evaluación**
- Muy claro, excelentes docentes

De los gráficos anteriores puede apreciarse que el 88% de los encuestados manifestó una opinión positiva de la asignatura en general, coincidiendo (91%) en la opinión respecto de la relación entre lo planificado y lo realizado, considerando como buena o muy buena dicha relación.

Respecto de los TP, el 88% valora como positivo la implementación de los experimentos y el 94% manifiesta que resultan muy claras las explicaciones de TP. Lo anterior se corrobora con la expresión

- Se necesitan más TP para Termodinámica, Física mejoró un montón

En las sugerencias finales se hace referencia al sistema de evaluación con la frase

- **No me gusta el sistema de evaluación**

### **Reflexiones y discusión de los resultados**

Al analizar los resultados, en base a la TA de Engeström, surgen tensiones en los sistemas de actividad que se manifiestan en las voces de los estudiantes al hacer referencia al sistema de evaluación para la regularización del módulo de Física General y el sistema de evaluación final. Estas tensiones pudieron ser recogidas para promover, de acuerdo a la TA, situaciones tendientes a optimizar el proceso educativo. En páginas posteriores se trata en particular las modificaciones realizadas en el sistema de evaluación de la asignatura.

El paradigma educativo de la nueva sociedad de la información se puede caracterizar por modelos constructivistas de aprendizaje y entornos enriquecidos tecnológicamente (García Barneto y Gil Martín, 2006). La enseñanza de física es una de las principales áreas que ha utilizado las potencialidades de la computadora para el desarrollo de nuevas metodologías de enseñanza, motivando un campo de investigación multidisciplinario donde se conjugan la

física, la enseñanza de física y la informática. Esto lo muestra la gran cantidad y variedad de aplicaciones que se han desarrollado (Bouciguez y Santos, 2010).

Dentro de este marco se desarrolló una propuesta educativa para la enseñanza de física en carreras de ciencias de la salud, en particular la carrera de LN, siguiendo un enfoque constructivista, centrado en el estudiante, donde el docente actúe como facilitador del aprendizaje, contando con recursos propios de la Web 2.0 tendientes a optimizar su implementación.

A continuación se muestran resultados de acuerdo a los registros del EV- UNL, y resultados de encuestas de opinión a alumnos sobre dicho espacio, luego del cursado de la asignatura.

**- Resultados actividades complementarias entorno virtual UNL. Dimensiones teóricas, surgidas a partir de la sistematización y análisis de los registros del Entorno virtual UNL.**

En el primer año del desarrollo de la propuesta -2011- participaron de manera voluntaria de actividades del EV UNL, **106 alumnos** durante el cursado de la asignatura FGyT.

Las actividades del curso FGyT para el EV (tal como se mencionó en el capítulo V) fueron:

- cuestionarios sobre situaciones problemáticas;
- simulaciones de experimentos virtuales interactivos;
- problemas con distintas cuestiones por resolver y/o calcular;
- foros para interactuar entre alumnos y docentes;
- libros interactivos donde se recuperan contenidos de estudios precedentes.

Para cada una de las actividades del EV UNL, se sistematizó la información de los registros del EV, según las siguientes dimensiones de análisis:

- **acceso a la plataforma,**
- **participación,**
- **autogestión y trabajo colaborativo.**

Estas dimensiones contemplan aspectos básicos tales como: - *Interactividad*, entendida como la relación entre el alumno y los materiales a los que puede acceder desde la plataforma e - *Interacción*, como las relaciones entre los actores del proceso educativo, entre alumnos y/o entre alumno y docente.



**Acerca del acceso a la plataforma virtual:**

La plataforma virtual de la UNL cuenta con la posibilidad de realizar registros de la cantidad de alumnos que accedieron a cada una de las actividades propuestas. A partir de estos registros se elaboró el siguiente gráfico:

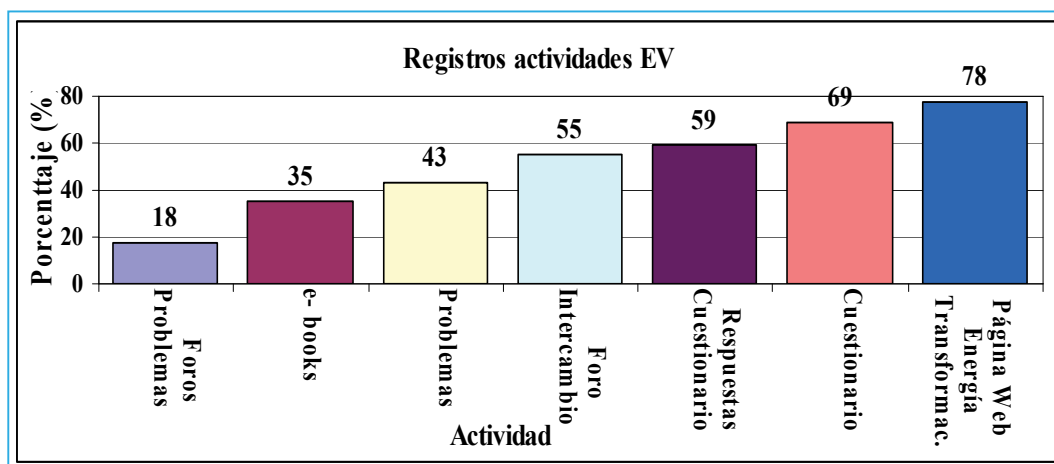


Figura 48. Porcentaje de alumnos que ingresaron a las distintas actividades propuestas según registros plataforma.

Del gráfico se desprende que un elevado número de alumnos (78% del total de estudiantes inscriptos) participaron de la actividad que involucra videos explicativos, simulaciones y experiencias interactivas.

Los registros realizados por la plataforma Virtual, **¿se relacionan con lo que los estudiantes respondieron en las encuestas de opinión al finalizar el cursado?**

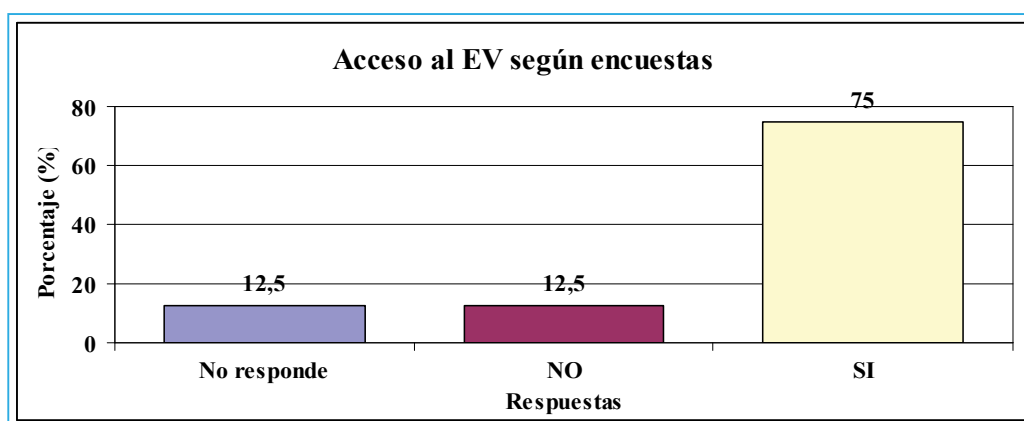


Figura 49. Porcentaje de alumnos que ingresaron al Entorno Virtual UNL -Encuestas de Opinión 2011-

Comparando los registros efectuados por la plataforma y las respuestas a la pregunta sobre acceso al EV se encontraron resultados similares en ambos gráficos, lo que verificó la elevada adhesión de los estudiantes a la propuesta utilizando el Entorno Virtual de Aprendizaje.

#### **Acerca de la participación en las diferentes actividades:**

Las secciones más consultadas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 15. Porcentaje de ingreso a cada actividad, según Entorno UNL.

Página Web Energía y Transformaciones	78%
Cuestionario	69%
Respuestas a Cuestionario	59%
Foro de Intercambio de Ideas	55%
Problemas	43%
e- books	desde 24% a 55%
Foros de Problemas	18%

La primera de las actividades, **Sobre Energía y sus Transformaciones**, incluye videos que recuperan experiencias realizadas en los Talleres presenciales, enlaces a páginas Web de otras universidades con simulaciones interactivas, lo que promovió interés en los participantes de la actividad. De acuerdo a lo registrado en las encuestas de opinión un elevado porcentaje de alumnos – mayor del 60% - consideró a las simulaciones interactivas la actividad que resultó más interesante en la propuesta, ya que:

- “Se puede profundizar en el tema de una manera divertida”
- “Contestaba preguntas practicando a través de las animaciones”

Las respuestas de los estudiantes indicaron que, a través de la actividad, se promovió la reflexión y el aprendizaje.

Se distingue en los foros propuestos, que el de mayor participación (55%) correspondió a una actividad a partir de un problema abierto, donde los estudiantes debían interactuar para poder lograr una conclusión sobre la conservación de la energía y sus transformaciones.

El foro de menor participación (18%) correspondió a la discusión de resolución de ejercicios numéricos. Si bien un alto porcentaje de estudiantes (43%) resolvió los problemas,

no interactuaron acerca de los posibles errores en el manejo de ecuaciones e interpretación de las consignas.

### **Acerca de la autogestión y el trabajo colaborativo:**

De acuerdo a las respuestas a la pregunta *¿Crees que la estructura del módulo es adecuada para tu proceso de autoevaluación y autogestión del aprendizaje?* se realizó el siguiente gráfico:

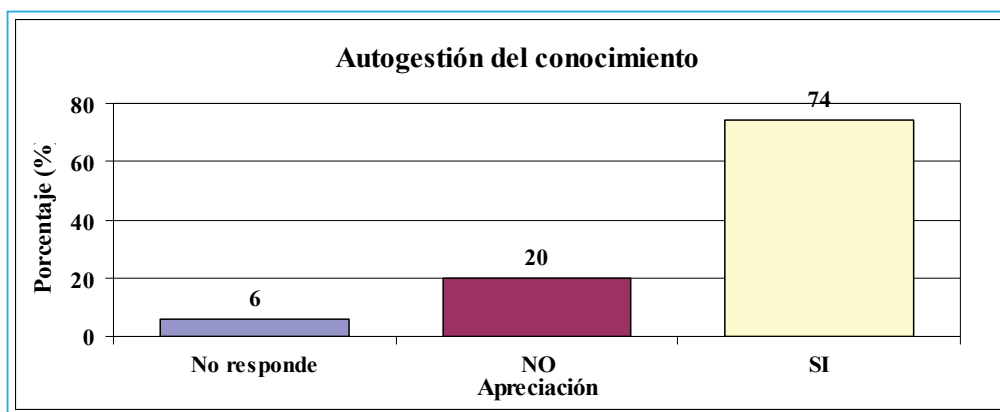


Figura 50. Porcentaje de respuestas pregunta 5 -Encuestas de Opinión 2011-

Un elevado porcentaje de estudiantes consideró adecuada la estructura porque:

- *“permite poner en práctica tus conocimientos y darte cuenta de lo que te falta estudiar”*
- *“me ayuda a saber como estoy en la materia”*
- *“las actividades son entretenidas y permiten estudiar en grupo”*

De acuerdo a los resultados obtenidos se destaca que:

- La utilización de la plataforma resultó significativa, mostrando una elevada participación del alumnado en las distintas actividades (figuras 48 y 49).
- Los estudiantes encuentran en las experiencias utilizando simulaciones, una posibilidad para poder explorar y profundizar sus conocimientos.
- Entienden las actividades virtuales como complemento de las actividades presenciales, según manifiestan en la encuesta de opinión realizada.
- Reconocen a la actividad como un recurso educativo valioso, participe en la autogestión del aprendizaje (figura 50).
- La propuesta educativa colabora en el desarrollo del trabajo autónomo y participativo de los estudiantes, según lo expresado en la encuesta de opinión.

### **Reflexión y discusión de los resultados**

En esta propuesta se requiere re-crear los roles tradicionales del docente y del alumno. Por un lado, el rol docente caracterizado por la transmisión a orientador, facilitador, motivador del trabajo autónomo; por otra parte, el rol del alumno cambia de receptor a constructor activo de su propio conocimiento. De esta manera se estimula el trabajo autónomo del estudiante y exige que el docente sea animador y tutor del proceso de aprendizaje. En el espacio virtual de aprendizaje propuesto lo fundamental no es su presencia física, sino las múltiples estrategias que proponen para que el estudiante aprenda (Digión, Sosa y Velázquez, 2006).

Adhiriendo a la noción de innovación según lo expresado por Elisa Lucarelli (2003), quien sostiene que:

La innovación es aquella práctica protagónica de enseñanza o de programación de la enseñanza, en la que, a partir de la búsqueda de la solución de un problema relativo a las formas de operar con uno o varios componentes didácticos, se produce una ruptura en las prácticas habituales que se dan en el aula de clase, afectando el conjunto de relaciones de la situación didáctica. (p.19)

se considera significativo promover espacios para la reflexión, accesible a toda hora, adaptables al ritmo de aprendizaje individual, generando espacios que remitan a situaciones de interacción y comunicación, relevantes para los participantes. Así, se concibe el aprendizaje como un proceso socialmente mediado, basado en el conocimiento, que exige compromiso activo, motivación, esfuerzo, por parte de la totalidad de actores del proceso educativo.

En consonancia con lo mencionado por Aspiazu, Pazos y Silva (2001), se hace necesario adecuar la pedagogía, desarrollar la creatividad y favorecer la visión de las cosas desde distintos puntos de vista, potenciar la virtualidad y mejorar el soporte tecnológico.

De acuerdo a lo manifestado por los estudiantes, el uso de simulaciones integradas a las propuestas experimentales promovió en los estudiantes una mayor comprensión de la función de los modelos físicos, conocimiento de sus limitaciones y ayudó en la resolución de problemas, tal como sostienen Rodríguez, Mena y Rubio, (2009).

#### **VI.1.2. Modificaciones en el sistema de evaluación y ponderación de voces del sujeto que aprende**

La propuesta educativa continuó desarrollándose de acuerdo a lo diseñado y planificado respecto de los espacios presenciales y el espacio complementario a través del Entorno

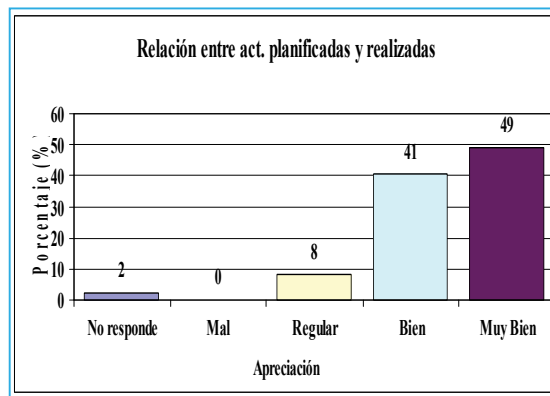
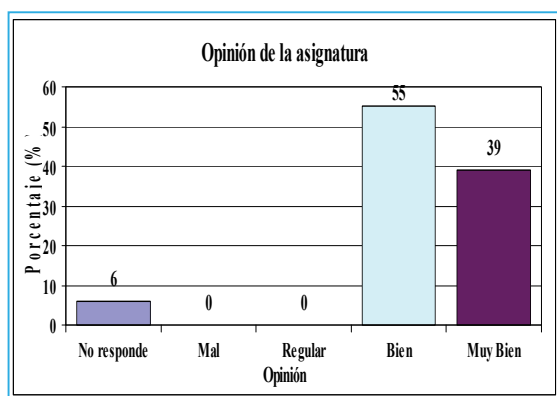
Virtual UNL, pero fue a partir de 2016 cuando pudo modificarse el sistema de evaluación tal como estaba planificado, es decir:

- a la regularización se accedió de acuerdo a asistencias y evaluación formativa durante el desarrollo de actividades de laboratorio y coloquio,
- en el examen final se cambió la modalidad de multiple choice por resolución de problemas donde se valoran los procedimientos utilizados y los resultados obtenidos.

A continuación se presentan respuestas de 47 alumnos, luego de cursar la asignatura en 2016 y 2017.

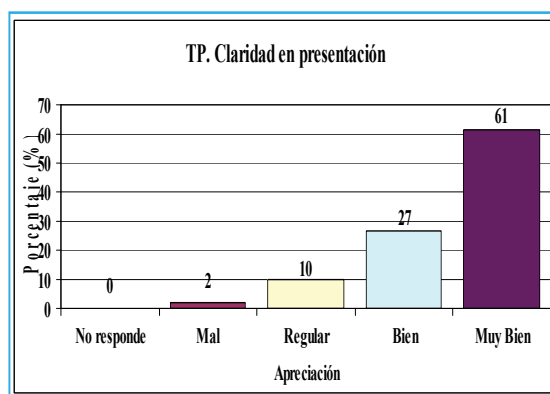
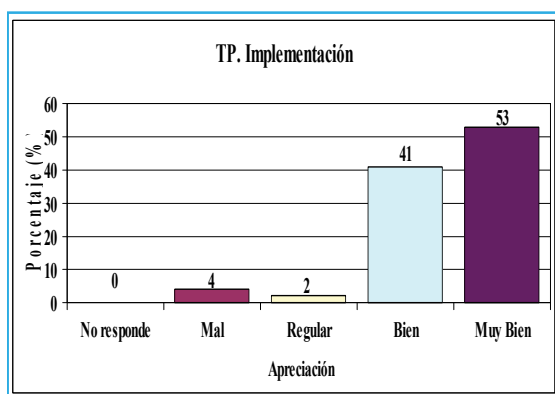
### Encuestas SIU alumnos 2016 a 2017

#### Respecto de la asignatura

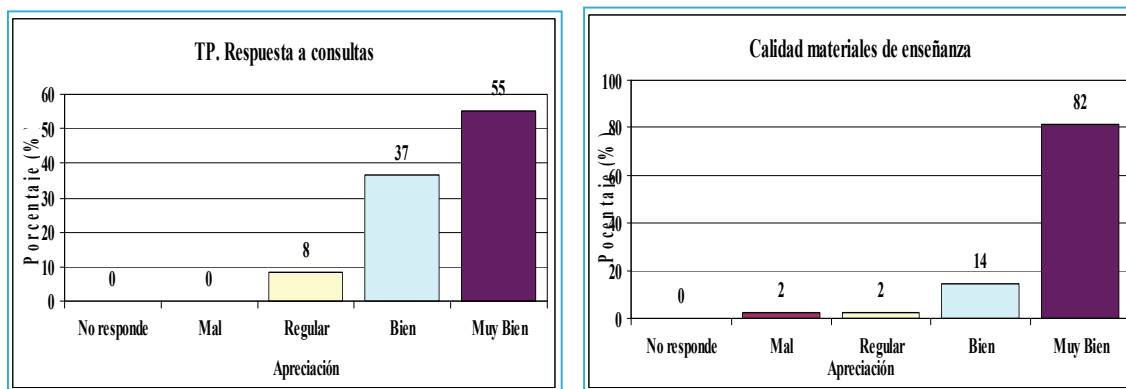


Figuras 51 y 52. Gráficos de barras porcentaje de respuestas vs. opinión de la asignatura y relación entre planificado y realizado, respectivamente.

#### Respecto de Trabajos Prácticos presenciales



Figuras 53 y 54. Gráficos de barras porcentaje de respuestas vs. implementación y grado de claridad TP, respectivamente.



Figuras 55 y 56. Gráficos de barras porcentaje de respuestas vs. consultas en TP y calidad de materiales TP, respectivamente.

### Respecto de evaluación

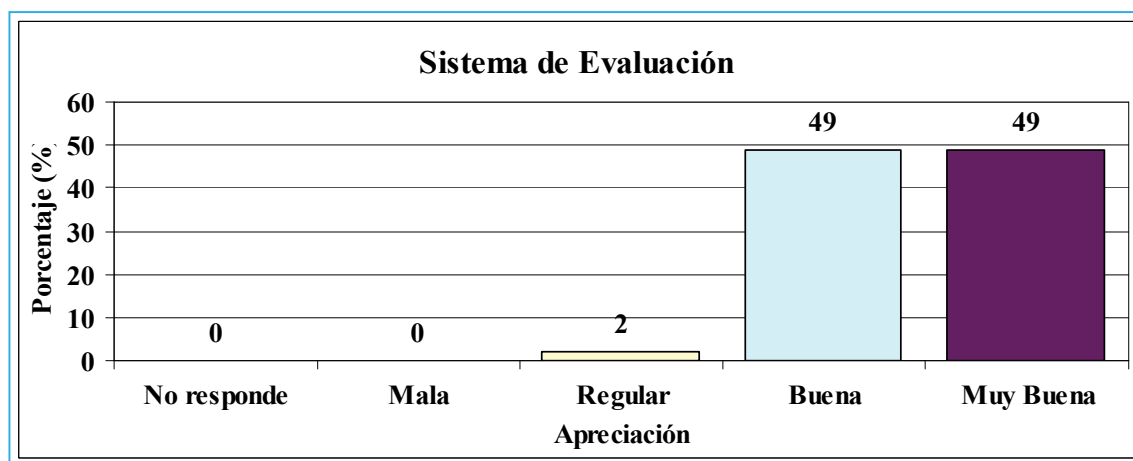


Figura 57. Gráfico de barras porcentaje de respuestas vs. apreciación sistema de evaluación.

### Sugerencias y comentarios de los alumnos realizados durante la encuesta

#### De la asignatura:

- Asignatura muy bien organizada.
- Conforme
- **Me pareció bien el cambio que hubo del sistema de evaluación en Física.**
- Poca explicación en clases de consulta de física general.
- **El sistema de evaluación me pareció muy bueno y coherente.**
- **Es la asignatura de la que más aprendí en cuanto a práctica en laboratorio.**
- Me gustó mucho la materia y como fue dictada, logré entenderla muy bien y aprender.
- Me gustó la materia, aunque al principio me costó agarrarle la mano.
- Buenas explicaciones en horarios de consulta.

- Muy buenos profesores y un poco desorganizada la cátedra.
- Se desarrolla de manera ordenada. No cumple con las expectativas.
- La asignatura estuvo muy bien llevada adelante por el equipo docente, y los contenidos fueron bien explicados y trabajados; aunque no creo necesario el material teórico de "soporte" de la parte de física, puesto que pienso que no es de gran ayuda dado que algo tedioso de leer y estudiar, además de que el docente a cargo de las teorías las explicó muy bien.
- La asignatura me pareció correcta en todos los aspectos. Los profesores muy atentos.

#### **De los trabajos prácticos:**

- Conforme.
- ..... fue la docente a cargo de las clases de trabajo práctico de mi comisión, su labor, responsabilidad y respeto para con sus alumnos se agradece, la predisposición a aclarar dudas y a retomar explicaciones hasta que queden claras sobre todo.
- **Estaría bueno implementar más de un trabajo práctico en termodinámica.**
- Excelentes profesionales que dan las clases de forma dinámica y totalmente entendible y llevadera. Todos los profesores se notaban comprometidos y con buena predisposición.
- El docente de los trabajos prácticos tiene todo el conocimiento necesario para el dictado de la materia, prepara la clase y no improvisa, pero no está preparado para interactuar con los alumnos, le cuesta muchísimo explicar, se frustra cuando no se le entiende o no recibe la respuesta esperada en los alumnos.
- Bien llevados a cabo... Todo perfecto.

#### **De los coloquios y/o seminarios:**

- Faltan explicaciones y más ejemplos para resolver los problemas.
- Muy bien. Muy buena predisposición.
- ..... estuvo al frente de las clases de coloquio de mi comisión y fueron de gran ayuda sus aportes y explicaciones al momento de resolver los ejercicios.
- Muy buena disposición para explicar en termodinámica al igual que en física. Buenas actividades. Guías de estudio acertadas y útiles.
- En cuanto a Física pasaba lo mismo que con los trabajos prácticos, no se explicaban los coloquios, los alumnos debíamos saber hacerlos antes de ir a clase.
- Excelentes coloquios, hacíamos todos los ejercicios y gracias a estas clases logré la promoción.

- Todos los profesores se notaban comprometidos y con buena predisposición.

#### **De las teorías:**

- Se dictan los temas completos y con ejemplos. Excelentes profesores.
- Las clases teóricas de la parte de física y termodinámica suelen ser un poco tediosas a mi parecer debido a la carga horaria, pero por momentos los profesores al frente de las mismas trataban de hacerla lo más llevaderas posibles.
  - Solo asistí a dos clases de teoría de física y una de termodinámica. Personalmente me fue mejor leyendo por mí misma. Las clases eran muy temprano, largas y monótonas.
  - Muy bien explicadas. Tanto el Profesor de Física como la profesora de Termo fueron siempre claros e insistentes para nuestra comprensión. En cuanto a ..... (termo), puedo destacar su predisposición y excelencia a la hora de enseñar.

#### **Reflexión y discusión de los resultados**

Monereo (2009), al hablar de evaluación "auténtica" menciona distintos tópicos que se deben considerar, entre ellos:

a) Auténtico en calidad de propedéutico: como preparación para enfrentar evaluaciones similares en esta u otra materia de éste o de próximos cursos.

b) Auténtico en calidad de funcional: útil para resolver necesidades del alumno en sus diferentes escenarios de desarrollo (también en el académico).

c) Auténtico en calidad de centrado en la evaluación de la actuación o realización de una tarea (performance-assessment): orientado a valorar las operaciones necesarias para solucionar el problema o tarea.

d) Auténtico en calidad de extra-académico: La situación o problema que se plantea está vinculada a escenarios no académicos (vida cotidiana, noticias de impacto social y cultural, futuro profesional, ocio, etc.). Los problemas intra-académicos (intramatemáticos, intralingüísticos o intracientíficos), que aludirían a cuestiones propias del universo disciplinar (p.e. símbolos, estructuras y objetos matemáticos) serían, desde esta perspectiva, poco auténticos.

Considerando los tópicos mencionados, al realizar modificaciones en el sistema de evaluación, tanto en la etapa de regularización como en la de promoción del módulo de Física General, se considera que dicho cambio está de acuerdo con preparar al estudiante para evaluaciones similares en asignaturas posteriores (autenticidad propedéutica), promover su



actuación en diferentes escenarios (autenticidad funcional), valorar su actuación en determinadas tareas (evaluación de regularización) y presentar situaciones cercanas a su desempeño como futuro profesional de salud. La planificación de la asignatura, con modificaciones en el sistema de evaluación se encuentra disponible en Anexo 3b.

La preparación para el trabajo autónomo, el aprendizaje de competencias de orden superior, la adaptación a situaciones emergentes, el desarrollo del espíritu emprendedor y la capacidad creativa, la diversificación en las formas y fuentes de aprendizaje, surgen como demandas de una docencia innovadora. Se plantean nuevas prácticas más activas y basadas en el logro de competencias que tengan en cuenta todo el proceso educativo (Monereo y Pozo, 2003).

### VI.1.3. Ponderación de los resultados académicos

#### Acerca de porcentaje de alumnos promocionados

En el siguiente gráfico se muestra el porcentaje de alumnos que promocionaron el módulo Física General, desde la creación de la carrera (año 2005) hasta año 2017 inclusive.

Del año 2009 no se encontraron datos en las memorias de FBCB, por lo que no aparece dicho valor.

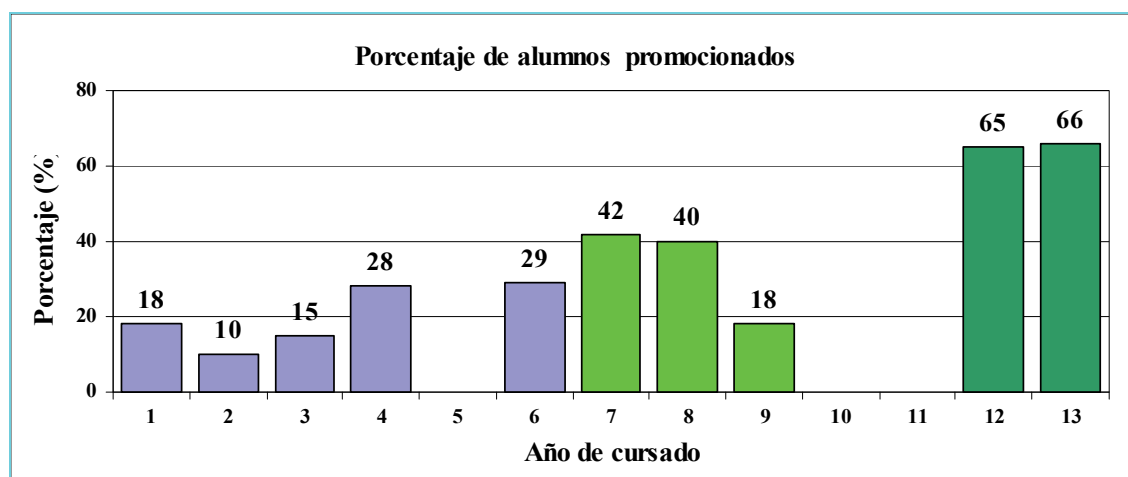


Figura 58. Gráfico de barras porcentaje de alumnos promocionados años 2005 a 2017 inclusive.

En la figura 58 se muestran de:

- 1 a 6 inclusive, porcentaje de alumnos promocionados que cursaron la asignatura previo a la propuesta motivo de tesis (2005 a 2010);

- 7 a 9 inclusive, porcentaje de promocionados a partir de implementar la propuesta educativa; se muestran datos de años 2011 a 2013, donde la evaluación de regularización y evaluación final se siguió realizando con exámenes multiple choice;

- 12 y 13, porcentaje de promocionados siguiendo con la propuesta educativa; se muestran datos de años 2016 a 2017, donde la evaluación se cambió de acuerdo a la propuesta educativa mencionada.

Como se destaca en el gráfico anterior, el porcentaje de promocionados en el módulo Física General asciende a valores superiores a 60%, a partir de que se implementa la evaluación según lo planificado:

- a la regularización se accedió de acuerdo a asistencias y evaluación formativa durante el desarrollo de actividades de laboratorio y coloquio,

- en el examen final se cambió la modalidad de multiple choice por resolución de problemas donde se valoran los procedimientos utilizados y los resultados obtenidos.

### **Reflexiones y discusión de los resultados**

Adhiriendo con Celman y Oviedo (2011), se trabaja con la idea que afirma la necesidad de la construcción de códigos comunes en la comunicación evaluativa. Es así que se considera relevante someter estos códigos a procesos de conocimiento, comprensión y crítica para desnaturalizarlos y contemplar la posibilidad de su transformación.

Rescatando las sugerencias de alumnos en las encuestas realizadas en relación a la evaluación, tanto para obtener la regularización como la promoción, y en relación a los resultados obtenidos una vez implementada la propuesta, es posible pensar la evaluación como totalmente integrada a la propuesta de enseñanza.

Si se sostiene que al hablar de evaluación se piensa como herramienta de aprendizaje, es pertinente considerar uno de los principios propuestos por Celman (1998)

La mejora de los exámenes comienza mucho antes, cuando me pregunto ¿qué enseño? ¿Por qué enseño eso y no otras cosas? ¿De qué modo lo enseño? ¿Pueden aprenderlo mis alumnos? ¿Qué hago para contribuir a un aprendizaje significativo? ¿Qué sentido tiene ese aprendizaje? ¿Qué otras cosas dejan de aprender? ¿Por qué?  
(p. 37)

El foco -desde este principio- está en responder a los intereses y necesidades de los docentes preocupados por la calidad educativa de su trabajo, preocupación que por supuesto

comprende a las prácticas evaluativas. Esta postura es consistente con una visión de la evaluación como parte del proceso de enseñanza y de aprendizaje y espacio generador de interrogantes que retroalimenten el proceso educativo.

### **Acerca de pruebas diagnóstico y pruebas de solidez para cohortes 2011, 2012 y 2013.**

Luego de seis meses de finalizado el cursado de la asignatura, durante el período 2012 a 2014 inclusive, se efectuaron pruebas de solidez a estudiantes para cada una de las tres cohortes en estudio, buscando interpretar el grado de competencias y conocimientos alcanzado, como también su relación con los resultados de la prueba diagnóstico realizada. Para ello se adaptó el cuestionario de la evaluación diagnóstico de forma que permitiese evaluar los indicadores obtenidos en la secuencia de enseñanza implementada y se aplicó el cuestionario a los estudiantes a los seis meses de finalizada la secuencia. La prueba de solidez realizada se encuentra disponible en Anexo 4b.

Se tomaron el número de respuestas que correspondían al mismo alumno para la prueba diagnóstico y para la evaluación de solidez respectiva, por lo que pudieron registrarse para cohorte 2011, 65 casos, para cohorte 2012, 34 casos y para cohorte 2013, 44 casos, correspondiendo a los alumnos que accedieron a realizar ambas evaluaciones. El procesamiento y análisis de los resultados de los casos detallados, según el análisis descriptivo, se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 16. Estadísticos descriptivos de las Notas por cada una de las competencias evaluadas, para evaluaciones Diagnóstico y Solidez cohortes 2011/2012/2013.

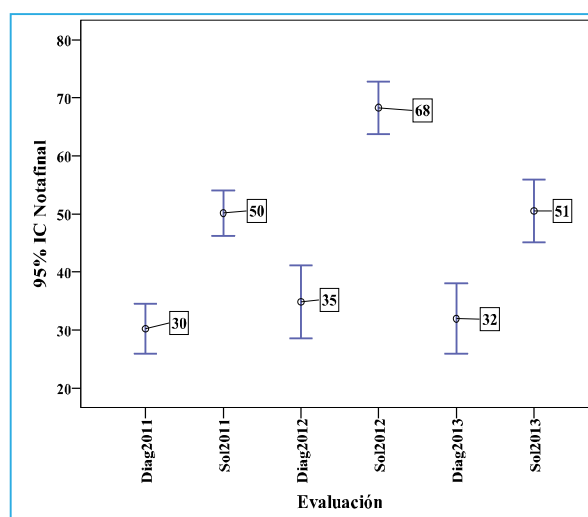
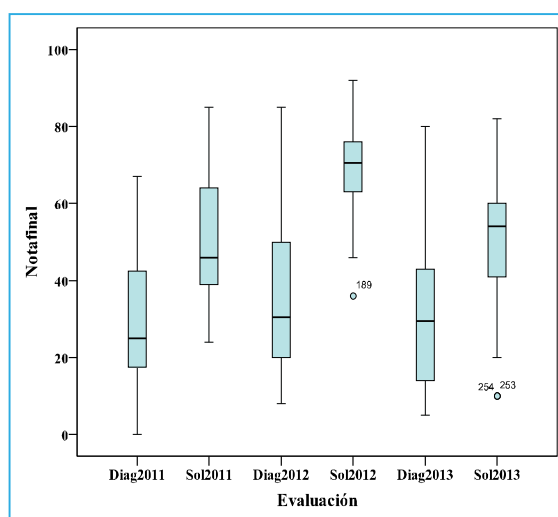
		N	Media	Mínimo	Máximo
Nota final	Diagnóstico2011	65	30,24	,00	67,00
	Solidez2011	65	50,15	24,00	85,00
	Diagnóstico2012	34	34,86	8,00	85,00
	Solidez2012	34	68,29	36,00	92,00
	Diagnóstico2013	44	31,96	5,00	80,00
	Solidez2013	44	50,53	10,00	82,00
	Total	286	43,22	,00	92,00
Relación con el contexto físico	Diagnóstico2011	65	36,23	,00	72,00
	Solidez2011	65	54,58	10,00	100,0
	Diagnóstico2012	34	38,24	14,00	86,00
	Solidez2012	34	69,74	28,00	100,0
	Diagnóstico2013	44	40,98	14,00	86,00

	Solidez2013	44	60,52	14,00	93,00
	Total	286	49,09	,00	100,0
Conocimiento de la ciencia	Diagnóstico2011	65	18,50	,00	52,50
	Solidez2011	65	34,14	10,00	75,00
	Diagnóstico2012	34	21,06	,00	78,00
	Solidez2012	34	51,72	24,00	81,50
	Diagnóstico2013	44	21,70	,00	80,00
	Solidez2013	44	32,02	6,00	66,00
	Total	286	28,88	,00	81,50

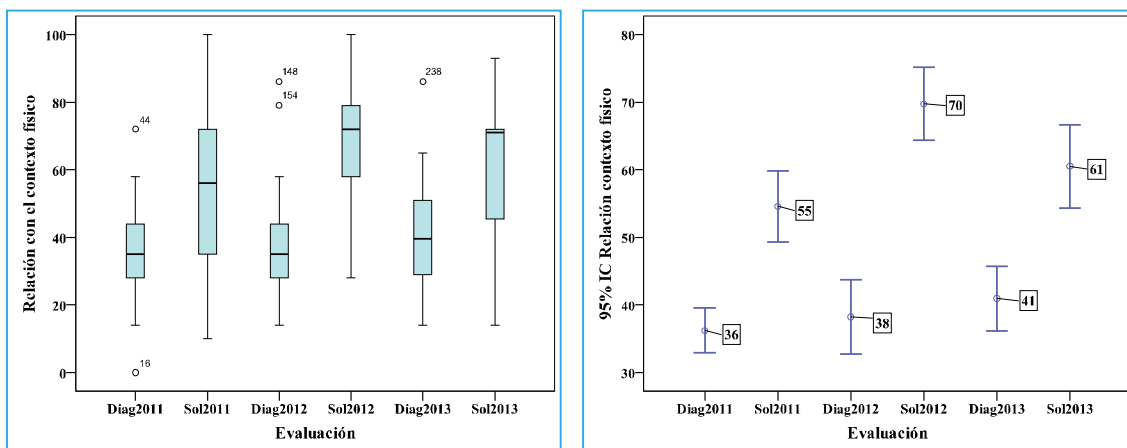
Del análisis de los estadísticos descriptivos se destacó:

- La nota final de la evaluación diagnóstico para la cohorte 2012 presentó el mayor promedio (34,85)
- La nota final de la evaluación de solidez para la cohorte 2012 presentó el mayor promedio (68,29)
- La categoría que presentó el mayor promedio en las pruebas de solidez fue relación con el entorno para la cohorte 2012 (69,74)
- La categoría que presentó menores valores promedio fue conocimiento de la Ciencia en la evaluación diagnóstico 2011 (18,50), y en la evaluación de solidez (32,02) para cohorte 2013.

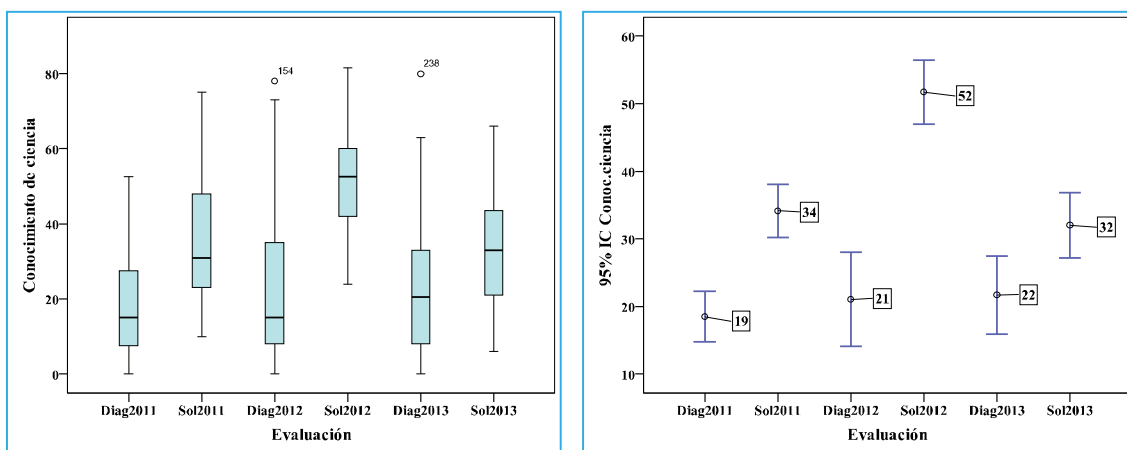
Lo anterior se interpretó de manera visual al realizar los diagramas de cajas y barras de error correspondientes a nota y notas de cada una de las categorías para las 3 cohortes, evaluación diagnóstico y de solidez.



Figuras 59 y 60. Diagramas de cajas para notas finales, diagnóstico y solidez 2011/ 12 /13 y gráficos de barras de error, respectivamente.



Figuras 61 y 62. Diagramas de cajas para categoría relación con el entorno físico, diagnóstico y solidez 2011/ 12 /13 y gráficos de barras de error, respectivamente.



Figuras 63 y 64. Diagramas de cajas para categoría conocimiento de la ciencia, diagnóstico y solidez 2011/ 12 /13 y gráficos de barras de error, respectivamente.

- De los diagramas de cajas y barras de error correspondientes a nota total de la **evaluación diagnóstico** y notas de cada una de las categorías para las 3 cohortes correspondientes a evaluación diagnóstico, se pudo visualizar que tanto para las notas finales como para cada categoría aparecen solapados los intervalos para las distintas cohortes,
- En el caso de diagramas de cajas y barras de error correspondientes a nota total de la **evaluación de solidez** y notas de cada una de las categorías para las 3 cohortes correspondientes a evaluación de solidez, se pudo visualizar que no aparecen solapados los intervalos para las distintas cohortes.
- Se realizó la prueba ANOVA para comparar los intervalos tanto diagnóstico como solidez y entre ellos.

### Comparación entre notas y categorías de las tres cohortes

Se determinaron las medias de las notas finales y la media de las notas de las categorías de cada una de las cohortes

- Para poder comparar las medias y establecer igualdad de medias se postuló como hipótesis nula:

$H_0: \mu_{\text{diag}}^{\text{cohorte 2011}} = \mu_{\text{sol}}^{\text{cohorte 2011}} ; \mu_{\text{diag}}^{\text{cohorte 2012}} = \mu_{\text{sol}}^{\text{cohorte 2012}}; \mu_{\text{diag}}^{\text{cohorte 2013}} = \mu_{\text{sol}}^{\text{cohorte 2013}}$  entre evaluación diagnóstico y evaluación de solidez para cada categoría

Se postuló como hipótesis alternativa que al menos una de las medias resulta diferente:

$H_1: \mu_{\text{diag}}^{\text{cohorte 2011}} \neq \mu_{\text{sol}}^{\text{cohorte 2011}} \neq \mu_{\text{diag}}^{\text{cohorte 2012}} \neq \mu_{\text{sol}}^{\text{cohorte 2012}} \mu_{\text{diag}}^{\text{cohorte 2013}} \neq \mu_{\text{sol}}^{\text{cohorte 2013}}$  entre evaluación diagnóstico y evaluación de solidez para cada categoría.

### Prueba de ANOVA de un factor

Tabla 17. Prueba ANOVA de un factor para evaluaciones diagnóstico y evaluaciones de solidez 2011, 2012 y 2013.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Nota final	Inter-grupos	45759	5	9151,8	31,06	,000
	Intra-grupos	82497	280	294,63		
	Total	128256	285			
Relación con contexto	Inter-grupos	39856	5	7971,1	26,27	,000
	Intra-grupos	84968	280	303,5		
	Total	124824	285			
Conocimiento de la Ciencia	Inter-grupos	31320	5	6264,0	23,04	,000
	Intra-grupos	76137	280	271,9		
	Total	107457	285			

Al realizar la prueba de ANOVA se comprueba que la Nota final y cada una de las categorías Inter-grupos (diagnóstico y solidez) presentan un nivel de significancia  $p < 0,05$ , según:

Nota final  $p = 4 \cdot 10^{-25}$ ;

Relación con el contexto físico  $p = 9,6 \cdot 10^{-22}$  y

Conocimiento de la Ciencia  $p = 2,3 \cdot 10^{-19}$ .

Lo anterior permitió descartar la Hipótesis nula y asumió la Hipótesis alternativa tal que existe diferencia entre las medias de los grupos (entre evaluación diagnóstico y evaluación de solidez) al menos para una de las cohortes.

Para poder comprobar el supuesto de homogeneidad de varianza se realizó la prueba con el Estadístico de Levene, obteniendo la tabla siguiente:

Tabla 18. Prueba para comprobar supuesto de homogeneidad de varianza para cada categoría evaluada.				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Nota final	1,682	5	280	,139
Relación con contexto	5,668	5	280	,000
Conocimiento de la ciencia	1,693	5	280	,136

Luego de realizar la prueba de homogeneidad de varianzas se comprobó que la categoría Relación con el contexto físico no cumple con el supuesto ( $p < 0,05$ ), por lo que al realizar las pruebas post hoc se utilizó una prueba para variables no paramétricas (T3 de Dunnet).

#### - Prueba post hoc para variables no paramétricas

Luego de realizar la prueba T3 de Dunnet se **observó que existen diferencias significativas** entre los grupos correspondientes a prueba diagnóstico y prueba de solidez de las distintas cohortes según el siguiente detalle:

<b>Nota final</b> - Diagnóstico 2011 - Solidez 2011	$p= 4.10^{-9}$
Nota final - Diagnóstico 2012 - Solidez 2012	$p= 4.10^{-11}$
Nota final - Diagnóstico 2013 - Solidez 2013	$p= 2.10^{-4}$
<b>Relación con el contexto</b> - Diagnóstico 2011 - Solidez 2011	$p= 7.10^{-7}$
Relación con el contexto - Diagnóstico 2012 - Solidez 2012	$p= 1.10^{-10}$
Relación con el contexto - Diagnóstico 2013 - Solidez 2013	$p= 4.10^{-5}$
<b>Conocimiento de la Ciencia</b> - Diagnóstico 2011 - Solidez 2011	$p= 8.10^{-7}$
Conocimiento de la Ciencia - Diagnóstico 2012 - Solidez 2012	$p= 9.10^{-9}$
Conocimiento de la Ciencia - Diagnóstico 2013 - Solidez 2013	$p= 0,098$

Cabe destacar que la cohorte 2012 obtuvo la mayor diferencia entre las medias de diagnóstico y solidez para la nota final y la nota de cada una de las categorías, hecho que se observa en el valor del estadístico p para cada una de ellas.

La categoría conocimiento de la Ciencia, para la cohorte 2013, no logró diferencia significativa entre las medias de diagnóstico y solidez ( $p=0,098$ ). En el año 2013 se decidió comenzar con cinemática el desarrollo de la asignatura, adoptando una postura más tradicional, lo que puede considerarse como posible motivo del resultado estadístico obtenido para dicha categoría.

Lo anterior puede visualizarse en los siguientes gráficos:

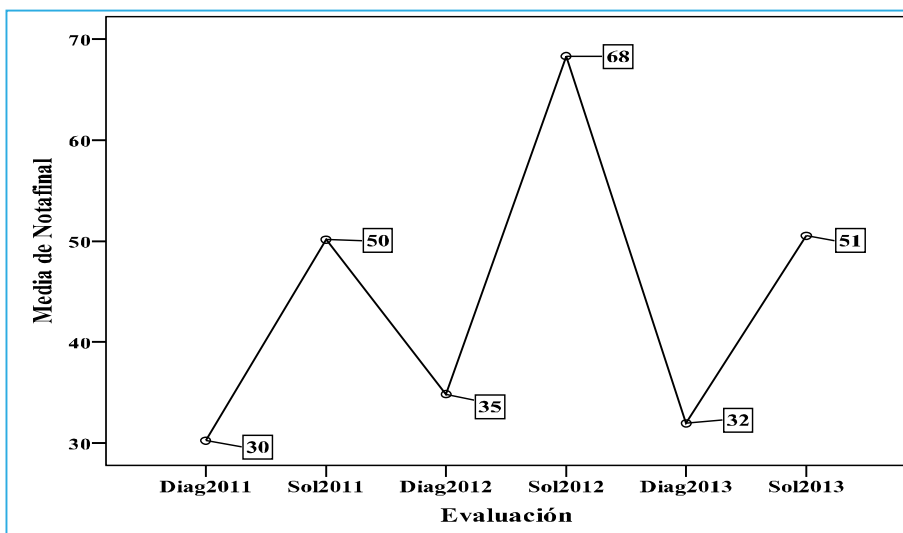
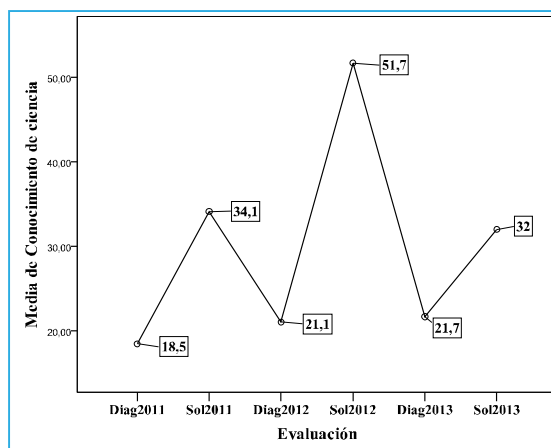
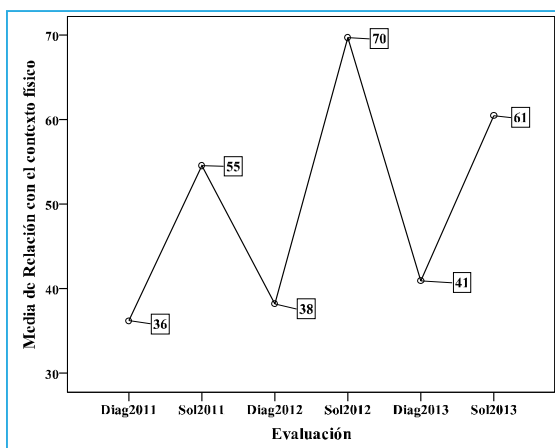


Figura 65. Gráfico de media de nota final Diagnóstico y Solidez cohorte 2011/12/13.



Figuras 66 y 67. Gráficos de media de nota categoría relación con el contexto y conocimiento de la Ciencia (cohorte 2011/12/13), respectivamente.

### Reflexiones y discusión de resultados

Ausubel afirma que la estructura cognitiva tiende a una organización jerárquica en relación al nivel de abstracción, generalidad e inclusividad de las ideas, y que, "la organización mental" [...] ejemplifica una pirámide [...] en que las ideas más inclusivas se encuentran en el ápice, e incluyen ideas progresivamente menos amplias (Ausubel, 1983, p. 121).

Al reestructurar el programa y la concepción didáctica de la asignatura, tomando como eje de enseñanza y contenido estructurante el principio de conservación de la energía (concepto subsunor), como principio unificador en la asignatura FGyT y contenido articulador con otras asignaturas de la carrera, este concepto subsunor está siendo reelaborado y modificado constantemente, adquiriendo nuevos significados, es decir, progresivamente diferenciado.



Así, teniendo en cuenta los resultados de la evaluación diagnóstica y evaluación de solidez, realizada 6 a 8 meses después de que el estudiante ha aprobado la asignatura se pudo comprobar que:

- se obtuvieron diferencias significativas (teniendo en cuenta nivel de significancia 0,05) entre las evaluaciones diagnóstica y las evaluaciones de solidez, lo que supone un aprendizaje significativo de conocimientos y competencias.

Coincidiendo con Pozo y Gómez Crespo (2006), se concibe un modelo de educación en ciencias basado en la integración y reestructuración de los conocimientos y/o concepciones alternativas en el marco de las teorías científicas.

#### **VI.1.4. Ponderación de voces de la comunidad en la que el sujeto se inserta**

En esta instancia, luego de la primera etapa de sistematización de la información recogida mediante encuestas realizadas a alumnos avanzados de LN y entrevistas a docentes de la carrera, se reflexionó sobre su contenido y se dio lugar a su re categorización, a fin de profundizar en el tema de investigación.

Se recurrió a la identificación y posterior análisis de “frases y/o párrafos significativos”, mediante las que alumnos cursando 5to. año de LN expresaron en sus respuestas fundamentos sobre la importancia de los contenidos recuperados.

Estas frases y/o párrafos constituyeron *categorías de identificación*, permitiendo establecer nudos significativos y puntos de encuentro, con lo surgido en entrevistas a docentes de la carrera.

En una segunda etapa de análisis se determinaron singularidades y recurrencias para cada una de las categorías en la totalidad de los discursos, buscando ahondar sobre el tema en estudio.

Se realizó un proceso inductivo deductivo, partiendo desde lo empírico, desde los conceptos cercanos a la experiencia, hacia las categorías teóricas que buscan comprender y explicar.

En esta estrategia de análisis se trató de no perder en la exposición final del material, el punto de vista de los actores, de los sujetos involucrados.

#### **Encuestas alumnos avanzados (años 2014/5/6):**

Se realizaron encuestas a alumnos (N= 166) cursando el 5to. año de la carrera de LN durante los años 2014, 2015 y 2016, quienes voluntariamente respondieron sobre los contenidos de Física General que recuerdan haber recuperado en años posteriores al cursado de la asignatura y su importancia, fundamentando su respuesta. Las respuestas sistematizadas se presentan a continuación.

**- Recuperación de contenidos disciplinares:**

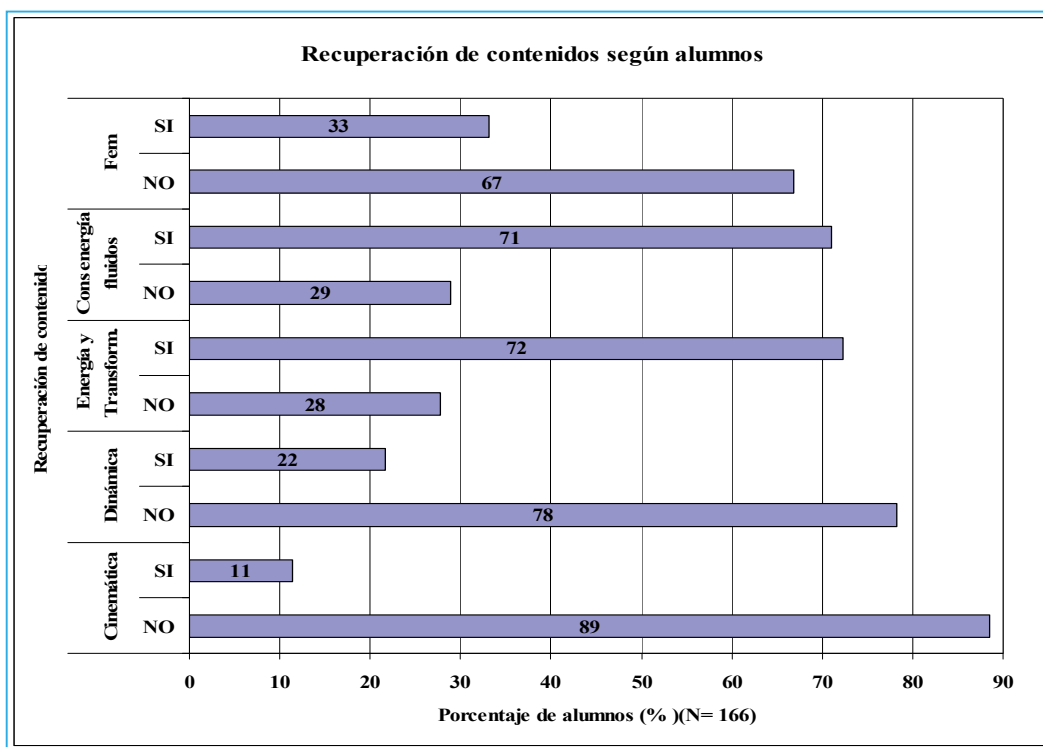


Figura 68. Porcentaje de respuestas según contenidos recuperados

En el gráfico se observa que los contenidos recuperados mayoritariamente resultan:

- Conservación de la energía y transformaciones energéticas, respondiendo afirmativamente 120 alumnos.
- Conservación de la masa y la energía para fluidos, respondiendo afirmativamente 118 alumnos.
- Conservación de la carga y la energía en circuitos eléctricos, respondiendo afirmativamente 111 alumnos.

Estos resultados dan cuenta de un marcado registro de contenidos recuperados en relación a conservación de la energía en distintos sistemas, siendo marcadamente menor la recuperación de contenidos de Cinemática (18 respuestas afirmativas) y Dinámica (37 respuestas afirmativas).

**- Recuperación de contenidos disciplinares según año de ingreso a LN:**

Las respuestas sobre recuperación de contenidos desagregadas por año de ingreso a la carrera se detallan en el gráfico a continuación:

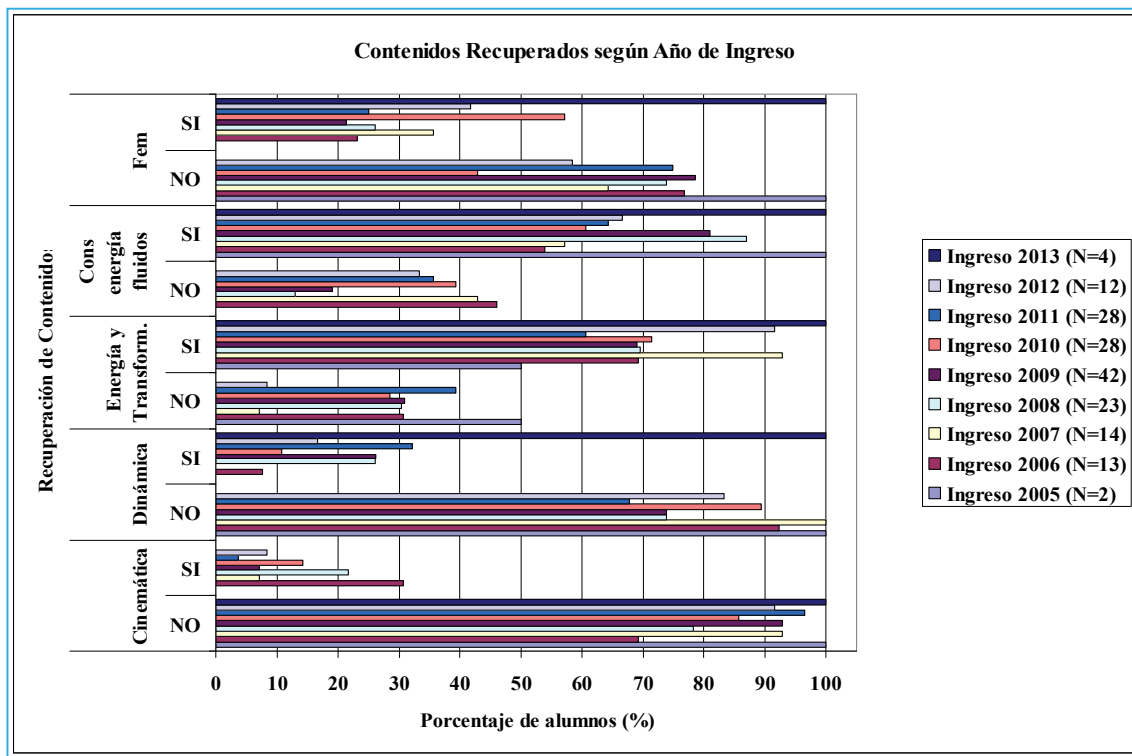


Figura 69. Porcentaje de respuestas según año de ingreso a LN

En el gráfico se observa que los contenidos recuperados mayoritariamente, según año de ingreso resultan:

**Año 2013:**

- Conservación de la energía y transformaciones energéticas, respondiendo afirmativamente el total de alumnos (N=4).
- Conservación de la masa y la energía para fluidos, respondiendo afirmativamente el total de alumnos (N=4)
- Conservación de la carga y la energía en circuitos eléctricos, respondiendo afirmativamente el total de alumnos (N=4).
- Dinámica, respondiendo afirmativamente el total de alumnos (N=4).

**Año 2012:**

- Conservación de la energía y transformaciones energéticas, respondiendo afirmativamente 92% de alumnos (N=11).
- Conservación de la masa y la energía para fluidos, respondiendo afirmativamente 67% de alumnos (N=8)

**Año 2011:**

- Conservación de la energía y transformaciones energéticas, respondiendo afirmativamente 61% de alumnos (N=17).

- Conservación de la masa y la energía para fluidos, respondiendo afirmativamente 64% de alumnos (N=18)

**Año 2010:**

- Conservación de la energía y transformaciones energéticas, respondiendo afirmativamente 71% de alumnos (N=20).

- Conservación de la masa y la energía para fluidos, respondiendo afirmativamente 61% de alumnos (N=17)

**Año 2009:**

- Conservación de la energía y transformaciones energéticas, respondiendo afirmativamente 69% de alumnos (N=29).

- Conservación de la masa y la energía para fluidos, respondiendo afirmativamente 81% de alumnos (N=34)

**Año 2008:**

- Conservación de la energía y transformaciones energéticas, respondiendo afirmativamente 87% de alumnos (N=20).

- Conservación de la masa y la energía para fluidos, respondiendo afirmativamente 70% de alumnos (N=16)

**Año 2007:**

- Conservación de la energía y transformaciones energéticas, respondiendo afirmativamente 93% de alumnos (N=13).

- Conservación de la masa y la energía para fluidos, respondiendo afirmativamente 57% de alumnos (N=8)

**Año 2006:**

- Conservación de la energía y transformaciones energéticas, respondiendo afirmativamente 69% de alumnos (N=9).

- Conservación de la masa y la energía para fluidos, respondiendo afirmativamente 54% de alumnos (N=7)

**Año 2005:**

- Conservación de la energía y transformaciones energéticas, respondiendo afirmativamente el total de alumnos (N=2).

Se destaca que para la mayoría de los alumnos los contenidos recuperados con mayor frecuencia durante la carrera corresponden a Conservación de la energía y transformaciones energéticas (respuestas afirmativas mayor al 60%) y los que se han recuperado con menor frecuencia corresponden a Cinemática, correspondiendo respuestas negativas en cuanto a la recuperación de estos contenidos mayores de 69%, independiente del año de ingreso a LN.

**- Importancia de contenidos disciplinares para LN:**

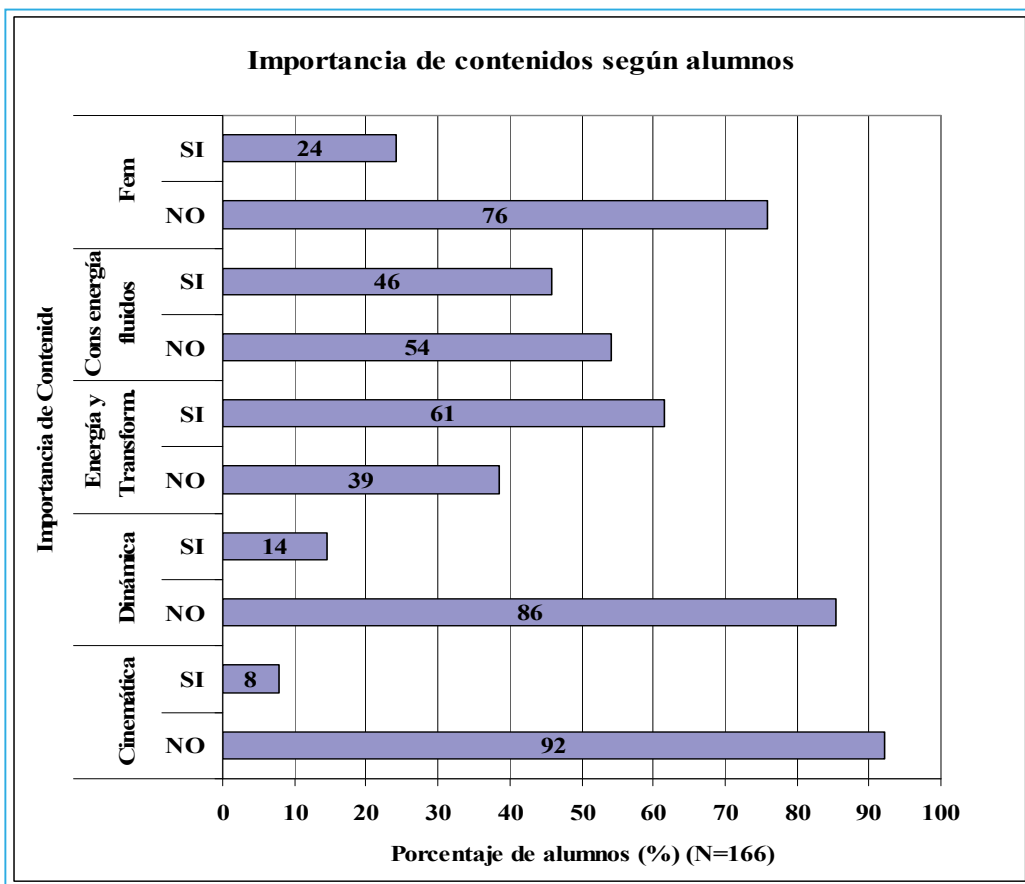


Figura 70. Porcentaje de respuestas según importancia de contenidos

En el gráfico se observa que los contenidos considerados importantes mayoritariamente resultan:

- Conservación de la energía y transformaciones energéticas, respondiendo afirmativamente 101 alumnos.

Los contenidos considerados de menor importancia, de acuerdo a lo manifestado por los alumnos encuestados resultan:

- Contenidos de Cinemática, respondiendo afirmativamente solo 13 alumnos.

**- Importancia de contenidos disciplinares según año de ingreso a LN:**

Las respuestas sobre importancia de contenidos desagregadas por año de ingreso a la carrera se detallan en el gráfico a continuación:

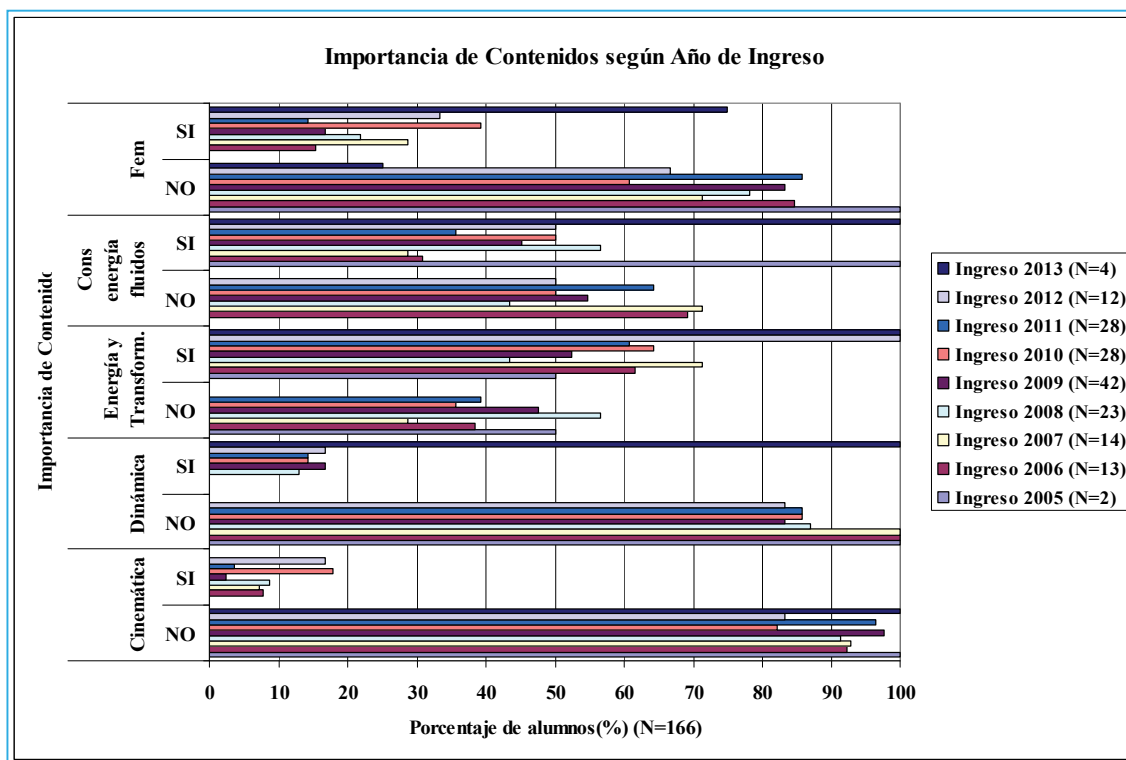


Figura 71. Porcentaje de respuestas según Año de Ingreso a LN.

En el gráfico se observa que los contenidos considerados importantes mayoritariamente, según año de ingreso resultan:

#### Año 2013:

- Conservación de la energía y transformaciones energéticas, respondiendo afirmativamente el total de alumnos (N=4).
- Conservación de la masa y la energía para fluidos, respondiendo afirmativamente el total de alumnos (N=4)
- Conservación de la carga y la energía en circuitos eléctricos, respondiendo afirmativamente el total de alumnos (N=4).
- Dinámica, respondiendo afirmativamente el total de alumnos (N=4).

#### Año 2012:

- Conservación de la energía y transformaciones energéticas, respondiendo afirmativamente 100% de alumnos (N=12).
- Conservación de la masa y la energía para fluidos, respondiendo afirmativamente 50% de alumnos (N=6)

#### Año 2011:

- Conservación de la energía y transformaciones energéticas, respondiendo afirmativamente 61% de alumnos (N=17).

**Año 2010:**

- Conservación de la energía y transformaciones energéticas, respondiendo afirmativamente 64% de alumnos (N=18).

- Conservación de la masa y la energía para fluidos, respondiendo afirmativamente 50% de alumnos (N=14)

**Año 2009:**

- Conservación de la energía y transformaciones energéticas, respondiendo afirmativamente 52% de alumnos (N=22).

**Año 2008:**

- Conservación de la masa y la energía para fluidos, respondiendo afirmativamente 57% de alumnos (N=13)

**Año 2007:**

- Conservación de la energía y transformaciones energéticas, respondiendo afirmativamente 71% de alumnos (N=10).

**Año 2006:**

- Conservación de la energía y transformaciones energéticas, respondiendo afirmativamente 62% de alumnos (N=8).

**Año 2005:**

- Conservación de la masa y la energía para fluidos, respondiendo afirmativamente el total de alumnos (N=2).

Se destaca que para la mayoría de los alumnos los contenidos de menor importancia corresponden a cinemática y dinámica, correspondiendo respuestas negativas mayores de 80%, independiente del año de ingreso a LN.

**- Acerca de categorías de Identificación:**

En respuesta a la pregunta de *¿Por qué se consideran importante/s tal/es contenidos?*, se analizaron frases significativas que permitieron distinguir las siguientes categorías de identificación:

**- Relacionados con la profesión futura;**

**- Relacionados con competencias genéricas;**

**- Relacionados con materias de la carrera;**

**- Sin importancia y/o sin relación con la carrera.**

A continuación se presenta la información sistematizada.

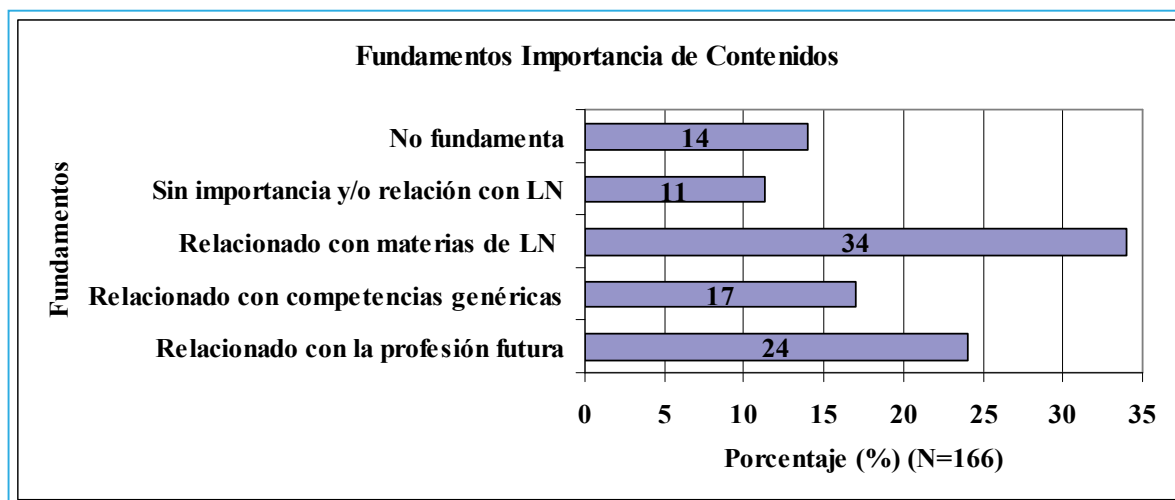


Figura 72. Fundamentos de importancia de contenidos.

**- Relacionados con la profesión (N=40):**

- Considero todos importantes porque contribuyen a la formación como futuros profesionales.
- Las transformaciones energéticas porque en Nutrición se utilizan para los cambios de peso corporal.
- Sirvió para entender proteínas específicas, acción del alimento en sus diferentes estados.
- Relaciones con consumo y gastos (ejercicio).
- Aplicada al ser humano, ingresos calóricos, gasto energético.
- Necesario para comprender las transformaciones metabólicas
- Entender relaciones de cuerpos en las células y funcionamiento de aparato cardiovascular.
- Equilibrio de fuerzas y presiones para entender edema, inflamación, presión arterial.
- Relaciones con cocción de alimentos. Fuerza electro motriz (fem) relación con sinapsis
- Relaciones con energía transmitida con la alimentación.
- Relaciones con consumo y gasto energético, en relación con plan de alimentación.
- Relaciones con patologías como obesidad y desnutrición
- Relaciones con situaciones patológicas (obesidad y desnutrición) fisiológicas (ejercicio)



- Explican procesos, reacciones que aunque no veamos son el origen de muchas cosas con los que trabajamos, procesos de obtención de alimentos.
- Relaciones con gasto energético (ingreso- egreso).
- Útiles para comprender funcionamiento del cuerpo (fisiología) y formulaciones parenterales, internación (situaciones patológicas).
- Comprender la física y química de los alimentos y sus efectos en el organismo.
- Posibilita el cálculo de la energía ingerida y calorías gastadas.
- Fluidos importante para comprendes sistema cardiovascular, fem para potencial de acción.
- Dinámica y cinemática para entender interacción de componentes alimentarios.
- Permite conocer más sobre alimentos: canales de ingreso, pérdida de nutrientes.
- Velocidad y aceleración para análisis de crecimiento normal, conservación de masa y energía y transformaciones al trabajar con alimentos.
- Importante si se especializa en Deportiva para la utilización de equipos.
- Importante para análisis en laboratorios de alimentos
- Para aquellos que se quieran dedicar a la investigación básica, para entender ciertos procesos fisiológicos.
- Conservación y transformaciones permite entender que es lo que sucede en los distintos métodos de cocción. las presiones con presión de vasos y venas.
- Porque permite conocer las variaciones de energía, sus cálculos para poder tratar los requerimientos energéticos en el abordaje de un plan nutricional.
- Porque es útil tener conocimiento para las distintas ramas profesionales.

**- Relacionados con competencias genéricas (N=28):**

- Importantes para enseñar a estudiar y a organizarse.
- Importante la revisión de las distintas unidades y sus conversiones.
- Relaciones consumo de alimentos y transformaciones, para sobrevivir.
- Explican situaciones básicas de nuestro cuerpo como de los alimentos.
- Conservación de la energía y transformaciones ya que nutrición trabaja el cuerpo humano, como un sistema donde se intercambia y se obtiene energía y transformaciones en el cuerpo.
- Para cálculo de gasto energético, calorías que necesita una persona.
- Para comprender como se comporta la energía, como se conserva y como se "consume" por nuestro organismo.

- Para entender reacciones químicas, como a partir de un tipo de energía podemos obtener otras.
  - Cinemática permite estudiar la velocidad de crecimiento de poblaciones microbianas (microbiología) y de absorción de compuestos (fisiología) energía y sus transformaciones útil en Química biológica y Fisiología. Fluidos sistema cardiovascular en Fisiología
  - 1ro. aplicable a la utilización de energía por parte del cuerpo (fisiológica y/o patológica). 2do. formular y evaluar textura de alimentos.
  - Para entender de forma más fácil lo que ocurre en el organismo.
  - Ver cómo trabaja el cuerpo con los distintos intercambios con el medio y la manera en que la energía va cambiando.
  - Importante concepto de trabajo y entender como la energía contenida en los alimentos se puede transformar en energía de movimiento muscular y funciones vitales.
  - Relación con transformaciones energéticas en la ingestión de alimentos transformación en trabajo muscular.
  - Para comprender los procesos que ocurren en el cuerpo, en los alimentos, en los procesos cotidianos.
  - Se vinculan con materias de los últimos años y la vida misma.
  - Relevante para interpretar los fenómenos que ocurren en nuestro organismo.
  - Importante en la hidratación durante el deporte.
  - Para relacionar formas en que se transforma la energía de los alimentos en el cuerpo.
  - Porque es importante tener claro que la energía consumida con los alimentos luego es transformada por el organismo para las diferentes funciones fisiológicas.
- Relacionados a materias de la carrera de LN (N=56):**
- Para entender la base de la carrera, sin ellos quedarían cabos sueltos.
  - Son todos importantes para formar una buena base para lo que sigan, por más que no se recuperen en otras materias.
  - Por las transformaciones que experimentan los alimentos, son vertebrales para la carrera.
  - Para entender relaciones con Termodinámica
  - Relaciones de cada uno de los conceptos con otras materias de la carrera.
  - Importantes para la carrera
  - Poder entender Química , Fisicoquímica Biológica y Fisiología.

- Importante aplicados en otras materias (Biología celular y molecular, Fisiología, Bromatología, Formulación de alimentos).
- De aplicación en Fisiología, Bromatología, Tecnología de los alimentos, Fisiopatología; útiles para entender fenómenos y mecanismos muy complejos vistos posteriormente.
- Entender temas de materias posteriores: Tecnología, Desarrollo de alimentos.
- Indispensables para comprender otras materias, Fisiología y procesos metabólicos.
- Relaciones con Anatomía y Fisiología (sistema nervioso, potencial de acción, fisiología renal)
- Retomados en materias de 4to. y 3er. año.
- Relaciones con Cuestiones fisiológicas y Situaciones patológicas.
- Para explicar lo visto en Fundamentos de Alimentación y Nutrición.
- Importante para Formulación de alimentos
- Porque todas las reacciones, síntesis y degradación cumplen con el concepto de conservación de la energía y también está dentro de la ecuación de balance energético.
- el concepto de velocidad y aceleración, si bien no recuerdo haberlo recuperado, me sirvió para Nutrición Deportiva en relación a entrenamiento.
- Muy útil en Fisiología (sistema nervioso y muscular).

**- Relacionados con falta de importancia o relaciones con la carrera (N=19):**

- No hay relación directa en la carrera (1)
- Sin relación con profesión futura (1).
- No recuerdan haberlos recuperado (10)
- No los considera importantes (7).

**- Sin fundamentar (N=23)**

**Entrevistas a docentes y coordinadora de LN**

A fin de identificar puntos de encuentro y/o singularidades entre las opiniones de alumnos y docentes se transcriben algunas de las frases significativas (unidades de identificación) obtenidas en las entrevistas realizadas a la coordinadora de LN y a seis (6) docentes de Ciclo Inicial y Superior de la carrera:

**Acerca de recuperación de contenidos disciplinares**

- *Creo que todos los conceptos nombrados en el cuestionario presentado, son recuperados en distintos espacios curriculares en mayor o menor medida.* Coordinadora de LN y docente de Práctica Profesional, materia de 5to. año.
- *Los conceptos están, los utilizo pero sin nombre ni apellido... volvemos a explicar toda la parte de fem, flujo de electrones, la energética de la célula, anabolismo y catabolismo, respiración y fotosíntesis.* Docente de Biología General, materia de 1er. año y de Biología Celular y Molecular, materia de 2do. año.
- *El único tema que recuperamos es transformaciones energéticas en distintos sistemas.* Docente de Química Biológica, materia de 2do. año.
- *El principio de conservación de la energía...Estamos como que tocando el tema, no decimos en Física vimos tal concepto pero sí estamos aplicando lo que se dio en Física.* Docente de Fisiología General y Evaluación Nutricional, materia de 3er. año.

#### **Acerca de importancia de los contenidos y su fundamentación**

- *Son todos importantes, para considerar las acciones del metabolismo y acción dinámica específica de los alimentos, entendiendo entre otras cosas, el comportamiento y relaciones entre materia, energía y espacio.* Coordinadora de LN.
- *El más importante para mí es Conservación de la masa y de la Energía porque son temas muy gruesos, fundamental por su relación con procesos metabólicos.* Docente de Biología General, y de Biología Celular y Molecular.
- *Transformaciones energéticas podría ser un contenido fundamental en lo que respecta a metabolismo para química biológica.* Docente de Química Biológica.
- *El principio de conservación importante como nexo con materias posteriores.* Docente de Fisiología General y Evaluación Nutricional.

#### **Puntos de encuentro y singularidades de las distintas voces de la comunidad**

Los resultados muestran un marcado registro de contenidos recuperados en relación a conservación de la energía en distintos sistemas, tanto en lo expresado por alumnos como por docentes y coordinadora de la carrera.

Se presentan coincidencias, con respecto a porque se considera fundamental el concepto de conservación y transformaciones, valorado desde la relación con otras materias de la carrera (por los estudiantes), como también fundamental para la comprensión de diferentes procesos metabólicos (valoración docente).

Un elevado número de alumnos (40 estudiantes) considera este contenido como importante, debido a su relación con la profesión futura.

Sin embargo, 19 estudiantes del total de encuestados manifiestan que los contenidos de la disciplina no resultan importantes ni presentan relación con la carrera. Cabe mencionar que de los 19 estudiantes, 18 cursaron la asignatura previo a la implementación de la propuesta educativa motivo de tesis.

### **Reflexiones y discusión de resultados**

De acuerdo a las valoraciones de coordinadora, docentes y alumnos, consideran al principio de conservación de la energía de gran importancia para la carrera, entendiéndolo como nexo interdisciplinario. Resultados anteriores (Llovera-González, 2010), muestran al principio de conservación de la energía como contenido invariante de alta incidencia para la disciplina Física.

Partiendo de la conservación de la energía, se estudian los conceptos fundamentales de la Dinámica, la Cinemática, la Conservación de la masa y la energía para fluidos, así como la Conservación de la carga y la energía en circuitos eléctricos, aplicando modelos didácticos analógicos. La propuesta contempla entornos de aprendizaje presenciales y virtuales, entendiendo que existen distintas instancias en la construcción compartida del conocimiento, generando un contexto motivador que promueva el aprendizaje significativo.

### **Reflexiones sobre la triangulación teórica-metodológica propuesta**

El diseño múltiple, en sintonía con los autores Tashakkori y Teddlie (2003), requiere por parte del investigador un trabajo con técnicas y procedimientos provenientes de enfoques tanto cualitativos como cuantitativos durante todo el proceso de investigación; desde la idea o planteamiento del problema, hasta el análisis de los datos e interpretación de los resultados, pasando por la mayor parte de las fases o momentos en la labor investigativa; este diseño se hace operativo a través de la estrategia técnica de triangulación (Blanco y Pirela, 2016).

En el proceso de triangulación realizado, se pudieron valorar:

- instancias previas a la implementación de la propuesta, tales como, rendimiento académico en la asignatura período 2005 a 2010, voces de estudiantes avanzados y graduados recientes que cursaron la asignatura con la propuesta anterior, y evaluaciones diagnóstico previas al cursado de las cohortes 2011, 2012 y 2013.

- instancias durante el cursado, tales como encuestas de opinión durante el cursado de los distintos espacios de enseñanza desarrollados, desde distintos instrumentos (encuestas de opinión elaborada por la tesista y encuestas de opinión del sistema SIU guaraní) y resultados de evaluaciones finales del módulo Física General.

- instancias posteriores al cursado, tales como pruebas de solidez realizadas 6 a 8 meses después de aprobada la asignatura, encuestas a alumnos avanzados, que cursaron la asignatura con la propuesta educativa motivo de tesis y entrevistas en profundidad a docentes y coordinadora de la carrera de LN.

Al realizar esta triangulación en el proceso investigativo, según Olsen (2004), se genera un diálogo que prospera con el contraste entre aquello que parece evidente y los descubrimientos con las interpretaciones de otros actores sobre un determinado objeto de estudio. La articulación entre métodos cualitativos y cuantitativos de análisis, debe darse desde el problema de investigación, toda vez que no se trata de llegar a las mismas respuestas siguiendo dos caminos diferentes, sino de llegar a una explicación que, desde la formulación de objetivos precisos en sus alcances y limitaciones (a partir de la mirada cualitativa y cuantitativa), considere la naturaleza del fenómeno y en este sentido, sus posibilidades de abordaje.

Es así, que se pudieron valorar indicadores de aprendizaje para la propuesta educativa objeto de investigación, tales como:

- elevada adhesión a la propuesta desde las encuestas de opinión durante el cursado, tanto por los espacios de enseñanza propuestos, como por la calidad y pertinencia de los materiales de enseñanza.

- marcada participación en el entorno virtual UNL, como estrategia que permite profundizar en la autogestión de conocimiento y en la situación de cada estudiante frente al aprendizaje.

- tensiones respecto al sistema de evaluación, que pudo ser valorada, colaborando en la modificación tanto del sistema de evaluación para regularizar como para promocionar la asignatura.

- mejora en los resultados académicos, dando lugar a un porcentaje mayor de 60% de alumnos promovidos, a partir del año 2016, donde se modificó el sistema de evaluación de manera integral con la propuesta educativa.

- aprendizaje significativo que pudo evidenciarse de manera estadística comparando las medias entre las evaluaciones diagnósticas y evaluaciones de solidez, para cada una de las cohortes en estudio (2011, 2012 y 2013).

- elevada adhesión a la propuesta desde las opiniones de alumnos avanzados, docentes y coordinadora de la carrera, considerando al principio de conservación de la energía como el mayormente recuperado en las asignaturas posteriores, de gran importancia desde el punto de vista de la articulación, como de las relaciones con la profesión futura.

La fortaleza de la triangulación, en los procesos de investigación y en la aceptación de los resultados, está dada por la manera contextualizada de tratar el tema en estudio. La interpretación no tiene una sola vía para análisis y capta las diversidades aún de los fenómenos complejos, superándose así la forzada simplicidad a que pueden inducir configuraciones metodológicas unitarias. Provee un complejo sistema de interpretación, mostrando la consistencia y lógica que se desprende de cada uno de los pasos y de cada uno de los sectores de donde provienen los datos, las conjeturas y los resultados (Donolo, 2009).

## **VI.2. Diferencias de la propuesta anterior y la presente propuesta didáctica**

Retomando el concepto de idoneidad didáctica, planteado por Godino (2014). debe primar un criterio global de pertinencia del modelo de enseñanza adoptado, cuyo principal indicador empírico es la adaptación entre los significados personales logrados por los estudiantes y los significados de la asignatura pretendidos/ implementados. Para esta situación los distintos elementos del quehacer educativo pueden interactuar entre sí, lo que enfatiza la extraordinaria complejidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Desde ese lugar, se trata de reflexionar sobre la propuesta anterior y la propuesta motivo de tesis.

### **Respecto del diseño curricular:**

La *propuesta anterior* sigue un diseño tradicional, lo que -de acuerdo a la opinión de GLN- no contribuye a generar motivación en el estudiante.

En la *propuesta en estudio* los contenidos, competencias y espacios propuestos, su implementación y evaluación se corresponden con las directrices curriculares, relacionando contenidos intra e interdisciplinarios, promoviendo la formación socio-profesional del estudiante. Lo anterior da cuenta de propiciar en el estudiante el interés y la motivación en el proceso de estudio (Godino, 2014).

**Respecto de espacios de enseñanza:**

*La propuesta anterior* contempla solo espacios de instancias de teoría y espacios de consultas. En las sesiones teóricas se plantean diferentes problemas que el docente desarrolla con la intervención de algunos alumnos.

*En la presente propuesta* se contemplan espacios de teoría, de laboratorio, de coloquio, de consultas, complementados con espacios virtuales a través del Entorno virtual UNL.

Los distintos espacios posibilitan interacciones docente-alumno y alumno-alumno, incluyendo actividades de ampliación, reflexión y retroalimentación, lo que contribuye a optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

**Respecto de situación del estudiante frente al aprendizaje:**

*La propuesta anterior* no tuvo en cuenta los conocimientos y competencias con que el estudiante comenzaba el cursado de la asignatura.

*En la presente propuesta* se realiza una evaluación diagnóstica inicial de los saberes y competencias de los estudiantes, a fin de comprobar que los significados pretendidos suponen un reto manejable; de ese modo se prevé la existencia de adaptaciones curriculares que tengan en cuenta tales saberes y competencias.

**Respecto de la situación de evaluación:**

*En la propuesta anterior:*

- La regularidad se obtiene con una asistencia mínima del 80% a las actividades obligatorias de cada una de las partes de la materia y un mínimo de 40 puntos en cada uno de los parciales de la materia. Los alumnos que en uno o ambos parciales obtengan menos de 40 puntos, deben rendir un examen recuperatorio de regularización en la semana 16ta. del período. De no cumplir los requisitos de asistencia pierden su regularidad.

- La aprobación por promoción directa se ajusta a la normativa del Régimen Unificado de Estudios vigente, debiendo el alumno obtener un mínimo de 60 puntos en cada parcial y haber cumplido los requisitos de asistencia para regularizar. No se prevén instancias de recuperación de la promoción.

La evaluación sigue la metodología de opción múltiple (multiple choice).

*En la presente propuesta:*



- La regularidad se obtiene con una asistencia mínima del 80% a las actividades obligatorias de cada una de las partes de la materia, calificando como Presente de acuerdo a la actividad desarrollada durante cada clase, tanto en disposición como manejo de instrumental y participación activa (evaluación de proceso) en instancias de laboratorio y de coloquios.

- La aprobación por promoción directa se ajusta a la normativa del Régimen Unificado de Estudios vigente, debiendo el alumno obtener un mínimo de 60 puntos en cada parcial y haber cumplido los requisitos de asistencia para regularizar.

La evaluación sigue la metodología de resolución de problemas, donde se evalúan procedimientos y resultados alcanzados.

Se trata en el examen final de plantear situaciones cercanas a la realidad, donde se puedan poner en práctica los conocimientos y competencias desarrolladas durante el cursado.

## CAPÍTULO VII:

### Conclusiones.

VII.1. En relación a los objetivos propuestos

VII.2. Perspectivas y posibles líneas de acción



Butterflies. MC Escher (1950)

*"La educación es aprendizaje para la renuncia a la omnipotencia"*  
Philippe Meirieu (2006)

### **VII.1. En relación a los objetivos propuestos**

En el transcurso de las distintas etapas del presente trabajo de investigación se ha sistematizado información que permitió conocer diferentes perspectivas respecto a interrogantes planteados inicialmente, como así también se han gestado nuevas cuestiones y posibles líneas de acción futuras.

A lo largo del proceso investigativo, y gracias a la cooperación de la totalidad de los participantes, se ha podido indagar, construir y reconstruir el objeto de estudio.

*En relación al primer objetivo propuesto:*

En el nivel superior educativo, la problemática sobre la enseñanza y el aprendizaje de física ha sido y es tema de investigación y debate para distintos actores del quehacer universitario, abordando pluralidad de temáticas y diversas miradas. Lo anterior implica dedicación y esfuerzo concertados, tendientes a la construcción compartida de estrategias y prácticas que permitan llegar a una población estudiantil diversa y amplia, con derecho a una educación de calidad, donde se privilegie el trabajo cooperativo e interdisciplinar.

Haciendo énfasis en las carreras de ciencias de la salud, donde la Física sirve de base para el desarrollo de otras asignaturas, generalmente se incluyen de manera tradicional en las planificaciones, todos los temas de Física General correspondiente a carreras de ciencias e ingenierías, principalmente en el primer año de ingreso a la universidad. De acuerdo a lo mencionado por Milicic (2005), son escasas las universidades donde la selección, la orientación de los contenidos y la metodología se han adaptado a la carrera en la cual está inserta.

Camilloni (2016), destaca que la formación básica en las carreras universitarias, se asienta en las disciplinas fundantes de los conocimientos propios de la profesión, en la cual el alumno se va a desempeñar. Pero en numerosos casos se hace visible la falta de articulación entre la formación básica y la formación profesional, así los conocimientos aprendidos en los primeros años de la carrera se enseñan descontextualizados respecto de los problemas que el graduado habrá de enfrentar.

Teniendo en cuenta que -para un elevado número de estudiantes- la duración real de las carreras es mayor a la duración teórica, evidenciando un deterioro de valiosas relaciones entre conocimientos de ciencias básicas y conocimientos profesionales, "se vuelve imprescindible estudiar la duración real de la carrera y tenerla en cuenta en el diseño del currículo, quitando lo prescindible y fortaleciendo lo necesario" (Camilloni, p. 73).

En esta misma dirección, la complejidad que supone la comprensión de los conocimientos científicos aconseja un estudio detenido de los conceptos y modelos, anteponiendo la profundidad a la amplitud de contenidos a tratar, de manera que los estudiantes perciban la relevancia y el interés de los problemas a desarrollar, el significado de los conceptos introducidos, su capacidad para resolver problemas, como requisito para un buen aprendizaje en distintos niveles de enseñanza (Doménech, Limiñana y Menargues, 2013).

En educación secundaria, Pérez-Landazábal y Varela-Nieto (2006), diseñaron e implementaron una propuesta alternativa para la enseñanza de física centrada en la energía, tendiente a que los estudiantes:

- reconozcan la universalidad del principio de conservación de la energía, aplicándolo a diversas situaciones,
- desarrollen la idea de que la energía se degrada en las interacciones, lo que contribuirá a compatibilizar conceptualmente los dos *principios de la Termodinámica*,
- diferencien los términos fuerza, trabajo y energía que muchos estudiantes confunden, aún después de la enseñanza,
- asuman que el calor, lo mismo que el trabajo, es una ‘forma’ de intercambio de energía entre sistemas,
- apliquen en los sistemas eléctricos los principios de conservación de la energía y la carga eléctrica.

Iparraguirre et al. (1998) elaboraron una propuesta para el profesorado de Física del instituto de Educación Superior "Simón Bolívar", Córdoba, Argentina, con el propósito de que los estudiantes pudieran diseñar planificaciones para su enseñanza en el nivel secundario. Los autores propusieron un diseño de currículo coordinado de contenidos de biología y física, sobre la base de situaciones problemáticas integradoras, eligiendo temas relacionados con la termorregulación y el aparato circulatorio del hombre y de otras especies animales, discutiendo aspectos importantes del aprendizaje significativo de los conceptos de física involucrados, con eje en la energía, su conservación, transferencia y degradación.

Pérez Murugó, Marbà Tallada, e Izquierdo (2016), consideran que para facilitar la comprensión del concepto de energía en biología es necesario vincular ésta a una interpretación más física del contexto biológico sin que ello implique un reduccionismo, permitiendo al alumnado una comprensión más completa e integrada de la biología.

Perrotta et al. (2009) estudiaron la planificación, desarrollo y evaluación de la unidad didáctica Energía, Trabajo, Conservación de la Energía, con una visión integradora cuyo objetivo fue realizar una enseñanza que parta de las preconcepciones de los alumnos e intente presentar el concepto de energía como unificador en toda la Física, para la asignatura Física I, de las carreras Licenciatura y Profesorado en Química, Licenciatura en Geología y Licenciatura en Matemática de la Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), Argentina, estableciendo una visión única e integrada de la energía y su conservación. En 2010, las autoras realizaron una investigación a partir de una situación problemática planteada a un curso universitario básico de Mecánica, para ayudar a comprender la conservación de la energía cuando aparecen distintos tipos de fuerzas.

Ameneyro Ameneyro y Mora (2010), presentaron una propuesta a la que denominaron *Cuaderno de Mediación*, como aplicación del constructivismo en el aula, para la enseñanza del Concepto de Energía Mecánica, partiendo de su conservación, elaborada a través de la estrategia *Ciclos de Aprendizaje* de Karplus, integrando el aprendizaje significativo de Ausubel y la experiencia de aprendizaje mediado de Vigotsky, para estudiantes de cursos de Física de Ingeniería, en México.

Llovera-González (2002, 2004, 2006, 2008) ha comprobado que es posible estructurar los contenidos de Física General en carrera de Ingeniería Química de Cuba, centrando el aprendizaje en elementos de contenido invariantes que por su carácter general dentro de la ciencia física y su operatividad didáctica puedan constituir el fundamento de la base orientadora de la acción para el aprendizaje individual y colectivo de un conjunto de fenómenos físicos más o menos amplio, analizando los mismos de forma más holística y multilateral de lo que hoy se enseña a hacer. En la propuesta se trató de no enseñar la mecánica, la termodinámica, el electromagnetismo o la óptica sino de enseñar las invariantes pre identificadas como bases para el análisis físico de los fenómenos y la solución de problemas. Uno de los considerado como contenido invariante de alta incidencia fue el principio de conservación de la energía (Llovera-González, 2013).

Dreyfus (2014), en su tesis doctoral, Universidad de Maryland, Estados Unidos, propuso desarrollar temas de educación interdisciplinaria en la interfaz de la física y la biología para cursos introductorios de física para ciencias de la vida. Su investigación abordó explícitamente cómo los estudiantes pueden conectar ideas de múltiples disciplinas, para lo cual utilizó la energía como un rico contexto en el que poder lograrlo. Utilizó la energía química como hilo curricular en un curso introductorio de física de ciencias de la vida,



tratando de encontrar conexiones entre las ideas que los estudiantes poseen y los conocimientos de química, biología y física.

En el presente trabajo de tesis se ha procurado ahondar sobre los problemas reales de la práctica educativa, estableciendo un recorrido que profundice sobre la enseñanza y el aprendizaje de Física en la carrera de Licenciatura en Nutrición, UNL, Argentina, desde su creación en el año 2005, a fin de encontrar nudos significativos que promuevan en los estudiantes la integración del conocimiento disciplinar con problemas cercanos a su profesión futura y a soluciones prácticas complejas.

En el transcurso de los capítulos presentados se han detallado los pasos acontecidos en la investigación, que dieron lugar al diseño, planificación, implementación y evaluación de una propuesta educativa para la asignatura Física General y Termodinámica, reconociendo como eje de enseñanza a la conservación de la energía y posible nexo con otras disciplinas de la carrera de manera transversal y longitudinal.

*. En relación al segundo objetivo propuesto:*

De acuerdo con Moreira (2014), distintas características llevan a un determinado modelo de enseñanza a producir aprendizajes significativos en los estudiantes, entre las que se consideran:

- el modelo de enseñanza no puede ser únicamente el de la narrativa, porque poco queda de él después de algún tiempo,
- en la enseñanza se deben utilizar distintos materiales instruccionales y diferentes estrategias didácticas, estimulando la participación del alumno,
- el conocimiento previo debe ser siempre considerado. Es la variable aislada que más influencia tiene sobre el aprendizaje de nuevos conocimientos (Ausubel),
- los aspectos más importantes, más inclusivos, más generales de un cuerpo de conocimientos deben ser presentados en el comienzo de la enseñanza y progresivamente diferenciados en términos de detalles, especificidades, formalismos,
- promover en los estudiantes la construcción de sus propios y perdurables intereses relacionados con la ciencia. La propuesta que estimula el desarrollo de intereses personales y la curiosidad habitual relacionados con la ciencia aumentará la motivación y la confianza de los alumnos en futuras experiencias de aprendizaje.

- la evaluación no puede estar basada exclusivamente en pruebas de respuesta correcta. Esta estrategia es conductista, no evalúa, mide. La evaluación debe buscar evidencias de aprendizaje, debe incluir aspectos formativos y recursivos.

De acuerdo a lo detallado en el capítulo II de esta tesis, la planificación de la asignatura FGyT, para el módulo de Física General en el período 2005 a 2010 inclusive, siguió un modelo de enseñanza tradicional, abordando en primer lugar la Mecánica: cinemática (movimiento uní y bidimensional), dinámica y Trabajo y energía, en el orden mencionado; en segundo lugar el estudio de Fluidos: hidrostática e hidrodinámica. No consideró el estudio de errores de medición en magnitudes físicas y tampoco el estudio de fenómenos eléctricos.

El desarrollo se realizó en sesiones de teoría para la totalidad de los alumnos (100 a 140 alumnos), resolviendo en la misma sesión problemas, con participación de los estudiantes. Además los alumnos contaron con sesiones de consulta semanales.

Lo anterior da cuenta de un modelo de enseñanza basado en la narrativa, que en consonancia con lo expresado por Moreira, implica una escasa diversidad de materiales y estrategias didácticas y poca participación del estudiante. No se realizó en ese período un diagnóstico sistematizado de conocimientos previos, intereses y competencias, con que el alumno inicia el cursado de la asignatura, y la evaluación -tanto para la regularización como para la promoción del módulo Física General-, se realizó bajo el sistema de opción múltiple (multiple choice). Las características enunciadas no conciben con el fortalecimiento de la motivación y autogestión del estudiante en situaciones futuras de aprendizaje.

Para ahondar sobre el modelo de enseñanza período 2005-2010, considerado como sistema de actividad, -según la teoría de la actividad (Engeström, 2001)-, se concibió como sistema abierto que habilita la posibilidad de cambios, donde la multiplicidad de voces permite vislumbrar fuentes de problemas y prácticas de negociación, posibilitando transformaciones generadas a partir de esfuerzos colectivos y deliberados por superar las contradicciones.

Dentro de este marco, se consideraron:

- indicadores de rendimiento académico en el período 2005 a 2010 inclusive (gráficos 1 y 2, capítulo II),
- opiniones de alumnos avanzados de LN, quienes cursaron la asignatura en el período mencionado (gráficos 3 y 4, capítulo II)
- opiniones de graduados de LN (GLN), cohortes 2005 a 2008, constituyéndose en la comunidad de referencia en que la actividad y el sujeto se insertan.

Respecto de indicadores de rendimiento académico, un porcentaje nunca mayor al 32% del total de inscriptos promocionó la asignatura en el período mencionado.

Respecto de las opiniones de alumnos avanzados de LN, los contenidos menos recuperados en las materias posteriores a FGyT fueron los relacionados con cinemática y un 33% de los 84 encuestados, consideran sin importancia para la carrera los contenidos de la asignatura. Se considera importante remarcar lo expresado por uno de los estudiantes participantes:

*Me gustaría que se vean con un enfoque más amplio apuntando a la aplicación de estos conceptos en materias como fisiología; fisiopatología; para poder encontrar una mayor utilidad.*

Respecto de las voces de GLN, al consultar sobre qué materias o contenidos de la carrera de grado consideran que no resultaron de utilidad en el ejercicio profesional, de un total de 102 respuestas, 48,4% respondió que las materias que no resultaron de utilidad estarían en el ciclo básico de la carrera, las más señaladas fueron: Física General y Termodinámica (1er. año) y Físicoquímica biológica (2do. año).

Desde la TA, considerando las características de la propuesta educativa período 2005 a 2010 inclusive, el bajo porcentaje de alumnos que promocionaron la asignatura FGyT y la recuperación e importancia que le asignaron a los contenidos desarrollados, tanto estudiantes avanzados como recientes graduados, se pudieron vislumbrar fuentes de problemas, posibilitando transformaciones generadas a partir de esfuerzos colectivos y deliberados por superar las contradicciones.

Lo mencionado dio lugar a la reestructuración del contenido a enseñar y de las estrategias a implementar, concebido como reestructuración educativa. Durante este recorrido se trató siempre de entender la situación cambiante, junto con las percepciones y emociones de los participantes.

*. En relación al tercer objetivo propuesto:*

Según Ausubel, un aprendizaje es significativo cuando "puede relacionarse, de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe" (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978, p. 37). Para que haya aprendizaje significativo, el material debe estar compuesto por elementos organizados en una estructura, de tal forma que las distintas partes de esa estructura se relacionen entre sí de modo no arbitrario. Pero es necesario además que el estudiante disponga de los requisitos cognitivos necesarios para asimilar ese significado. En primer lugar, es necesaria una predisposición para el aprendizaje significativo. Dado que



comprender requiere siempre un esfuerzo, la persona debe tener algún motivo para esforzarse. Además de un material con significado y una predisposición por parte del sujeto, la estructura cognitiva del alumno debe contener ideas inclusoras, esto es, ideas con las que pueda ser relacionado el nuevo material (Pozo, 1997).

Tratando de avanzar en la construcción de una propuesta educativa que promueva aprendizajes significativos desde el constructivismo, en el supuesto de que el estudiante aprenda los conocimientos objeto de enseñanza mediante una construcción activa a partir de “lo que ya sabe”, se diseñó e implementó durante las tres cohortes (2011, 2012, 2013) -antes del cursado de la asignatura- una evaluación diagnóstico sobre conocimientos y competencias genéricas necesarias, para hacer posible el proceso de interacción entre el conocimiento nuevo y el que ya poseen.

La evaluación diagnóstico construida para esta investigación a partir de ejercicios validados, fue sometida a una prueba piloto con estudiantes de Bioquímica y Licenciatura en Biotecnología, de primer año de las respectivas carreras, previo a implementarse con los estudiantes participantes de la investigación.

El detalle de lo obtenido para cada una de las cohortes en relación a las notas finales y a las categorías evaluadas se presentó en el capítulo IV.

Respecto de los ejercicios, se destacó que:

- El ejercicio 1, que refiere a la interpretación de los beneficios de la actividad física con respecto al requerimiento energético y la circulación sanguínea, presentó el mayor promedio de notas, con una baja dispersión en torno al valor promedio, para cada una de las cohortes.
- Los ejercicios 2 y 3, que refieren a la relación entre la edad en que se practica deporte y la frecuencia cardíaca desarrollada y transformaciones energéticas posibles para diferentes situaciones cotidianas, presentaron similares promedios y dispersión en torno al promedio.
- El ejercicio 4, que refiere a dibujar la fuerza que actúa sobre un cuerpo cuando se encuentra en el aire para distintos tiempos (cuando se eleva, cuando llega a la máxima altura respecto del disparo, cuando desciende), en todas las cohortes en estudio, fue el que presentó el menor valor promedio en las distintas cohortes.

Respecto de las notas finales de las pruebas diagnóstico y las categorías evaluadas:

- Se observó distribución asimétrica para las notas finales, en cada una de las cohortes.
- En relación a las notas obtenidas en la evaluación diagnóstico, presentaron un muy bajo rendimiento: para cohorte 2011, 17% de los participantes obtuvo una calificación satisfactoria, 15% para cohorte 2012 y 19% para cohorte 2013.
- En relación a las categorías, para cohorte 2011 y 2013, resultó la categoría conexión con el entorno físico la mejor lograda (32% y 30% de alumnos con puntaje superior a 50, respectivamente), mientras que para la cohorte 2012 la categoría mejor lograda fue relaciones matemáticas, con un 25% de alumnos que evidenciaron haberla adquirido. Cabe mencionar que la cohorte 2012 obtuvo un muy buen desempeño en Matemática General, asignatura que se cursa en el primer cuatrimestre de la carrera de LN.
- Las categorías menos logradas resultaron conocimiento de la Ciencia y explicación de fenómenos, en cada una de las cohortes en estudio.
- Un elevado porcentaje (>50%) de los estudiantes que realizaron la evaluación diagnóstico logró integrar conocimientos a situaciones de la vida cotidiana, aproximadamente 30% manifestó ideas correctas sobre las transformaciones y conservación de la energía, un porcentaje de alumnos próximo al 20% ha adquirido habilidades lógico-matemáticas mientras que entre un 6% y 8% de los estudiantes posee ideas correctas sobre aplicación de fuerzas y movimiento.

Del análisis estadístico, al realizar pruebas ANOVA de un factor para las distintas cohortes, se evidenció que existió igualdad de media ( $p > 0,05$ ) entre las distintas cohortes para la variable nota final y las categorías evaluadas.

Por lo anterior, en las estrategias didácticas diseñadas e implementadas durante los años de este estudio, se tomó como punto de anclaje o "subsursor" la conservación de la energía, lo que según los resultados de las notas de cada ejercicio resultaría adecuado para lograr un aprendizaje significativo, a partir de los conocimientos previos de los alumnos participantes.

A partir de los resultados de las competencias evaluadas, en el diseño de la propuesta educativa se tuvieron en cuenta experiencias cercanas a los intereses de los estudiantes y de aplicación en el contexto de las ciencias de la salud, para promover una interacción cognitiva entre conocimientos nuevos y previos, como clave para un aprendizaje significativo

Se trató de enfatizar, de acuerdo con lo mencionado por Ausubel, en las reestructuraciones que se producen debido a la interacción entre las estructuras presentes en el sujeto y la nueva información, para lo que se hizo necesario implementar una propuesta formalmente establecida, presentando de modo organizado y explícito la información que debe desequilibrar las estructuras existentes.

En esta dirección, los resultados de las evaluaciones diagnóstico se complementaron con el estudio de las relaciones presentes a nivel de las planificaciones de asignaturas de la carrera de LN, y de las voces de distintos actores del sistema educativo, para avanzar en la construcción de la propuesta didáctica.

*. En relación al cuarto objetivo propuesto:*

En la actualidad, resulta evidente que la estructuración tradicional que tienen numerosos cursos de física general en carreras universitarias, no propicia que dicha disciplina sea apreciada en su conjunto con todas sus potencialidades, ni tampoco promueve en los estudiantes la posibilidad de apreciar que el fenómeno físico es único y que, las leyes de la física que lo regulan y determinan su desarrollo, no son patrimonio de una u otra parte por separado sino de su conjunto; por lo que significaría una mejoría en la enseñanza y en el aprendizaje, propiciar reestructuraciones en la presentación y abordaje de los contenidos, que contribuyan a apreciar holísticamente la realidad del mundo físico (Quintana y Llovera-González, 2009).

Tal como mencionan Doménech, Limiñana y Menargues (2013), desde las concepciones constructivistas, el aprendizaje se verá favorecido en la medida en que los estudiantes dispongan de oportunidades para relacionar los conocimientos que han de aprender con sus estructuras conceptuales previas, y también para explorar sus implicaciones, hacer predicciones y conectarlos con otros conceptos.

Dentro de este marco, en relación a lo investigado para la asignatura FGyT de la carrera de LN, teniendo en cuenta indicadores de pertinencia del modelo de enseñanza adoptado durante el período 2005 a 2010, el perfil del egresado de LN, el diseño curricular de la carrera, las planificaciones de materias de ciclo inicial y ciclo superior en relación a los contenidos de física recuperados y a la importancia que se les atribuye (figura 22, cap. V), y los resultados de las evaluaciones diagnóstico (figura 21 y tabla 13, cap. IV), se diseñó, planificó e implementó una propuesta educativa, con eje de enseñanza y aprendizaje en la conservación de la energía, considerando nexos con otras disciplinas de manera transversal y longitudinal.

La propuesta planteó los siguientes objetivos:

General:

- Utilizar el Principio de Conservación de la Energía como contenido invariante para el desarrollo de Física General y Termodinámica, en la carrera de Licenciatura en Nutrición, promoviendo nexos con otras asignaturas.

Específicos:

- Propiciar el interés del estudiante por dar explicaciones a fenómenos que les son familiares, fomentando el hábito de observar el entorno físico, destacando la validez del principio de conservación de la energía.
- Comprender que los cambios experimentados por los sistemas comportan transformaciones de unas formas de energía en otras y/o transferencia de energía de unos sistemas a otros, con consiguiente degradación.
- Promover en el estudiante, a través de experimentos sencillos, el manejo de instrumentos y equipos, reflexión y debate, mediante su participación activa en la construcción del conocimiento.
- Desarrollar habilidades analíticas y experimentales, en relación a mediciones, interpretación de resultados y resolución de problemas.
- Aprovechar la potencialidad de las tecnologías para fomentar la comprensión y la autogestión de los aprendizajes de los estudiantes.

La secuencia didáctica y los objetivos de cada una de las semanas de cursado se presentaron en detalle en el capítulo V de este documento.

Se partió del principio de conservación de la energía como contenido invariante de alta incidencia (Llovera-González, 2006, 2008), presentando relaciones con la nutrición humana, promoviendo en el estudiante la comprensión de los procesos involucrados a nivel molecular, celular y sistémico en la nutrición. Se abordó la conservación de la energía mecánica, trabajo y calor como formas de transferencia de energía y luego conceptos de dinámica, cinemática, conservación de masa y energía para fluidos y conservación de carga y energía en circuitos eléctricos, considerando concepciones previas de los estudiantes, promoviendo el cambio conceptual y aprendizaje significativo.

Se plantearon espacios presenciales (sesiones de laboratorio, coloquio, teoría y consultas), complementadas con un espacio virtual a través del Entorno Virtual UNL, utilizando simulaciones interactivas que ayudan a que el estudiante comprenda su situación ante el

aprendizaje y mejore su desempeño, coincidiendo con lo mencionado por Velasco y Buteler (2017).

En las sesiones de laboratorio se trabajó con un mismo experimento durante tres semanas, abordando su estudio desde la conservación de la energía mecánica, interacciones entre sistemas, dinámica y cinemática, en las sesiones de coloquios se plantearon ejercicios y problemas a resolver durante tres semanas, un mismo ejercicio se abordó desde Trabajo y Energía, luego desde dinámica y finalmente se terminó de resolver desde cinemática. En las instancias presenciales se trabajó con grupos pequeños de estudiantes, para que puedan interactuar entre pares, con los materiales y con el docente de manera fluida. Se profundizó entonces, desde distintos abordajes, en el análisis y reflexión de los conceptos involucrados.

El material de trabajo, guías de problemas y de laboratorio fueron revisadas y modificadas, de acuerdo con la adquisición de nuevos equipos: tal el caso para fluidos, adquisición de medidores de presión que permitieron cuantificar caídas de presión en distintos tramos de cañerías, de manera similar al sistema circulatorio, o para el estudio de electrostática, se plantearon experiencias sobre conservación de carga, modificando la guía de laboratorio en dos oportunidades y se modificó la guía de problemas de la última semana. En anexos 6a y 6b se detallan las guías de las sesiones de experimentación y de coloquio, con sus modificaciones en los distintos años de cursado.

Se desarrollaron acciones de articulación:

- transversales, con la asignatura Matemática General de primer año de la carrera de LN, pudiendo participar estudiantes de manera voluntaria en instancias presenciales y virtuales sobre la temática de vectores,
- y longitudinales, con asignaturas de tercer año: Epidemiología y Nutrición y de quinto año: Educación para la Salud y Economía Familiar, Seminario Final, a través de acciones en un proyecto de Extensión, donde participaron de manera voluntaria alumnos cursando la asignatura.

Lo anterior permitió a los estudiantes relacionarse con estudiantes avanzados, desarrollando actividades en relación a energía y nutrición, pudiendo afianzar conceptos, realizar mediciones antropométricas, expresar correctamente resultados y aplicar las mediciones realizadas en ecuaciones predictivas para el cálculo del Gasto Metabólico Basal, lo que ayudó a evidenciar relaciones concretas del aprendizaje de física con la profesión futura.

Desde una perspectiva sociocultural de la didáctica de las ciencias, adhiriendo con Tobin (2010), se sostiene que en el aprendizaje de las ciencias "las emociones actúan como un pegamento social que interconecta intereses y acciones individuales y colectivas", por lo que se considera relevante poder encontrar variadas instancias de articulación tanto anteriores como durante el cursado de la asignatura.

*. En relación al quinto objetivo propuesto:*

En el desarrollo de este objetivo específico, considerando a la situación educativa como sistema de actividad (Engeström, 2001), se valoraron los siguientes componentes:

- El sujeto que aprende.
- Los instrumentos utilizados en la actividad, privilegiadamente los de tipo semiótico.
- El contenido a apropiarse (saberes, contenidos y competencias).
- Una comunidad de referencia en que la actividad y el sujeto se insertan.

El detalle de las ponderaciones se encuentra en el capítulo VI de este documento, recurriendo para su análisis a una triangulación teórico-metodológica, con el propósito de confirmar o dar indicios de la diversidad con que se muestra la propuesta estudiada. Se combinó la triangulación de datos, de métodos y de diferentes momentos de la investigación, teniendo en cuenta la interacción de las voces de las personas implicadas en el estudio.

Así, analizando y reflexionando sobre datos provenientes de diferentes instrumentos - evaluaciones diagnóstico y de solidez, encuestas de opinión realizadas por la tesista y encuesta del sistema SIU guaraní, entrevistas en profundidad, registros del Entorno virtual UNL-, de diferentes actores -alumnos cursando la asignatura, estudiantes avanzados, docentes, coordinadora de LN y graduados recientes-, de diferentes metodologías de análisis -cualitativa y cuantitativa-, y de distintas etapas de la investigación -previa, durante y posterior al cursado-, se destacaron indicadores de pertinencia del modelo adoptado, como también tensiones propias del proceso de implementación de la propuesta. Se observó:

- muy buena aceptación para la implementación de la actividad experimental (84% encuesta de investigación y 88 a 94% encuesta SIU), resultando significativo lo expresado por los estudiantes: *Se necesitan más trabajos prácticos para Termodinámica, Física mejoró un montón.*
- elevada adhesión a la propuesta desde las encuestas de opinión durante el cursado (propias y del sistema SIU guaraní), tanto por los espacios de enseñanza propuestos, como por la calidad y pertinencia de los materiales de enseñanza (figuras 26 a 47).

- marcada participación en el entorno virtual UNL (respuestas de encuestas de opinión y de registros de la plataforma educativa), como estrategia que permite profundizar en la autogestión de conocimiento, el trabajo colaborativo y en la situación de cada estudiante frente al aprendizaje (figuras 48 a 50). De acuerdo a los testimonios de los alumnos: *se puede profundizar en el tema de una manera divertida; contestaba preguntas practicando a través de las animaciones; permite poner en práctica tus conocimientos y darte cuenta de lo que te falta estudiar; las actividades son entretenidas y permiten estudiar en grupo;*
- tensiones respecto a la actividad de consultas, si bien algunos estudiantes sugieren: *adicionar más horarios de consulta cercanos al parcial*, solo 32% consideró esencial dicho espacio, por lo que se deberá tener en cuenta para futuras adecuaciones (figuras 34 a 37);
- tensiones respecto al sistema de evaluación (sugerencias en encuestas a alumnos cursando la asignatura y a alumnos avanzados), que pudieron ser valoradas, colaborando en la modificación tanto del sistema de evaluación para regularizar como para promocionar la asignatura (figura 57). En palabras de los estudiantes: *no me gusta la forma de evaluación; no estoy de acuerdo en la forma de regularizar la materia; no me gusta la evaluación de multiple choice;*
- mejora en los resultados académicos, dando lugar a un porcentaje mayor de 60% de alumnos promovidos, a partir del año 2016, donde se modificó el sistema de evaluación de manera integral con la propuesta educativa (figura 58);
- aprendizaje significativo que pudo evidenciarse de manera estadística comparando las medias entre evaluaciones diagnóstico y evaluaciones de solidez, para cada una de las cohortes en estudio (2011, 2012 y 2013), (figuras 65 a 67);
- elevada adhesión a la propuesta desde las opiniones de alumnos avanzados, docentes y coordinadora de la carrera, considerando al principio de conservación de la energía como el mayormente recuperado en las asignaturas posteriores, de gran importancia desde el punto de vista de la articulación, como de las relaciones con la profesión futura (figuras a 68 a 72). En las voces de los participantes: *el más importante para mí es Conservación de la masa y de la Energía porque son temas muy gruesos, fundamental por su relación con procesos metabólicos, (docente); son todos importantes, para considerar las acciones del metabolismo y acción dinámica específica de los alimentos, entendiendo entre otras cosas, el comportamiento y relaciones entre materia, energía y espacio, (coordinadora de LN). Testimonios de*

*alumnos: poder entender Química, Físicoquímica Biológica y Fisiología; útiles para entender fenómenos y mecanismos muy complejos vistos posteriormente; para explicar lo visto en Fundamentos de Alimentación y Nutrición; porque todas las reacciones, síntesis y degradación cumplen con el concepto de conservación de la energía y también está dentro de la ecuación de balance energético; se vinculan con materias de los últimos años y la vida misma; relevante para interpretar los fenómenos que ocurren en nuestro organismo; para relacionar formas en que se transforma la energía de los alimentos en el cuerpo.*

Por medio de la triangulación implementada, se pudieron captar las diversidades de los sistemas de actividad en estudio en interrelación, el sistema de actividad estudiante-espacios de aprendizaje y el sistema de actividad docentes- asignatura.

Se pusieron en evidencia las tensiones propias de sistemas en expansión, dando lugar a modificaciones en algunas actividades de coloquio, de laboratorio, con incorporación de nuevo equipamiento y en las instancias de evaluación, tanto para la regularización como para la promoción del módulo de Física General. Con el diseño e implementación de las actividades complementarias a través del Entorno virtual UNL, se posibilitó transformar el sistema de actividad y transformar y expandir, potencialmente, los objetos de la actividad.

Las tensiones estructurales acumuladas durante el período 2005 - 2010, en el desarrollo de la asignatura, condujeron a soluciones innovadoras para poder resolverlas y cambiar la actividad, tal como postula Engeström, (2001).

Toda tesis es un recurso, por medio del cual se vuelven a mirar las propias prácticas y se profundiza en cuestiones no resueltas, para tratar de encontrar estrategias que faciliten su comprensión y ayuden a resolverlas. Este proceso implica generar nuevas propuestas y volver a mirar lo no incluido.

*En relación al sexto objetivo propuesto:*

Desde el constructo de reestructuración educativa, se realizó el análisis de la estructura del conocimiento y el estudio de su relevancia educativa, desde la disciplina Física en particular y desde las reflexiones que distintos sujetos del quehacer educativo aportaron al tema, dando lugar a la reestructuración del contenido a enseñar y de las estrategias a implementar.



Es así que se realizaron:

- Modificaciones en el Programa Analítico de la asignatura en el año 2011, y luego en el año 2016, donde se implementó la evaluación para la regularización y para la promoción del módulo Física General totalmente integrada con la propuesta educativa.

El programa analítico correspondiente al año 2011, año en el que comenzó a desarrollarse la propuesta educativa, ha sido aprobado por Res. C.D. N°1120/11 y se han introducido algunos cambios en el orden en que se presentan los contenidos para darle una mayor coherencia desde el punto de vista epistemológico, lo que conlleva mayor fluidez en el hilvanado de los temas.

En Anexo 2 se encuentra el Programa Analítico de la asignatura vigente a partir de 2005 a 2010 inclusive, en Anexo 3a el Programa Analítico de FGyT vigente a partir de 2011, año de implementación de la propuesta y en Anexo 3b el Programa Analítico de FGyT, vigente a partir de 2016, fecha en el que se modifica el sistema de evaluación para el módulo Física General, regularizando los Trabajos Prácticos mediante una evaluación de proceso, continua, por asistencias y para el examen de promoción de la materia, se considera en la calificación final además del resultado, el procedimiento seguido para abordar y resolver los problemas planteados.

- En el año 2015 se diseñó, planificó e implementó un Proyecto de Innovación Curricular, en el marco de la 1ra. convocatoria PIC 2015 "Entramando lazos: Educación Alimentaria Nutricional como instrumento motivador en la carrera de Licenciatura en Nutrición", resultando primero en orden de mérito para la carrera de Licenciatura en Nutrición.

#### INTEGRANTES

Coordinador del Grupo: Mg. Liliana Ortigoza.

Cátedras involucradas:- Educación para la Salud y Economía Familiar.- Seminario y Trabajo Final.- Práctica Profesional.

Área involucrada:- Programa de Ingreso y Permanencia FBCB/ESS.

Carrera involucrada: Licenciatura en Nutrición.

Inicio del proyecto: 1er. cuatrimestre de 2015.

Tipo de Proyecto: C. **Desarrollo de materiales, recursos y apoyos a la docencia**

Participaron del mismo docentes y alumnos de 1er. año de LN, docentes de 3er. año de LN y docentes y alumnos de 5to. año de LN, de manera interdisciplinaria; abordando el tema de Conservación de la energía, gasto energético y cálculo de kilocalorías en talleres y una materia optativa propuesta, INTRODUCCIÓN A LA NUTRICIÓN, que se ubica en el primer año de la carrera, en el segundo cuatrimestre (bloque 1.2).

La materia optativa, continúa desde el año 2015 desarrollándose con un número de 80 alumnos aproximadamente, integrando a los alumnos ingresantes con los alumnos avanzados y con la vida universitaria. Se realizan talleres donde participan como docentes alumnos avanzados, con el acompañamiento del equipo docentes de las materias involucradas.

- Desde 2011 a 2016 se realizaron actividades de articulación con Matemática, asignatura de 1er. cuatrimestre de 1er. año de la carrera de Licenciatura en Nutrición (LN).

Con este propósito se trabajó como codirectora de tres alumnas que se desempeñaron como becarias de tutoría para apoyo al ingreso y permanencia de los ingresantes de LN:

- alumna María Eugenia Berta (2011-2013) realizando una actividad sobre suma de vectores aplicando el Entorno Virtual UNL, los resultados fueron presentados en VII CIBEM-VII Congreso Iberoamericano en Educación Matemática, Montevideo, Uruguay, 2013;

- alumna Ayelén Urbine (2013-2015) realizando actividades presenciales en coloquios de la Asignatura Matemática, en relación al concepto de Trabajo;

- alumna Antonela Paravano (2015-2016) realizando actividades presenciales en coloquios de la Asignatura Matemática, y una guía de resolución de problemas aplicados a situaciones de la vida cotidiana, relacionados con suma de vectores y producto escalar.

- Misión de Estudios realizada en el marco del Programa de Centros Asociados para el Fortalecimiento de Postgrado Brasil-Argentina CAFP – BA; Proyecto 044/13: A comunicação educativa entre as ciências: as perspectivas de un currículo comun que integre ciências humanas e da natureza, 01 a 31 de marzo de 2014, compartiendo la estancia con la prof. Liliana Contini, del departamento de Matemática FBCB, UNL.

Durante la Misión de Estudio, se trabajó con el grupo de Estudios del Museo pedagógico de Vittoria Da Conquista, en relación al tema de tesis, dando lugar a una publicación conjunta con el Dr. Jornandes Jesús Correia en el año 2015: *O conceito de conservação de energia em*

*livros didáticos: uma análise histórico-didática.* Revista Binacional Brasil Argentina (RBBA): diálogo entre as ciências, 4, (2), 91-103.

Luego de la misión de estudio, la tesista se ha desempeñado como tutora del maestrando Marcel Da Silva Lessa De Oliveira, estudiante de la maestría en Didáctica de las Ciencias Experimentales, acompañándolo desde septiembre a diciembre de 2014.

Durante el año 2015, fruto de la investigación realizada de manera conjunta, la tesista se desempeñó como expositora en la 3ra. Jornada de Presentación de resultados de investigaciones educativas", 18 de Noviembre de 2015. FBCB. UNL. Santa Fe. Argentina.

En 2015-2016 se escribió y presentó el trabajo conjunto con la prof. Liliana Contini, del Departamento de Matemática FBCB y el prof. Marcel Da Silva (UESB) *Actividades en laboratorios de Enseñanza de Física: percepciones de estudiantes de Brasil y Argentina. Tema de reflexión docente.* Ortigoza, L.; Contini, L.; Da Silva Lessa de Oliveira, M. que fue aprobado para publicación "Ensino de ciências naturais e de matemática", número da revista (v. 41, n. 3, set./dez. 2016). Revista Inter-Ação/UFG.

Adhiriendo con Guisasola et al., (2012), se sostiene que el diseño y planificaciones de secuencias de enseñanza no es una tarea mecánica sino que incluye utilizar un cierto número de fuentes de investigación, lo que implica un trabajo de transposición creativo desde los resultados de la investigación a las actividades y estrategias concretas de los espacios de enseñanza propuestos.

Las distintas acciones presentadas dan cuenta de un amplio recorrido, con un conjunto de recursos que han sido utilizados en contextos y situaciones particulares. Teniendo como propósito profundizar en el conocimiento de la situación educativa, se continúa trabajando en posibles líneas de acción.

## **VII.2. Perspectivas y posibles líneas de acción**

Se mencionan a continuación acciones que surgieron a medida que se fue desarrollando el trabajo de investigación, mostramdo que -tal como escribió el poeta Antonio Machado-, *caminante, no hay camino, se hace camino al andar.*

- A partir de abril de 2018, se renovó la Comisión de seguimiento curricular para la carrera de Licenciatura en Nutrición (Res. CD 300/18), donde la tesista participa como uno de los representantes docentes; desde ese lugar se vuelve a mirar la carrera y en particular la disciplina. En Anexo 12 se encuentra disponible la resolución.

- Desde el Departamento de Física, se propone un curso optativo para alumnos de la carrera que hayan regularizado el bloque 1.2, a realizarse a partir de 2019, con el propósito de profundizar en el estudio de aplicaciones computacionales de uso en la práctica profesional de Nutrición.

- Se evalúa la posibilidad de incorporar horas de práctica en 1er. año de la carrera de LN, se propone que los alumnos que cursen FGyT, desarrollen la actividad de coloquio respecto de errores de medición en las instalaciones del Predio UNL-ATE, en la dependencia del Servicio de Salud, realizando medidas de masa corporal y talla, utilizando balanza y tallímetro reglamentario, para determinar su índice de masa corporal. La actividad se realizará en el marco del proyecto de la línea Curso de Acción para la Investigación y Desarrollo (CAI+D) 2016, "Educación en Alimentación Saludable: una propuesta de articulación docencia - investigación en estudiantes universitarios", del que la tesista forma parte del grupo responsable. A través de esta actividad se podrá acercar a los estudiantes de primer año a los requerimientos para una alimentación saludable.

- Se consensuó con la docente a cargo del módulo Termodinámica de FGyT, la unificación de los criterios para la evaluación de la regularización, coincidiendo en realizar una evaluación de proceso en las actividades de coloquio y laboratorio, a implementar a partir de 2019.

- En noviembre de 2018, se aprueba el proyecto "Trayectos de Formación Docente No Estructurados" (Res. CD 1178/18), dirigido a docentes de FBCB y la Escuela Superior de Sanidad, formando parte la tesista de la comisión de seguimiento curricular. El proyecto tratará de generar espacios de discusión formativos acerca de la carrera docente, las estrategias didácticas y otros temas centrales a la hora de comprender en profundidad, la función que cada docente tiene como educador universitario. En Anexo 13 se encuentra disponible la resolución.

Las acciones mencionadas dan cuenta de un proceso inacabado, con múltiples posibilidades de enriquecer el quehacer educativo, desde la docencia, la investigación y la extensión, como pilares de la cultura y educación universitaria.

Para finalizar este escrito, comparto un pequeño extracto del libro de Paulo Freire *Pedagogía de la Autonomía*, a modo de deseo como docente e investigador,

El buen clima pedagógico-democrático es aquel en el que el educando va aprendiendo, a costa de su propia práctica, que su curiosidad como su libertad debe

estar sujeta a límites, pero en ejercicio permanente. Límites asumidos éticamente por él.....Como profesor debo saber que sin la curiosidad que me mueve, que me inquieta, que me inserta en la búsqueda, no aprendo ni enseño..... Lo fundamental es, que profesor y alumnos sepan que la postura que ellos -profesor y alumnos- adoptan, es *dialógica*, abierta, curiosa, indagadora y no pasiva, en cuanto habla o en cuanto escucha. Lo que importa es que profesor y alumnos se asuman como seres *epistemológicamente curiosos*. (Freire, 2004)

## **BIBLIOGRAFÍA**

## Referencias

- Abell, S. K. (2008). Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30 (10),1405-1416.
- Acevedo-Díaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16.
- (2010). Formación del profesorado de ciencias y enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(3), 653-660.
- Alcocer, L., Carrión, R., Alonso, J. J., y Campanario, J. M. (2004). Presentaciones aparentemente arbitrarias de algunos contenidos comunes en libros de texto de física y química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(1), 98-122.
- Alurralde de Revol, E., Javi, V., Martínez, C., Montero, M. T., Bárcena, H., Galarza de Martínez, R., y Bixquert de Rivelli, O. (1995). Aprendizaje de física básica. *Memorias REF IX*, 102-112.
- Alvarado Rodríguez, M. E., y Flores, F. (2001). Concepciones de ciencia de investigadores de la UNAM. Implicaciones para la enseñanza de la ciencia. *Perfiles Educativos*, XXIII(92), 32-53.
- Alvarado Rodríguez, M. E. (2004). Una estrategia metodológica para el análisis de las concepciones de ciencia. *Jornadas Anuales de Investigación 2004*, UNAMCEIICH, 221-224.
- (2005), Desarrollo y concepciones de ciencia en la UNAM, Tesis de Doctorado, México, UNAM-Facultad de Filosofía y Letras-División de Estudios de Posgrado.
- (2006), Estado actual de la enseñanza de la ciencia, *Memorias Jornadas Anuales de Investigación 2005*, México, 351-360.
- Alvarado Rodríguez, M. E., y Flores-Camacho, F. (2010). Percepciones y supuestos sobre la enseñanza de la ciencia: Las concepciones de los investigadores universitarios. *Perfiles educativos*, 32(128), 10-26.

- Amaya Franky, G. (2009). Laboratorios reales versus laboratorios virtuales, en la enseñanza de la Física. *El Hombre y la Máquina*, (33), 82-95.
- Araujo, S. M. (2014). La evaluación y la Universidad en Argentina: políticas, enfoques y prácticas. *Revista de la Educación Superior [en línea]*, 43(172) 57-77. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-27602014000400004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-27602014000400004) [Consultado 19 de abril de 2017]
- Archenti, N. (2007). El papel de la teoría en la investigación social. En Marradi, A., Archenti, N. y Piovani, J. I. *Metodología de las Ciencias Sociales* (pp 61-70). Buenos Aires: Emecé.
- Argentina (2007). Comisión Nacional para el mejoramiento de las Ciencias Naturales y las Matemáticas. Informe final, agosto 2007. Recuperado de: [http://www.me.gov.ar/doc\\_pdf/doc\\_comision.pdf](http://www.me.gov.ar/doc_pdf/doc_comision.pdf) [Consultado 23 de noviembre de 2017]
- Arguedas Matarrita, C., y Concari, S. B. (2015). Hacia un estado del arte de los laboratorios remotos en la enseñanza de la Física. *Revista de Enseñanza de la Física*. 27, (No. Extra), 133-139.
- Arguedas–Matarrita, C., Concari, S. B., y Giacomone, B. (2017). La idoneidad didáctica de los laboratorios remotos como recursos para la enseñanza y aprendizaje de la Física. *Revista de Enseñanza de la Física*. 29, (No. Extra), 511–517.
- Arnal, J., Rincón, D., y Latorre, A. (1994). *Investigación educativa. Fundamentos y metodologías*. Barcelona: Editorial Labor.
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York and London: Grune & Stratton.
- Ausubel, D. P., Novak, J., y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo* (2da. Ed.). México: Trillas.
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós.
- Azpiazu, J., Pazos, J., y Silva, A. (2001). *La tele formación mediante Internet*, Madrid: Fundación Alfredo Brañas, España.



- Balagué, C. (2016). Transformar la escuela y mejorar la sociedad. Conferencia presentación Núcleos Interdisciplinarios de contenidos (NIC). Zona de Aprendizaje, Santa Fe. Recuperado de: [http://www.derf.com.ar/despachos.asp?cod\\_des=710438](http://www.derf.com.ar/despachos.asp?cod_des=710438)
- Baquero, R. (2002). Del experimento escolar a la experiencia educativa. La transmisión educativa desde una perspectiva psicológica situacional. *Perfiles Educativos*, 24 (97-98), 57-75.
- Barrantes Echevarría, R. (1999). *Investigación: un camino al conocimiento un enfoque cualitativo y cuantitativo. Un enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto*. San José: EUNED.
- Beltrán Llera, J. A. (2003). Cómo enseñar con tecnología. En J. M<sup>a</sup>. Martín Patino, J. A. Beltrán y L. Pérez Sánchez (Eds.), *Cómo aprender con Internet* (pp 67-126). Madrid: Foro Pedagógico de Internet.
- Benarroch Benarroch, A. (2010). Aportes de la investigación en la enseñanza-aprendizaje de la química para afrontar los desafíos de la universidad del siglo XXI. *Revista FABICIB, suplemento 1*(14), 9-33.
- Biggs, J. (2006). *Calidad del Aprendizaje Universitario*. Madrid: Narcea.
- Blanco, N., y Pirela, J. (2016). La complementariedad metodológica: Estrategia de integración de enfoques en la investigación social. *Espacios Públicos*, 19 (45), 97-111.
- Bonnin-Garcés, A., Fariñas-Piña, B., Rodríguez Llerena, A., y Llovera-González, J. (2013). Simulaciones virtuales como complemento de las clases y los laboratorios de Física. Ejemplos en la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 7 (4), 669-673.
- Booth, W., Colomb, G., y Williams, J. (2001). *Cómo convertirse en un hábil investigador*. Madrid: Editorial Gedisa.
- Bouciguez, M. J., y Santos, G. (2010). Applets en la enseñanza de la Física: un análisis de las características tecnológicas y disciplinares. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 56-74. Recuperado de: <http://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/download/2628/2277>
- Bourdieu, P. (2001). *O poder simbólico*. Brasil: Ed. Bertrand, R.J.

- Bravo, B., Pesa, M., y Pozo, J. I. (2010). Los modelos de la ciencia para explicar la visión y el color: las complejidades asociadas a su aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 113–126.
- Breda, A., Font Moll, V., Rosário Lima, V., y Villela Pereira, M. (2018). Componentes e indicadores de los criterios de idoneidad didáctica desde la perspectiva del enfoque ontosemiótico. *Transformación*, 14 (2), 162-176. ISSN: 2077-2955.
- Brincones, I. (1994). *La Construcción del Conocimiento. Aplicaciones para la Enseñanza de la Física*. Madrid: Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid.
- Bruner, J. (1997). *La educación, puerta de la cultura*. Madrid: Visor.
- Brunner, J., y Ferrada Hurtado, R. (Eds.). (2011). *Educación Superior en Iberoamérica. Informe 2011*. Providencia, Santiago: Centro Interuniversitario de Desarrollo (CINDA).
- Bustos Sánchez, A., y Coll Salvador, C. (2010). Los entornos virtuales como espacios de enseñanza y aprendizaje. Una perspectiva psicoeducativa para su caracterización y análisis. *RMIE*, 15(44), 163-184.
- Caballero, Ma. C. (2004). La progresividad del aprendizaje significativo. En M. A. Moreira, Ma. C. Caballero y Ma. L. Rodríguez Palmero. (Eds.) *Aprendizaje significativo: Interacción personal, progresividad y lenguaje*, (49-66). Burgos: Universidad de Burgos.
- Cabero Almenara, J. (2016). Nuevas miradas sobre las TIC aplicadas en la educación. *Revista Andalucía Educativa. Consejería de Educación*.
- Caldeira, M. H. (2005). Los libros de texto de ciencias: ¿son como deberían ser? *TARBIYA, Revista de Investigación e Innovación Educativa*, (36), 167-184.
- Camilloni, A. (2001). Modalidades y proyectos de cambio curricular; Aportes para un cambio curricular en Argentina 2001. Organización Panamericana de la Salud, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires.
- (2013). De la especialización divisiva a la especialización conectiva en el currículo universitario. Problemáticas académicas y organizativas. en Stubrin, A.; Díaz, N. (Comp). *Tensiones entre Disciplinas y Competencias en el Currículum Universitario*, 99-114. Santa Fe, Ediciones UNL.

- (2016). Tendencias y formatos en el currículo universitario. *Itinerarios educativos* 9, 11-26. ISSN 1850-3853
- Campanario, J. M., y Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (2), 155-169.
- Campanario, J. M. (2001). ¿Qué puede hacer un profesor como tú o un alumno como el tuyo con un libro de texto como este? Una relación de actividades poco convencionales. *Enseñanza de las Ciencias*, 19, (3), 351-364.
- (2002). ¿Qué puede hacer un profesor como tú con una clase tan masificada como ésta? *Revista Docencia Universitaria*, 3(1), 27-42.
- (2003). De la necesidad, virtud: cómo aprovechar los errores y las imprecisiones de los libros de texto para enseñar Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 161-172.
- Capuano, V., Follari, B., Dima, G., de la Fuente, A., Gutiérrez, E., y Perrotta, M. (2001). Los Experimentos Cruciales en la Enseñanza de la Física y el espejo de Lloyd. Memorias del Encuentro Nacional de Profesores de Física. Córdoba, 119-127.
- Capuano, V. (2011). El uso de las TICs en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. *VEsC*, 2(2), 79-88.
- Capuano, V., Bordone, E., Bigliani, J., y González, M. (2016). Visiones de ciencia en ingresantes a la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UNC. *Revista de Enseñanza de la Física*. 28 (nro. Extra), 253-260.
- Cardelli, J. (2004). Reflexiones críticas sobre el concepto de Transposición Didáctica de Chevallard. *Cuadernos de Antropología Social* 19, 49-61.
- Carli, S. (2012). La Investigación en Educación en la Argentina. Recuperado de: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/Cuadernos/article/viewFile/685/648> [Consultado mayo de 2014]
- Carlino, P. (2003). Leer textos científicos y académicos en la educación superior: Obstáculos y bienvenidas a una cultura nueva. *Uni-pluri/versidad* 3(2), 17-23. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia. Recuperado de:

<https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/unip/article/viewFile/12289/11146> [Consultado noviembre de 2017]

----- (2004). El proceso de escritura académica: cuatro dificultades de la enseñanza universitaria. *Educere, Revista Venezolana de Educación*, 8(26), 321-327. Recuperado de:

[http://23118.psi.uba.ar/academica/cursos\\_actualizacion/recursos/carlino\\_cuatro.pdf](http://23118.psi.uba.ar/academica/cursos_actualizacion/recursos/carlino_cuatro.pdf)

----- (2005). *Escribir, leer y aprender en la universidad. Una introducción a la alfabetización académica*. Fondo de Cultura Económica: Buenos Aires, Argentina.

----- (2005). ¿Por qué no se completan las tesis en los posgrados? Obstáculos percibidos por maestrandos en curso y magistri exitosos. *Educere, Revista Venezolana de Educación*, 9 (30), 415-420. [Consultado noviembre de 2018]. Recuperado de:

[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-49102005000300020](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-49102005000300020)

Carranza M., Celaya, G., Herrera, J., y Carezzano F. (2004). Una forma de procesar la información en los textos científicos y su influencia en la comprensión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 6(1). <http://redie.uabc.mx/vol6no1/contenido-carranza.html> [Consultado enero de 2018]

Carretero, M. (1997) ¿Qué es el constructivismo? Desarrollo cognitivo y aprendizaje. En: Carretero, Mario. *Constructivismo y educación* , 39-71. Progreso: México.

Casadei Carniel, L., Cuicas Avila, M., Debel Chourio, E., y Alvarez Vargas, Z. (2008). La simulación como herramienta de aprendizaje en Física. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 8(2), 1-27.

Celman, S. (1998). ¿Es posible mejorar la evaluación y transformarla en herramienta de conocimiento? En: Camilloni, A., Celman, S., Litwin, E., y Palou de Maté, M. *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. Paidó: Buenos Aires

Celman, S., Bolsi, M., Barbach, N., y Bruno, G. (1999). *Prácticas Docentes y transformación curricular. Una investigación evaluativa*. Santa Fe, Argentina: Centro de publicaciones UNL.

- Celman, S., y Olmedo, V. (2011). Diálogos entre comunicación y evaluación: una perspectiva educativa. *Revista de Educación*, 2(2), 67-82. Recuperado de [https://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/r\\_educ/article/view/29/73](https://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/r_educ/article/view/29/73)
- Cerda, H. (1994). *La investigación total*. Santa Fe de Bogotá: Magisterio.
- Chadwick, C. B., y Rivera, N. (1991). *Concepto e importancia de la evaluación formativa. Evaluación formativa para el docente*. Barcelona: Paidós.
- Chaiklin, S., y Lave, J. (Comps.) (2001). *Estudiar las practicas. Perspectivas sobre actividad y contexto*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Chamizo, J. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, 7(1), 26-41.
- Claxton, G. (2001). *Aprender. El reto del aprendizaje continuo*. Barcelona: Editorial Paidós.
- Cole, M. (1996). From Moscow to the Fifth Dimension: An Exploration in Romantic Science. En M. Cole y J. V. Wertsch (Eds.), *Contemporary Implications of Vygotsky and Luria*, 21, 1995. Worcester (Massachusetts): Clark University Press; Heinz Werner Lecture Series.
- Cole, M., y Engeström, Y. (2001). Enfoque histórico-cultural de la cognición distribuida. En Salomon G. (comp.) *Cogniciones distribuidas. Consideraciones psicológicas y educativas* (pp. 23-74). Buenos Aires: Amorrortu.
- Coll, C. (1990). *Psicología y currículum. Una aproximación psicopedagógica a la elaboración del currículum escolar*. México: Paidós.
- (2010). Enseñar y aprender, construir y compartir: procesos de aprendizaje y ayuda educativa. En Coll, C. (Coord.). *Desarrollo, aprendizaje y enseñanza en la Educación Secundaria* (pp. 31- 56). Barcelona: Graó.
- Coll, C., y Solé, I. (1993). Los profesores y la concepción constructivista. En C. Coll, E. Martín, T. Mauri. et al., *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Graó, 7-23.
- Coll, C., Mauri, T., y Rochera, M. J. (2012). La práctica de evaluación como contexto para aprender a ser un aprendiz competente. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 16(1), 49-59. Disponible en: <https://www.ugr.es/~recfpro/rev161ART4.pdf>

- Coll, C., y Onrubia, J. (2001). Estrategias discursivas y recursos semióticos en la construcción de sistemas de significados compartidos entre profesor y alumnos, en: Construcción del conocimiento escolar y análisis del discurso en el aula. *Investigación en el aula*, 45, 21-31.
- Colombo, L., Cartolari, M., y Zambrano, J. (2014). Los lectores de textos intermedios: una ayuda clave en el proceso de las tesis. *Tercer Encuentro Nacional de Investigadores en Desarrollo Cognitivo y Educación*. CONICET y Universidad Nacional del Comahue, San Carlos de Bariloche.
- Concari, S., Pozzo, R., y Giorgi, S. (1999). Un estudio sobre el rozamiento en libros de física de nivel universitario. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 273-280.
- Concari, S. (2001). Las teorías y modelos en la explicación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias. *Revista Ciencia y Educación*, 7 (1), 85-94.
- Cordero, S., y Mordegli, C. (2007). Concepciones sobre energía de estudiantes de carreras universitarias no físicas. I Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Naturales. La Plata. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10915/16205> [Consultado agosto de 2018]
- Correia, J. J., y Ortigoza, L. (2015). O conceito de conservação de energia em livros didáticos: uma análise histórico-didática. *Revista Binacional Brasil Argentina (RBBA): diálogo entre as ciências*, 4, (2), 91-103.
- Costamagna, A. (2000). Problemas emergentes de la enseñanza universitaria actual. *Revista Aula Universitaria*, 3, 11-26. ISSN: 2362-3330. Recuperado de: <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/ojs/index.php/AulaUniversitaria/article/viewFile/965/1461>
- Culzoni, C., Kofman, H., Cámara, C., Lucero, P., y Pesa, J. (2012). Enseñanza de la Física mediada por tecnologías. Diseño con laboratorios remotos. *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería I*(1), 19-27.
- Culzoni, C., Lescano, A., Fornari, J., Buffa, L., Sosa, F., y Adrover, Y. (2016). Materiales educativos en formato digital para la enseñanza de Física I: perspectiva de alumnos y docentes. *Revista de Enseñanza de la Física*, 28 (No. Extra), 69-76.
- Daniels, H. (2003). *Vygotsky y la pedagogía*. Buenos Aires: Paidós.

- Davidov, V. (1988). *La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico*. Editorial Progreso, Moscú.
- De Alba, A. (coord). (1993). *El Currículum Universitario de cara al nuevo milenio*. México. UNAM. Universidad de Guadalajara. Secretaría de Desarrollo Social.
- De Alba, A. (1994). *Currículum: Crisis, Mito y Perspectivas*. Buenos Aires: Miño y Dávila Editores.
- Deci, E. L., Eghrari, H., Patrick, B. C., y Leone, D. R. (1994). Facilitating internalisation: The self-determination theory perspective. *Journal of Personality*, 62(1), 119-142.
- Delors, J. et al. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Santillana: Ediciones UNESCO.
- Dengler, R. (1995). Einstellungen zur Physik [Attitudes regarding physics]. *Naturwissenschaften im Unterricht-Physik*, 6(28), 25–29.
- De Miguel Díaz, M. (dir.) (2005). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Oviedo: Ediciones de la Universidad de Oviedo.
- De Vargas, E. (2006). La situación de enseñanza y aprendizaje como sistema de actividad: el alumno, el espacio de interacción y el profesor. *Revista Iberoamericana De Educación*, 39(4), 1-11. Recuperado de <https://rieoei.org/RIE/article/view/2560>
- Dezar, G. (2015). *Ingreso y permanencia en estudiantes de Licenciatura en Nutrición de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral. Estudio de la cohorte 2011*. Tesis de maestría en Docencia Universitaria, FHUC-UNL. Recuperado de: <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/tesis/handle/11185/822> [Consultado 26 de abril de 2017]
- Dezar, G., Ortigoza, L., y Odetti, H. (2015) Indicadores de desempeño académico: reflexiones a partir de la mirada del estudiante de Nutrición. *Debate Universitario* 6(49) ISSN (en línea) 2314 - 1530.
- Díaz, L. B., y Pandiella, S. B. (2015). Secuencia didáctica sobre energía con inclusión de REA, 6(12). México. ISSN 2007-2678.
- Díaz, M., Peio, A., Arias, J., Escudero, T., Rodríguez, S., y Vidal, G. J. (2002). Evaluación del Rendimiento Académico en la Enseñanza Superior. Comparación de resultados



entre alumnos procedentes de la LOGSE y del COU. *Revista de Investigación Educativa*, 2 (20), 357-383.

Díaz Barriga, A. (2011). Competencias en educación. Corrientes de pensamiento e implicaciones para el currículo y el trabajo en el aula. en *Revista Iberoamericana de Educación Superior (RIES)*, México, UNAM-IISUE/ *Universia*, II(5), 3-24, recuperado de: <http://ries.universia.net/index.php/ries/article/view/126>. [Consultado 16 de noviembre de 2018]

----- (2013). Currículo, escuelas de pensamiento y su expresión en la tensión entre saberes conceptuales y prácticos. *Currículo sem Fronteiras*, 13(3), 346-360.

Díaz-Barriga Arceo, F., y Hernández Rojas, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. Ed. Mc Graw Hill.

Díaz Barriga Arceo, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5(2). Recuperado de: <https://redie.uabc.mx/redie/article/viewFile/85/151>

----- (2005). Desarrollo del currículo e innovación: Modelos e investigación en los noventa. *Perfiles educativos*, 27(107), 57-84. México. ISSN 0185-2698

----- (2010). Los profesores ante las innovaciones curriculares. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1(1), 37-57.

Díaz Barriga Arceo, F., y Hernández Rojas, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. (3ra Ed). México: Editorial McGraw-Hill/Interamericana. ISBN: 6071502934.

Digión, L., Sosa, M., y Velázquez, I. (2006). Estrategias para la mediación pedagógica en ambientes de Educación a Distancia. Recuperado de: [www.utn.edu.ar/aprobedutec07/docs/171.doc](http://www.utn.edu.ar/aprobedutec07/docs/171.doc) [consultado setiembre 2011]

Didriksson Takayanagui, A. (2015). El Futuro Anterior. La universidad como sistema de producción de conocimientos, aprendizajes e innovación social, en Adrián Acosta Silva ... [et.al.]. *Los desafíos de la universidad pública en América Latina y el Caribe* (1ra. ed.). Ciudad Autónoma de Buenos Aires : CLACSO. Recuperado de: <http://biblioteca.clacso.edu.ar/gsd/collect/clacso/index/assoc/D10302.dir/Ensayo.pdf>



- Dirección General de Cultura y Educación. Buenos Aires (2009). Diseño Curricular para la Educación Secundaria, Ciclo Superior 4to año Introducción a la Física. Recuperado: [http://www.fmmeduccion.com.ar/Sisteduc/Buenosaires/Secundario/4to\\_Materias\\_comunes/4\\_introduccion\\_a\\_la\\_fisica.pdf](http://www.fmmeduccion.com.ar/Sisteduc/Buenosaires/Secundario/4to_Materias_comunes/4_introduccion_a_la_fisica.pdf)
- diSessa, A. (1993). Toward an epistemology of Physics. *Cognition and Instruction*, 10(2/3), 105-225.
- Doménech, J. L., Gil-Pérez, D., Gras, A., Guisasola, J., Martínez-Torregrosa, J., Salinas, J., Trumper, R., y Valdés, P. (2003). La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. *Cad.Bras.Ens.Fís.*, 20(3), 285-311.
- Doménech, J. L., Limiñana, R., y Menargues, A. (2013). La superficialidad en la enseñanza del concepto de energía: una causa del limitado aprendizaje alcanzado por los estudiantes de bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias* 31(3), 103-119.
- Dominguez, M. A., y Stipcich, M. S. (2010). Una propuesta didáctica para negociar significados acerca del concepto de energía. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, 7(1), 75-92.
- Donolo, D. S. (2009). Triangulación: Procedimiento incorporado a nuevas metodologías de investigación. *Revista Digital Universitaria*, 10(9), art. 53. ISSN: 1067-6079.
- Dreyfus, B. W. (2014). *Interdisciplinary reasoning about energy in an introductory physics course for the life sciences*. Tesis de Doctorado (Phd), Faculty of the Graduate School of the University of Maryland, College Park.
- Driver, R., y Warrington, L. (1985). Students' use of the principle of energy conservation in problem situation. *Physics Education*, 20, 171-176.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 109-120.
- Duarte, D. J. (2003). Ambientes de aprendizaje: una aproximación conceptual. *Estudios Pedagógicos*, (29), 97-113.
- Duit, R. (1981). Understanding Energy as a Conserved Quantity - Remarks on the Article by R. U. Sexl. *European Journal of Science Education*, 3 (3), 291-301.
- (1991). On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. *Science Education*, 75(6), 649-672.

- (2006). La investigación sobre enseñanza de las ciencias: un requisito imprescindible para mejorar la práctica educativa. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11 (30), 741-770.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning, *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
- Duit, R., Gropengießer, H., & Kattmann, U. (2005). Towards science education research that is relevant for improving practice: The model of educational reconstruction, en H.E. Fischer (ed.), *Developing standards in research on science education*, Londres: Taylor& Francis, pp. 1-9.
- Dumrauf, A. G. (2001). Esas otras cosas que se enseñan que no son física: Imágenes de ciencia y prácticas docentes en una experiencia universitaria de enseñanza de física. *Investigações em Ensino de Ciências*, 6(1), 57-78.
- Edelstein, G. (2002). Problematizar las prácticas de la enseñanza. *Perspectiva*, Florianópolis, 20(2), p.467-482.
- Edelstein, G. (2002). Problematizar las prácticas de la enseñanza. *Perspectiva*, 20(2), 467-482. doi:<https://doi.org/10.5007/%x>
- (2004). Problematizar el qué y el cómo en la relación de los docentes con el conocimiento. Un desafío prioritario en la formación de los docentes. En: Publicación de conferencias y paneles del 2do. Congreso Internacional de Educación, La Formación Docente: Evaluaciones y Nuevas Prácticas en el Debate Educativo Contemporáneo. Ediciones UNL. Santa Fe. Argentina.
- Edwards, K. (2004). The University in Europe and the US, en KING, R.: *The University in the Global Age*. Basingstoke, Palgrave: Macmillan
- Eisner, E. W. (1998). *El ojo ilustrado Indagación cualitativa y mejora de la práctica educativa*. (1ra. Ed.). Barcelona: Editorial Paidós.
- Elorza Perez-Tejada, H. (2008). *Estadística para las Ciencias Sociales, del Comportamiento y de la Salud*. (3ra. Ed) México: Cengage Learning Editores.
- Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki: Orienta-Konsultit.

- Engeström, Y. (1991). Non scolae sed vitae discimus: toward overcoming the encapsulation of school learning. *Learning and Instruction, 1*, 243-259.
- Engeström, Y. (1995). *Training for Change*. London: ILO
- Engeström, Y., & Cole, M. (1997). Situated cognition in search of an agenda. En D. Kirshner y J. A. Whitson (Eds.). *Situated cognition. Social, semiotic and psychological perspectives* (pp. 301-309). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Engeström, Y. (1999). Activity theory and individual and social transformation. En *Perspectives on activity theory*. Engeström, Y., Miettinen, R., Punamäki, R-L. (eds.). (19-38). Cambridge: Cambridge University Press.
- Engeström, Y. (2001). Los estudios evolutivos del trabajo como punto de referencia de la teoría de la actividad: el caso de la práctica médica de la asistencia básica. En *Estudiar las prácticas*. Chaiklin S. y Lave J.(comps). Buenos Aires: Amorrortu Ediciones.
- Escudero, C., González, S., y García, M. (1999). Resolución de problemas en el aula de física: un análisis del discurso de su enseñanza y su aprendizaje en nivel medio. *Investigações em Ensino de Ciências, 4*(3), 229-251.
- Escudero, C., González, S. B., y García, M. I. (2000). ¿Se tiene en cuenta algún criterio cuando se elaboran prácticos de problemas en física? *Revista de Enseñanza de la Física, 13*(2), 5-12..
- Escudero, C. (2009). Una mirada alternativa acerca del residuo cognitivo cuando se introducen nuevas tecnologías. El caso de la resolución de problemas en ciencias. Teoría de la Educación. *Educación y Cultura en la Sociedad de la Información, 10*(1), 2009, 272-292. Universidad de Salamanca. Salamanca, España. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=201018023014> [Consultado: 21 de agosto de 2017]
- Fachelli, S., y López-Roldán, P. (2017). Análisis del sistema universitario argentino. Una propuesta inicial de indicadores. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/record/171528> [Consultado: 31 de enero de 2019]
- Falicoff, C., Güemes, R., y Odetti, H. (2015). Competencia Científica: tipos extremos de sustancias. *The Journal of the Argentine Chemical Society. Anales de la Asociación Química Argentina*. AAQAE 095-196. January-December 2015, *102*(1-2).

- Fariñas León, G. (1999). Hacia un redescubrimiento de la Teoría del Aprendizaje. *Revista Cubana de Psicología*, 16 (3), 11-127.
- Fariñas León, G. (2004). *Maestro. Para una didáctica del Aprender a Aprender*. Cuba: Editorial Pueblo Educación.
- Feynman, R. (2012). *Seis piezas fáciles: La Física explicada por un genio*. Barcelona: Crítica.
- Fischer, H., y Horstendahl, M. (1997). Motivation and Learning Physics. *Research and Science Education*, 27(3), 411-424.
- Freeman, M. (2010). Vygotsky and the Virtual Classroom: Sociocultural Theory Comes to the Communications Classroom. *Christian Perspectives in Education*, 4 (1).
- Freire, P. (1988). *La educación como práctica de la libertad*. México: Siglo XXI Editores.
- Freire, P. (1994). *Cartas a quien pretende enseñar*. México DF: Siglo XXI Editores.
- Freire, P. (1997). *Pedagogía de la autonomía. Saberes necesarios para la práctica educativa*. México DF: Siglo XXI Editores.
- Gagliardi, R. (2008), *Gestión de la educación técnica-profesional: capacitación directiva para la formación de jóvenes autónomos*, Buenos Aires, Noveduc.
- Gallart, M. A. (1993). La integración de métodos y la metodología cualitativa. una reflexión desde la práctica de la investigación, en *Los Fundamentos de las Ciencias del Hombre*. Forni, F., Gallart, M. A., y Vasilachis, I. Centro Editor de América Latina.
- Gallego Quiceno, D. (2011). Recontextualización del principio de conservación de la energía a través de la teoría de sistemas. *Revista Científica*, 1(13), 84-88. <https://doi.org/10.14483/23448350.623>
- García, A. y Estany, A. (2010). Filosofía de las prácticas experimentales y enseñanza de las ciencias. *Praxis Filosófica*, (31), 7-24.
- García Barneto, A. y Gil Martín, R. (2006). Entornos constructivistas de aprendizaje basados en simulaciones informáticas - REEC: *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, ISSN 1579-1513, ( 5) 2.
- García, M., y Mateos Sanz, M. (2013). Las cuestiones de dominio intersujeto e intrasujeto en el contenido de las concepciones epistemológicas en docentes universitarios. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 31(3), 586-619.

- García-Carmona, A. (2006). Una propuesta de situaciones problemáticas en la enseñanza del principio de conservación de la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3 (3), 496-506.
- Gess-Newsome, J. (2001). Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education*, 3-17. Dordrecht: Kluwer.
- Giacosa, N. S., Giorgi, S. M. y Maidana, J. A. (2012). Circuitos de corriente continua RC en serie: Un análisis de textos universitarios y de otros recursos con incorporación de TIC. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 6(3), 449-465.
- Gil Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P., y Vilches, A. (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?* Santiago de Chile: Andros Impresores, UNESCO/Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. ISBN: 956-8302-37-9. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001390/139003S.pdf>
- Gil Pérez, D., y Valdés Castro, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 155-163.
- Gil, S. (2014). *Experimentos de Física: usando TIC's y elementos de bajo costo*. (1ra. Ed), Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Alfaomega. Grupo Editor Argentino.
- Gimeno, J., y Pérez gomez, A. (1985). *La enseñanza: Su teoría y su práctica*. Madrid: AKal.
- Gimeno Sacristán, J. (1991). *El curriculum: una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Ediciones Morata.
- Giordan, A. (2006), Aprender, un proceso esencialmente complejo, *Praxis Educativa*, (10), 10-12.
- Giorgi, S., Cámara, C., Marino, L., y Carreri, R. (2017). La complejidad de las simplificaciones en la enseñanza de la Mecánica en el ciclo inicial universitario: el caso del tratamiento de las poleas en libros de texto. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 34(2), 414-434. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2017v34n2p414>
- Giorgi, S., Pozzo, R., y Concari, S. (2005). Cuerpos en Movimiento: Un estudio de investigaciones publicadas y de las representaciones de los estudiantes universitarios. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, XVI (31), 199-218.

- Godino, J. D. (2014). Indicadores de idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Conferencia presentada en Ciclo de conferencias en Educación Matemática de Gemad*. Bogotá.
- Goetz, J., y Le Compte, M. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Ediciones Morata.
- Goldberg, F., y Bendall, S. (1995). Making the invisible visible: a teaching/learning environment that builds on a new view of the physics learner. *Am. J. Phys.*, 63(11), 978-991.
- Gorostiaga, J., Arias, M. F., Lastra, K., Frank Italia, P., y Cambours de Donini, A. M. (2012). El acceso a la universidad en la Argentina y los dilemas de las políticas institucionales. Ponencia presentada en el *Second ISA Forum of Sociology*, Buenos Aires, agosto 2012, Argentina.
- Granados-Romero J., López-Fernández R., Avello-Martínez R., Luna-Álvarez D., Luna-Álvarez E., y Luna-Álvarez W. (2014). Las tecnologías de la información y las comunicaciones, las del aprendizaje y del conocimiento y las tecnologías para el empoderamiento y la participación como instrumentos de apoyo al docente de la universidad del siglo XXI. *MediSur*, 12 (1), 289-294. [consultado 14 Nov 2017]. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=180032233017>
- Greca, I., y Moreira, M. (1998). Modelos mentales y aprendizaje de física en electricidad y magnetismo. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 289-303. <<https://ddd.uab.cat/record/1400>> [Consultado 31 agosto 2018].
- Grimellini-Tomasini, N., Pacca, J. L. A., Pecoribalandi, B., y Villani, A. (1993). Understanding Conservation Laws In Mechanics: Students' Conceptual Change in Learning about Collisions. *Science Education*, 77 (2), 169-189.
- Grossman, P. (1990). *The making of a teacher*. New York: Teachers College Press.
- Guisasola, J., Garmendia, M., Montero, A., y Barragués, J. I. (2012). Una propuesta de utilización de los resultados de la investigación didáctica en la enseñanza de la física. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(1), 061-072.
- Gvirtz, S., y Camou, A. (coords.). (2009). *La Universidad Argentina en Discusión. Sistemas de ingreso, financiamiento, evaluación de la calidad y relación universidad-Estado*. Buenos Aires: Granica.

- Hativa, N. (2000). Teacher thinking, belief and knowledge in higher education: an introduction, en *Instructional Science*, 28(5), Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 331-334.
- Hativa, N. (2000). *Teaching for Effective Learning in Higher Education*. Dordrecht/Boston/London, Kluwer Academic Publishers.
- Hativa, N., y Goodyear, P. (Eds). (2003). *Teacher Thinking, Beliefs and Knowledge in Higher Education*. Amsterdam: Kluwer.
- Hendricks, C. (2001). Teaching causal reasoning through cognitive apprenticeship: What are results from situated learning? *The Journal of Educational Research*, 94(5), 302-311.
- Herrán, A. de la (2011). Técnicas didácticas para una enseñanza más formativa. En N. Álvarez Aguilar y R. Cardoso Pérez (Coords.), *Estrategias y metodologías para la formación del estudiante en la actualidad*. Camagüey (Cuba): Universidad de Camagüey (ISBN: 978-959-16-1404-9)
- Herrera Cabello, F., y Corullon Paredes, A. (1987). Experiencia de laboratorio no estructurado en la universidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), 145-148.
- Ibáñez-Martín, J. (2001). El profesorado de Universidad del Tercer Milenio. El nuevo horizonte de sus funciones y responsabilidades, *Revista Española de Pedagogía* 59(220), 441-466.
- Imbernón, F. (Ed.) (2007). *La investigación educativa como herramienta de formación del profesorado: Reflexión y experiencias de investigación educativa*. Barcelona: Editorial Graó.
- Iparraguirre, L. M., De Longhi, A. L., Jauregui-alzo de Ruibal, M. S., Genero de Labonia, M., y Bongiovani, S. P. (1998). Planteo de una propuesta de coordinación de contenidos de física y biología para la enseñanza de la física en el nivel medio. *Revista de Enseñanza de la Física*, 11(1), 39-51.
- Islas, S., y Pesa, M. (2003). ¿Qué rol asignan los profesores de física de nivel medio a los modelos científicos y a las actividades de modelado? *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (nro. Extra), 57-66. [Consultado 31 agosto 2018]. Disponible en: [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2003v21nEXTRA/edlc\\_a2003v21nEXTRAp57.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2003v21nEXTRA/edlc_a2003v21nEXTRAp57.pdf)
- Islas, S., Sgro, M., y Pesa, M. (2009). La argumentación en la comunidad científica y en la formación de profesores de física. *Ciência & Educação*, 15(2), 291-304.



- Izquierdo, M., y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de prácticas escolares de ciencias experimentales, *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 45-60.
- Izquierdo, M. (2005). Estructuras retóricas de los libros de ciencias. *TARBIYA, Revista de Investigación e Innovación Educativa*, (36), 11-35.
- Izquierdo, M., Márquez, C., y Gouvêa, G. (2006). La función retórica de las narraciones experimentales en los libros de ciencias. Presentación de una pauta de análisis. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação 27 em Ciências*, 6(2), 1-14.
- Jaime, E. A., y Escudero, C. (2011). El trabajo experimental como posible generador de conocimiento en enseñanza de la física. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), 371–380.
- Johnson, B., y Turner, L. A. (2003). Data collection strategies in mixed methods. En Tashkkori, A. y Teddlie, C. (Eds.), *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*, 297-320. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Kofman, H. (2000). Modelos y Simulaciones Computacionales en la Enseñanza de la Física. [Versión electrónica]. *Revista Educación en Física*, 6, 13-22.
- Kofman, H., y Concari, S. (2000). Dificultades conceptuales con la Ley de Ampère: análisis bibliográfico y simulación como propuesta. Actas del V Simposio de Investigadores en Educación en Física. Santa Fe, Argentina.
- Kofman, H., Tozzi, E., y Lucero, P. (2000). La Unidad Experimento – Simulación en la Enseñanza Informatizada de la Física. *Revista de Enseñanza y Tecnología – Mayo - Agosto*
- Kofman, H., y Cámara, C. (2004). Limitaciones del modelo físico idealizado: La simulación computacional como propuesta didáctica. Lehrke, M., Hoffmann, L., y Gardner, P. L. (1985). *Interest in science and technology education*. Kiel: IPN.
- Kofman, H. (2005). Realidad y virtualidad en la enseñanza de la Física con NTICs. Un enfoque desde la perspectiva de la educación integral. Conferencia en I Congreso en Tecnologías de la Información y Comunicación en la Enseñanza de las Ciencias, 383-391. Red de Universidades con Carreras en Informática (RedUNCI).
- Kohler Herrera, J. (2005). Importancia de las estrategias de enseñanza y el plan curricular. *Liberabit. Revista de Psicología*, 10-11 , 25-34.



- Lehrke, M., Hoffmann, L., y Gardner, P. L. (Eds.). (1985). *Interests in science and technology education*. Kiel, Germany: Institute for Science Education.
- Lehrke, M. (1988). *Interesse und Desinteresse am naturwissenschaftlich-technischen Unterricht*. Kiel: IPN.
- Lemke, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.
- Leonard, W. J., Gerace, W. J., y Dufresne, R. J. (2002). Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 387-400.
- Leontiev, A. (1978). *Actividad, conciencia y personalidad*. Buenos Aires: Ciencias del Hombre.
- Ley de Educación Nacional (LEN) 26.206/06. Recuperado de: [http://www.me.gov.ar/doc\\_pdf/ley\\_de\\_educ\\_nac.pdf](http://www.me.gov.ar/doc_pdf/ley_de_educ_nac.pdf)
- Leysink, J. (2002). Productive Confusion in the Laboratory, *Science Education International*, 13 (1), 8-10.
- Litwin, E. (2008). *El oficio de enseñar. Condiciones y contextos*. Buenos Aires: Paidós.
- Lorenzo, M. G., Garritz, A., y Daza-Rosales, S. (eds.) (2014). *Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva Iberoamericana*. Saarbrücken, Alemania: Editorial Académica Española.
- Llovera-González, J. J. (2002). Base orientadora de la acción para la determinación de contenidos invariantes y células generatrices. Memorias del V Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física en Ingeniería (EFING` 2002) La Habana, 2002.
- (2006). Aprendizaje de la Física por Invariantes. *Memorias de la III Conferencia Internacional sobre Educación Superior, UNIVERSIDAD 2006, La Habana*.
- (2006). Física por invariantes. Una propuesta didáctica para elevar la calidad del aprendizaje de la física para ingenieros. Memorias del VI Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física en Ingeniería (EFING 2006), La Habana. ISBN 959-261-248-X

- (2008). Física por Invariantes, implementación y resultados de un experimento didáctico para elevar la calidad del aprendizaje de la Física en las Ciencias Técnicas Memorias del 6to. *Congreso Internacional de Educación Superior Universidad 2008*, La Habana.
- (2010). Evaluación de la solidez en el aprendizaje de la física por invariantes en estudiantes de ingeniería química. *Memorias del 7mo. Congreso Internacional de Educación Superior, La Habana, febrero 2010*. ISBN: 978-959-16-1164-2.
- (2010) El modelo estándar como célula generatriz y contexto sistematizador de contenidos en el curso de Física General *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 4 (2). México.
- (2013). Evaluación de la solidez en el aprendizaje de la Física por invariantes en estudiantes de Ingeniería Química (Avaliação da solidez na aprendizagem da Física por invariantes em estudantes de Engenharia Química). *Revista Binacional Brasil-Argentina: Diálogo entre as ciências*, 2(2), 139-159. Consultado de <http://periodicos2.uesb.br/index.php/rbba/article/view/1378>
- Llovera-González, J. J., Espinosa T., y Moreno, Y. (2012). La articulación como proceso continuo en el aprendizaje de la física, Memorias del *VIII Congreso Internacional de Educación Superior*, Palacio de las Convenciones, La Habana. ISBN 978-959-1614-34-6.
- López Velásquez, A., Duarte Duarte, J., Flórez Ríos, J., y Taborda, C. (2010). Espacio Iberoamericano del Conocimiento El vínculo universidad-egresado: una acción socialmente responsable. *Congreso Iberoamericano de Educación Superior*, Buenos Aires, Argentina.
- Lorenzo, M. G. (2017). Enseñar y aprender ciencias. Nuevos escenarios para la interacción entre docentes y estudiantes. *Educación y Educadores*, 20(2), 249-263. DOI: 10.5294/edu.2017.20.2.5
- Lozano, R. (2011). De las TIC a las TAC: tecnologías del aprendizaje y del conocimiento. *Anuario ThinkEPI*, 5, 45-47.

- Lucarelli, E. (2003). *El eje teoría práctica en cátedras universitarias innovadoras, su incidencia dinamizadora en la estructura didáctico-curricular*. Tesis doctoral. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina.
- Lucci, M. A. (2006). La propuesta de Vygotsky: La psicología socio-histórica. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 10(2), 11-21.
- Lucero, I., y Concari, S. (2001). Los problemas cualitativos en las clases prácticas de óptica: una propuesta.[sa].
- Lucero, I., Concari, S., y Pozzo, R. (2006). El análisis cualitativo en la resolución de problemas de física y su influencia en el aprendizaje significativo. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11(1), 85-96.
- Mansilla, C., Schpschuk, P., y Cámara, C. (2015). Uso de un laboratorio remoto en el cursado de física en carreras de ingeniería. *Revista de Enseñanza de la Física*. 27, (No. Extra), 313-321.
- Marchesi, A. (2002). Del lenguaje de la deficiencia a la escuela inclusiva, en A. Marchesi, C. Coll y J. Palacios (comps.), *Desarrollo psicológico y educación. Trastornos del desarrollo y necesidades educativas especiales*. Madrid, Alianza, 24-44.
- Martínez, M. (2006). La investigación cualitativa (síntesis conceptual). *Revista de Investigación en Psicología*, 9(1), 123-146.
- Martínez Pons, J. (2000). Un problema planteado como actividad de investigación: estudio de las posibles trayectorias para el lanzamiento efectivo de un tiro libre de baloncesto. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(1), 131-140.
- Mazzitelli, C., y Aparicio, M. (2007). Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Estrategias para la identificación de procesos cognitivos y de estructuras conceptuales que interfieren en el aprendizaje. Editorial de la Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes – UNSJ.
- Mc Dermott, L. C., Rosenquist, M. L., y Van Zee, E. H. (1987). Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics. *Am. J. of Phys.*, 55(6), 503- 513.
- Mc Dermott, L. C. (1997). Bridging the gap between teaching and learning: The role of research, en Redish, E. F. y Rigden, J. S. (eds.). *The Changing Role of Physics*

- Departments in Modern Universities*, (139-166). Proceedings of International Conference on Undergraduate Physics Education. Woodbury, AIP.
- Mendoza, A., Acevedo, D., y Tejada, C. (2016). Teoría de la Formación por Etapas de las Acciones Mentales (TFEAM) en la Enseñanza y Aprendizaje del Concepto de Valencia Química. *Formación Universitaria*, 9 (1), 71-76.
- Meirieu, P. (1992). *Aprender, sí, pero ¿cómo?* España: Ediciones Octaedro S.L.
- (2006). El significado de educar en un mundo sin referencias. Conferencia llevada a cabo en Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación. Recuperado de: [http://www.me.gov.ar/curriform/publica/meirieu\\_final.pdf](http://www.me.gov.ar/curriform/publica/meirieu_final.pdf)
- Meoli, J. J., Martínez, D. E., y Concari, S. B. (2014). Intervenciones transversales basadas en situaciones problemas. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 8(3), 469-474.
- Milicic, B. (2000). Una aproximación a la caracterización de los profesores de Física de nivel universitario. Departamento de Didáctica y Organización Escolar, Universidad de Valencia.
- (2005). *La cultura profesional como condicionante de la adaptación de los profesores de física universitaria a la enseñanza*. Tesis doctoral. Departamento de Didáctica y Organización Escolar, Valencia, Universidad de Valencia. Recuperado de: <http://www.tdx.cesca.es/TDX-0613105-182151/>
- Milicic, B., Utges, G., Salinas, B., y Sanjosé, V. (2008). Transposición didáctica y dilemas de los profesores en la enseñanza de física para no físicos. *Investigacoes em Ensino de Ciencias*, 13(1), 7-33.
- Ministerio de Educación Provincia de Santa Fe (2016). *Núcleos Interdisciplinarios de Contenidos (NIC). La Educación en acontecimientos*. Documento de desarrollo curricular para la educación primaria y secundaria. Santa Fe, Argentina.
- Monereo, C., y Pozo, J. I. (2003). *La Universidad ante la nueva cultura educativa. Enseñar y aprender para la autonomía*. Madrid: Síntesis.
- Monereo, C. (2009). La autenticidad de la evaluación en Castelló, M. (Coord) (2009). *La evaluación auténtica en enseñanza secundaria y universitaria*, Barcelona, Edebé, Innova universitas.

- Mondéjar, J., Mondéjar, J. A., y Vargas, M. (2006). Implantación de la metodología e-learning en la docencia universitaria: una experiencia a través del proyecto Campus Virtual, *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 5(1), 59-71.
- Montero Mesa, L. (1990): Comportamientos del profesor y resultados del aprendizaje: Análisis de algunas relaciones, en C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi (Compls.): *Desarrollo psicológico y educación. Vol. II: Psicología de la Educación*. Madrid: Alianza, 249-271.
- Montico, S. (2004). La motivación en el aula universitaria: ¿una necesidad pedagógica? *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 15(29), 105-112.
- Mora Penagos, W., y Parga Lozano, D. (2014). *Aportes al CDC desde el pensamiento complejo en Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva Iberoamericana*. Saarbrücken, Alemania: Editorial Académica Española.
- Moreira, M. A. (2010). Investigación Básica y Aplicada en enseñanza de las ciencias: Una visión personal Memorias del *III Encuentro Internacional sobre Investigación en Enseñanza en Ciencias* – Burgos, España.
- (2012). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? *Revista Currículum*, 25, 29-56. ISSN: 1130-5371
- (2012). Unidades de enseñanza potencialmente significativas-UEPS, Instituto de Física da UFRGS, Porto Alegre. 22. <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSesp.pdf>
- (2014). Enseñanza de la física: aprendizaje significativo, aprendizaje mecánico y criticidad. *Revista de Enseñanza de la Física*, 26(1), 45-52.
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura: París, Francia.
- Novak, J., y Gowin, D. (1988). *Aprendiendo a Aprender*. Barcelona: Ediciones Martínez Roca.
- Novak, J. D. (2013). Empowering Learners and Educators. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, 4 (1), 14 – 24.
- Obaya, V., y Martinez, H. (2002). El curriculum flexible. UNAM. México. *ContactoS* (46), 54-58.

- Okuda Benavides, M., y Gómez-Restrepo, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, XXXIV (1), 118-124.
- Olofsson, A., y Lindberg, J. (2012). *Informed Design of Educational. Technologies in Higher Education: Enhanced Learning and Teaching*. Hershey, PA: Information Science Reference.
- Olsen, W. (2004). Triangulation in Social Research: Qualitative and Quantitative Methods Can Really be Mixed. En M. Holborn, *Development in Sociology*. Londres: Causeway Press.
- Onrubia, J.; Bustos, A.; Engel, A., y Segués, T. (2006). Usos de una herramienta de comunicación asíncrona para la innovación docente en contextos universitarios, comunicación presentada en el Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación, CIDUI 2006. Barcelona, 5 al 7 de julio de 2006.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). (2006). La definición y selección de competencias clave. Resumen ejecutivo, en *Las competencias clave para el bienestar personal, económico y social* (1ra Ed. en español)
- Ortigoza, L. (2012). *Los Casos en la Evaluación. Posibilidades, límites y controversias...* Editorial Académica Española para LAP LAMBERT Academic Publishing GMBH& co. KG, Germany. ISBN: 978-3-8484-6911-6.
- Ortigoza, L., Contini, L., y Lessa de Oliveira, M. (2016). Actividades en laboratorios de enseñanza de física: percepciones de estudiantes de brasil y argentina: tema de reflexión docente. *Revista Inter Ação*, 41(3), 651-670. doi:<https://doi.org/10.5216/ia.v41i3.41900>
- Ortigoza, L., Llovera-González, J., y Odetti, H. (2011). La conservación de la energía como eje de enseñanza de Física. Desde el análisis diagnóstico hacia la propuesta educativa *Latin American Journal of Physics Education* 5(4), 839-847.
- Ortigoza, L., Odetti, H., y Llovera-González, J. (2012). Entornos virtuales de aprendizaje y autogestión del conocimiento. El caso de Física de Licenciatura en Nutrición, Universidad Nacional del Litoral, Argentina. *Revista Aula Universitaria* (14), 111-122.

- Otero, M. R.; Moreira, M. A., y Greca, I. M. (2002). El uso de imágenes en textos de física para la enseñanza secundaria y universitaria. *Investigações em Ensino de Ciências* 7(2), 127-154.
- Otero, J., y Caldeira, M. (2005). La comprensión de los libros de texto de ciencias, *TARBIYA, Revista de Investigación e Innovación Educativa*, (36), 5-8.
- Pantoja, G., Moreira, M., y Herscovitz, V. (2013). La enseñanza de conceptos fundamentales de Mecánica Cuántica a alumnos de graduación en Física. *REIEC*, 9 (1), 22-39.
- Parra Acosta, H., Tobón, S., y López Loya, J. (2015). Docencia socioformativa y desempeño académico en la educación superior. *Paradigma*, 36(1), 42-55.
- Paulini, R., y Dezar, G. V. (2016). Licenciatura en Nutrición de la Universidad Nacional del Litoral: la mirada de sus graduados recientes. *Revista Aula Universitaria* 18, 114-126.
- Pérez de Landazábal, M. C., Favieres, A., Manrique, M. J., y Varela, M. P. (1995). La energía como diseño curricular de la física. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 55-65.
- Pérez-Landazábal, M.C., y Varela-Nieto, M. P. (2006). Una propuesta para desarrollar en el alumno de secundaria una visión unificada de la física a partir de la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(2), 237-250.
- Pérez Murugó, M., Marbà Tallada, A, e Izquierdo, M. (2016). ¿Cómo se conceptualiza la energía en las unidades didácticas de biología? *Enseñanza de las ciencias*, 34(1), 73-90. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/enseciencias.1292>
- Perkins, D., y Blythe, T. (1994). Putting Understanding up-front. *Educational Leadership*, (51), 4-7.
- Perkins, D. (1995). *La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*. Barcelona: Gedisa.
- Perkins, K., Moore, E., Podolefsky, N., Lancaster, K., y Denison, C. (2012). Towards researchbased strategies for using PhET simulations in middle school physical science classes. AIP Conference Proceedings, 1413, 295-298. <https://doi.org/10.1063/1.3680053>
- Perrotta, M. T., Dima, G., Capuano, V. C., Botta, I. L., Follari, B, de la Fuente, A. M., y Gutiérrez, E. E. (2009). La Energía. Planificación, aplicación y evaluación de una

- Estrategia Didáctica para un curso universitario de Física Básica en carreras de Ciencias Naturales. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 3 (2), 350-360.
- Perrotta, M. T., Follari, B. R., Dima, G. N., y Gutiérrez, E. E. (2010). La energía y su conservación. Aplicación en una situación problemática. *Cad. Bras. Ens. Fis.*, 27(3), 515-527.
- Pinelo, F. (2008). Estilos de enseñanza de los profesores de la carrera de Psicología, *REMO*, 5(13), 17-24.
- Plan de Estudios Carrera de Licenciatura en Nutrición FBCB-UNL. Recuperado de: [http://www.fccb.unl.edu.ar/archivos/carreras/63b786\\_plan\\_de\\_estudios\\_licenciatura\\_en\\_nutrici\\_n.pdf](http://www.fccb.unl.edu.ar/archivos/carreras/63b786_plan_de_estudios_licenciatura_en_nutrici_n.pdf) [Consultado Set. 2011].
- Pozo, J. I. (1997). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Quinta edición. Madrid: Ediciones Morata, S. L.
- Pozo, J. I., y Monereo, C. (coords.) (2000). *El aprendizaje estratégico*. Aula XXI. Madrid: Santillana.
- Pozo, J. I. (2001). Los múltiples significados del constructivismo. *Aula de innovación educativa*, 102, 68. ISSN 1131-995X.
- (2002). La adquisición de conocimiento científico como un proceso de cambio representacional. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(3), 245-270.
- Pozo, J. I., y Gómez Crespo, M. (2006). *Aprender y Enseñar Ciencia. Del Conocimiento Cotidiano al Conocimiento Científico*. (5ta. Ed.), Madrid: Editorial Morata.
- Pozo, J. I., y Rodrigo, M. J. (2001) Del cambio de contenido al cambio representacional en el conocimiento conceptual. *Infancia y Aprendizaje*, 24(4), 407-423.
- Pozo, J. I., y Pérez Echeverría, M. (coords) (2009) *Psicología del aprendizaje universitario. La formación en competencias*. Madrid: Ediciones Morata.
- Proyecto de Creación de la carrera de Licenciatura en Nutrición FBCB-UNL. Resolución Ministerial N° 0752/2004, UNL, Argentina. [Consultado setiembre de 2011].  
Recuperado de:  
[www.fccb.unl.edu.ar/.../639ad6\\_plan\\_licenciatura\\_en\\_nutrici\\_n\\_versi\\_n](http://www.fccb.unl.edu.ar/.../639ad6_plan_licenciatura_en_nutrici_n_versi_n)



- Quintana, A., y Llovera-González, J. J. (2009). La construcción del conocimiento como proceso activo en la enseñanza. *Latin American Journal of Physics Education*. 3(1), 153-157.
- Ramírez, J., Juárez, M., y Remesal, A. (2012). Teoría de la actividad y diseño de cursos virtuales: la enseñanza de matemáticas discretas en Ciencias de la Computación. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 9 (1), 130-149.
- Ramírez Plasencia, D., y Chávez Aceves, L. (2012). El concepto de mediación en la comunidad del conocimiento. *Sinéctica*, (39), 1-16. [Consultado 31 de enero de 2018] Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-109X2012000200004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-109X2012000200004&lng=es&tlng=es).
- Ramos Serpa, G., y López Falcón, A. (2015). La formación de conceptos: una comparación entre los enfoques cognitivista y histórico-cultural. *Educ. Pesqui.*, São Paulo, 41(3), 615-628.
- Resolución N° 752/2004 Licenciatura. Argentina, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Ministro (Filmus). [Consultado agosto de 2015]. Recuperado de: <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/normas/10655.pdf>
- Resolución 2630/ 2014. Diseño Curricular. Educación Secundaria Orientada Provincia de Santa Fe. Recuperado de: [https://www.santafe.gov.ar/index.php/educacion/guia/get\\_tree\\_by\\_node?node\\_id=174016](https://www.santafe.gov.ar/index.php/educacion/guia/get_tree_by_node?node_id=174016) [Consultado setiembre de 2015].
- Rodríguez Arocho, W. (2009). Número especial dedicado al pensamiento de Vygotsky y su influencia en la educación. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 9 , 1-12.
- Rodríguez Arocho, W. C. (2010). El enfoque histórico cultural como marco conceptual para la investigación educativa. *Paradigma*, 31(1), 33 - 61.
- Rodríguez-Calvo, M. (2011). Estrategias Metodológicas que se pueden aplicar en las Giras y Prácticas de Campo en Educación Superior a Distancia. *Revista Calidad en la Educación Superior*. 2(2), 86 – 102.
- Rodríguez, D., Mena, D., y Rubio, C. (2009). Uso de software de simulación en la enseñanza de la Física. Una aplicación en la carrera de Ingeniería Química. *Tecnología, Ciencia, Educación*, 24 (2), 127-136.

- Rodríguez, S., Fita, S., y Torrado, M. (2004). El rendimiento académico en la transición secundaria-universidad. *Revista de Educación. Temas actuales de enseñanza*, 334, 391-414.
- Rodríguez Izquierdo, R. (2010). El impacto de las TIC en la transformación de la enseñanza universitaria: repensar los modelos de enseñanza y aprendizaje. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 11 (1), 32-68.
- (2011). Repensar la relación entre las TIC y la enseñanza universitaria: problemas y soluciones. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 15 (1), 9-22. Recuperado de <http://www.ugr.es/~recfpro/rev151ART1.pdf>
- Rodríguez-Llerena, A. D., y Llovera-González, J. J. (2010). Estudio comparativo de las potencialidades didácticas de las simulaciones virtuales y de los experimentos reales en la enseñanza de la Física General para estudiantes universitarios de ciencias técnicas. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 4(1).
- Rodríguez-Llerena, A. D. (2014). Estrategias de enseñanza para un aprendizaje significativo en la Física Experimental. *Revista Cubana de Física* 31(2 E), E62-E66.
- Rodríguez-Llerena, A. D., y Llovera-González, J. J. (2014). Estrategia didáctica para un aprendizaje sólido en el laboratorio docente de Física, *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 8(4),76-85.
- Rodríguez Palmero, M. L. (2004) La teoría del aprendizaje significativo. Proc. of the First Conference on Concepts Mapping. Pamplona.
- Rosenthal, E. (1995). Zur Motivation und Interesse für das Fach Physik [Motivation and interest in physics classes]. *Physik in der Schule*, 33(10), 343-345.
- Roth, W. M. (2002). Aprender ciencias en y para la comunidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 195-208.
- Ruiz, C. (2002). Mediación de estrategias metacognitivas en tareas divergentes y transferencia recíproca. *Investigación y Posgrado*, 17(2), 53-82.
- Ruíz-Mendoza, J., y Ramírez, M. (2015). Vinculo de la teoría con la práctica para la comprensión de la Óptica Geométrica en el Nivel Superior en las escuelas de Ingeniería de la UANL a partir del Modelo por Competencias. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 32(2), 498-516.

- Sagástegui, D. (2004). Una apuesta por la cultura: el aprendizaje situado. *Sinéctica, Revista Electrónica de Educación* (24), 30-39.
- Salas-Madriz, F. (2016). Aportes del modelo de Yrjö Engeström al desarrollo teórico de la docencia universitaria. *Revista Educación*, 40(2), 1-22.
- Sanjurjo, L. (2004). La construcción del conocimiento profesional docente. En La Formación docente. Publicación de Conferencias y Paneles del 2do. Congreso Internacional de Educación, 121-129. Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral.
- Shavelson, R. J., McDonnell L., y Oakes, J. Eds. (1989). *Indicators for Monitoring Mathematics and Science Education. A Sourcebook*. Santa Monica, Ca. Rand Corporation.
- Schön, D. (2011). Una práctica profesional reflexiva en la Universidad. *Compás Empresarial*. 3(5), ISSN N° 2075-8952.
- Schwab, J. (1969). *The practical: a lenguaje for curriculum*. Washington: National Education Association.
- Sebastiá, J. (1987). ¿Qué se pretende en los Laboratorios de Física Universitaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 5(3), 196-204.
- Serrano, J. M., y Pons, R. M. (2011). El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(1). Recuperado de: <http://redie.uabc.mx/vol13no1/contenido-serranopons.html> [Consultado enero de 2018].
- Shulman, L. S. (1986): Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza: Una perspectiva contemporánea, en Wittrock. M.C. (1989): *La investigación de la enseñanza, I: Enfoques, teorías y métodos*. Barcelona: Paidós/MEC, 8-90.
- (2000). From Minsk to Pinsk: why a scholarship of teaching and learning? Annual Meeting of the AAHE (American Association for Higher Education). Anaheim, CA.
- (2005). Conocimiento y Enseñanza: fundamentos de la nueva reforma, *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2), Universidad de Granada, Granada, España. (ISSN 1138-414X). Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56790202> [Consultado junio de 2017].

- Sirvent, M. T. (2005). *El Proceso de Investigación*. (2da. edición -revisada, 2005). Investigación y Estadística I Cuadernos de la Oficina de Publicaciones de la Facultad de Filosofía y Letras (Opfyl). Buenos Aires. Argentina.
- Solbes, J., y Tarín, F. (1998). Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 387-397.
- Solbes, J., y Tarín, F. (2004). La conservación de la energía: un principio de toda la Física. una propuesta y unos resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 186-194.
- Solbes, J., y Tarín, F. (2008). Generalizando el concepto de energía y su conservación. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (22), 155-180. ISSN 0214-4379.
- Solbes, J., y Torres, N. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (26), 247-269. ISSN 0214-4379.
- Solar, M. I. (2006). Educación Creativa como demanda social en la formación de profesores del Siglo XXI Universidad de Concepción, Facultad de Educación, Chile: Revista *Recre@rte* 6. ISSN: 1699-1834, Recuperado de: <http://www.iacat.com/Revista/recrearte06.htm>
- Solomon, J. (1985). Teaching the conservation of energy. *Physics Education*, 20, 165-170.
- Steiman, J. L. (2004). ¿Qué debatimos hoy en la didáctica? Las prácticas de enseñanza en la educación superior, *Serie Cuadernos de Cátedra, Jorge Baudino-UNSAM*, Buenos Aires.
- Stenhouse, L. (1985) *Investigación y desarrollo del currículum*, pp. 194-221. Morata: Madrid.
- Talízina, N. F. (1988). *Psicología de la Enseñanza*. Editorial MIR: Moscú.
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (Eds.). (2003). *The handbook of Mixed Methods in social and behavioral research* (1ra. Ed.). California: Sage publication, Inc.
- Tobón, S. (2013). *Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación* (4ta. Ed.). Bogotá: ECOE.
- Treagust, D., Kuo, Y., Won, M., Siddiqui, S., & Zadnik, M. (2012). How well do first year university students learn to use multiple representations of physics concepts for understanding and problem solving?, in Tasar, M. Fatih (ed), *The Role of Context*,

*Culture, and Representations in Physics Teaching and Learning*, World Conference on Physics Education, (WCPE). Estambul, Turquía.

- Trumper, R. (1990a). Energy and constructivist way of teaching. *Physics Education*, 25, 208-212.
- (1990b). Being constructive: an alternative approach to the teaching of the energy concept - part one. *International Journal of Science Education*, 12, 343-354.
- (1991). Being constructive, an alternative approach to the teaching of the energy concept, part two. *International Journal of Science Education*, 13(1), 1-10.
- (1993). Children's energy concepts: a cross-age study. *International Journal of Science Education*, 15(2), 139-148.
- Trumper, R., y Gorsky, P. (1993). Learning about Energy: The Influence of Alternative Frameworks, Cognitive Levels and Closed-Mindedness. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (7), 637-648.
- Tuning América Latina (2007). *Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina*. Informe final Proyecto Tuning 2004-2007. Publicaciones de la Universidad de Deusto: Bilbao.
- UIT- UNESCO. (2004). Cumbre mundial sobre la sociedad de la información. Plan de acción. Ginebra. [Consultado 13 de junio de 2010]. Recuperado de: <http://www.itu.int/wsis/docs/geneva/official/poa-es.html>,2004.
- UNESCO (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento. Informe mundial de la UNESCO*. París: Ediciones UNESCO.
- Universidad de Buenos Aires. (1995). Acuerdo de gobierno para la reforma de la Universidad de Buenos Aires. U.B.A. Buenos Aires. Argentina.
- Universidad Nacional del Litoral. Plan de Desarrollo Institucional 2010-2019. *Líneas de Orientación Principales II: Calidad en enseñanza, investigación y extensión*. Santa Fe, 2010.
- Uribe Tirado, A. (2012). El aprendizaje y la enseñanza de competencias informacionales: dos sistemas interconectados desde la teoría de la actividad y los modelos de comportamiento informacional. *Revista Pensando Psicología*, 8(15), 74-92.

- Vallaey, F., de la Cruz, C., y Sasia, P. (2009), *Responsabilidad social universitaria: manual de primeros pasos. Construyendo ciudadanía en universidades responsables*. México: McGraw Hill.
- Vallaey, F. (2014). La responsabilidad social universitaria: un nuevo modelo universitario contra la mercantilización. *Revista Iberoamericana de Educación Superior (ries), México, unam-iisue/Universia*, 5(12), 105-117. [consultado 03 de Febrero de 2018]. Recuperado de: <http://ries.universia.net/index.php/ries/article/view/439>
- Valles, M. (1999). *Técnicas cualitativas de Investigación Social*. Madrid: Síntesis.
- Varela, P., y Martínez-Aznar, M. (1997). Investigar y aprender resolviendo problemas abiertos de Física. *Revista Española de Física*, 11(12), 32-37.
- Vasilachis de Gialdino, M. R. (2009). Los fundamentos ontológicos y epistemológicos de la investigación cualitativa. *Forum: Qualitative Social Research*, 10(2).
- (2014). Validez y verdad en métodos cualitativos, la ética como criterio de validez científico. *Revista de Ciencia y Técnica*.
- Velasco, J., y Buteler, L. (2017). Simulaciones computacionales en la enseñanza de la Física: una revisión crítica de los últimos años. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 35(2), 161-178.
- Ventura, A. (2011). Estilos de aprendizaje y prácticas de enseñanza en la universidad: Un binomio que sustenta la calidad educativa. *Perfiles educativos*, 33(nro.esp.), 142-154. recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-26982011000500013&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982011000500013&lng=es&tlng=es). [consultado 13 de febrero de 2018],
- Verdugo-Perona, J. J., Solaz-Portolés, J. J., y Sanjosé-López, V. (2017). El conocimiento didáctico del contenido en ciencias: estado de la cuestión. *Cadernos de Pesquisa*, 47(164), 586-611. <https://dx.doi.org/10.1590/198053143915>
- Vergnaud, G. (2007). ¿En qué sentido la teoría de los campos conceptuales puede ayudarnos para facilitar aprendizaje significativo?, *Investigações em Ensino de Ciências*, 12 (2), 285-302.
- Viennot, L. (2002): *Razonar en Física. La contribución del sentido común*, Madrid, Ed. A. Machado libros, S. A.

- Vilanova, S., Mateos-Sanz, M., y García, M. (2011). Las concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje en docentes universitarios de ciencias, *Revista Iberoamericana de Educación Superior (ries)*, México, issue-unam/Universia, II(3), 53-75.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society*. Cambridge, Ma: Harvard University Press.
- Vygotsky, L. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. México: Grijalbo.
- Vygotsky, L. (1934/1993). Pensamiento y lenguaje. En L. S. Vygotsky: *Obras Escogidas* (Tomo II, pp. 9-348). Madrid. Aprendizaje Visor.
- Vygotsky, L. (1995). *Pensamiento y Lenguaje. Teoría del desarrollo cultural de las funciones psíquicas*. Ediciones Fausto.
- Wainmaier, C. O., y Plastino, A. (1995). En búsqueda de una enseñanza que propicie aprendizajes significativos. *Memorias REF IX*, 93-101. Salta. Argentina.
- Wainmaier, C., y Salinas, J. (2005). Incomprensiones en el aprendizaje de la mecánica clásica básica. *Revista de Enseñanza de la Física*. 18(1), 39-54.
- Wells, M., Hestenes, D., y Swackhamer, G. (1995). A modeling method for high school physics instruction. *Am. J. Phys.*, 63(7), pp. 606-619.
- Widodo, A. (2004). *Constructivist oriented lessons: The learning environment and the teaching sequences*. Frankfurt: Peter Lang.
- Wigdorovitz de Camilloni, A. (2009). Los desafíos del ingreso a la universidad, en Gvirtz, S. y Camou, A. (coord.) *La Universidad Argentina en Discusión. Sistemas de ingreso, financiamiento, evaluación de la calidad y relación Universidad-Estado*. Gránica.
- Yebra, M. A., y Membiela, P. (2005). Un proceso de construcción de actividades ciencia-tecnología y sociedad sobre la energía desde la Investigación-Acción. *Enseñanza de las ciencias*. Núm. Extra. VII Congreso. 1-5.
- Zabalza, M. (2007). *La Enseñanza Universitaria. El Escenario y Sus Protagonistas*. (3ra. ed. Madrid: Narcea Ediciones. ISBN: 978-84-277-1376-5
- Zabalza, M., y Zabalza Cerdeiriña, Ma. A. (2010). *Planificación de la Docencia en la Universidad. Elaboración de las Guías Docentes de las materias*. Madrid: Narcea Ediciones. ISBN: 978-84-277-1729-9



Zabalza Beraza, M. A. (2006). *La universidad y la docencia en el mundo de hoy*. Universidad Javeriana. ISBN: 978-95-881-6274-2

Zabalza Beraza, M. A. (2014). Enseñar y Aprender en la Universidad. *Revista de Docencia Universitaria-REDU-*, 12(4), 11-13. [Consultado 28 de abril de 2017]. Recuperado de: [http://red-u.net/redu/documentos/vol12\\_n4\\_completo.pdf](http://red-u.net/redu/documentos/vol12_n4_completo.pdf)

### **Bibliografía consultada**

Bourdieu, P., Passeron, J., y Chamboredon, J. (2008). *El oficio de sociólogo. Presupuestos epistemológicos*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores, Argentina.

Corominas, E. (2001). Competencias genéricas en la formación universitaria en Madrid: *Revista de Educación*, 325(299-321). Recuperado de: [http://www.educacion.gob.es/revista-de-educacion/numeros-revista-educacion/numeros-anteriores/2001/re325/re325\\_21.html](http://www.educacion.gob.es/revista-de-educacion/numeros-revista-educacion/numeros-anteriores/2001/re325/re325_21.html)

Correia Silva, M., dos Santos Fonseca, A., do Nascimento Souza, D. (2016) Física e Nutrição: interdisciplinaridade do conceito de energia. *Revista Fórum Identidades, Ano 9, 18, (18)*, 123-138. ISSN: 1982-3916

Dewey, J. (2004). *Democracia y Educación. Una introducción a la filosofía de la Educación*. (6ta.ed). Madrid: Morata.

Fernández, G., Izuzquiza, M. V., y Laxalt, I. (2004). El docente universitario frente al desafío de enseñar a leer. En Carlino, P. (Coord.), *Textos en Contexto* (6), (95-110). Buenos Aires: Lectura y Vida / Asociación Internacional de Lectura.

González, M. V., y González, T. R. (2008). Competencias genéricas y formación profesional: Un análisis desde la docencia universitaria, *Revista Iberoamericana de Educación* (47), 185-209.

León, J. A. (2000). Mejorando la comprensión y el aprendizaje del discurso escrito: estrategias del lector y estilos de escritura. En Pozo, J. L.; Monereo, C. (coord.) *El aprendizaje estratégico. Aula XXI* (153-169). Madrid: Santillana.

Litwin, E. (1997). *Las configuraciones didácticas. Una nueva agenda para la enseñanza superior*. Buenos Aires: Paidós.

Llancaqueo, A., Caballero, C., y Alonqueo, P. (2007). Conocimiento previo en física de estudiantes de ingeniería. *Enseñanza de las Ciencias*, 25 (2), 205-216.



- Llancaqueo Henríquez, A., Jiménez-Gallardo, C., y Lebrecht Díaz Pinto, W. (2012). Aprendizaje de los conceptos de fuerza y energía en estudiantes de ingeniería: un estudio exploratorio. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias REIEC* 8(1), 14-23.
- Macías, A; Pandiella, S.; Nappa, N.; Godoy, P.; Pérez de Landazábal, M. del C., y GRUPO MDC (2007). Fortalezas y debilidades en conocimientos y destrezas de los estudiantes universitarios en los cursos introductorios de Física. *II Jornadas Nacionales y I Latinoamericanas de Pedagogía Universitaria. Enseñar y aprender en la Universidad* (Organizado por la Universidad Nacional de San Martín, Buenos Aires).
- Ruiz Olabuenaga, J. L. (1996) *Metodología de la investigación cualitativa*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Trejo, L. (2000) Recomendaciones recientes sobre la Enseñanza del Tema Energía, Memorias del *XV Congreso Nacional de Termodinámica*, México D.F.

## **ANEXOS**

**Anexo 1:**

**FACULTAD DE BIOQUÍMICA Y CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL**

**PROYECTO DE CREACIÓN DE LA CARRERA DE LICENCIATURA EN NUTRICIÓN**

**FUNDAMENTACIÓN:**

Teniendo en cuenta la Resolución “C.S.” N° 167/’97 de la Universidad Nacional del Litoral, la que en su Artículo 1° promueve la creación, entre otras, de la Carrera de Grado en Nutrición, como así también el Reglamento de Carreras de Grado de la UNL en su artículo 8°, la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas propone al H. Consejo Superior de la Universidad Nacional del Litoral la creación de la Carrera de Licenciatura en Nutrición.

El presente Proyecto coincide con los lineamientos expresados en el precitado Reglamento, los que ya han sido tenidos en cuenta en la elevación de propuestas de creación de otras carreras por parte de esta Unidad Académica. Sin embargo corresponde mencionar que varias de dichas pautas ya han sido implementadas con anterioridad; por ejemplo, en oportunidad de crearse la Carrera de Licenciatura en Biotecnología se propusieron asignaturas optativas y electivas, las que han demostrado cumplir un importante rol formativo. También merece destacarse la integración lograda mediante el dictado de asignaturas obligatorias, optativas y electivas en otras unidades académicas, lo que ha generado una importantísima transferencia de criterios que forman parte de la tradición cultural de cada Facultad, Escuela o Instituto, y, fundamentalmente ha enriquecido significativamente a los alumnos que por primera vez realizaron dicha experiencia.

Es por lo expresado que puede afirmarse que esta Facultad se encuentra entre las pioneras en la aplicación de pautas que han demostrado ser valiosas y han permitido alcanzar importantes e interesantes logros en la formación de los graduados, destacándose especialmente la mayor autonomía y versatilidad en la incorporación y aplicación de los conocimientos.

**Pertinencia de la creación de la Carrera de Licenciado en Nutrición en el marco de las Carreras de Grado de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la UNL:**

Actualmente se dictan en esta Unidad Académica las Carreras de Bioquímica, (la que dió origen a la Facultad), y desde 1.994 la Carrera de Licenciatura en Biotecnología. Se dictan además las carreras de: Licenciatura en Administración de Salud, Licenciatura en Saneamiento Ambiental, Licenciatura en Terapia Ocupacional y Licenciatura en Higiene y Seguridad en el Trabajo en la Escuela Superior de Sanidad dependiente de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas.

También se dictan las siguientes Carreras a Término: Licenciatura en Educación Física y Licenciatura en Educación Especial; mientras que el H. Consejo Superior de la U.N.L. ha aprobado el dictado de Licenciatura en Enfermería, Licenciatura en Salud Ocupacional y Licenciatura en Comunicación para la Minoría Sorda.

En cuanto al postgrado, se dictan en esta Facultad el Doctorado en Ciencias Biológicas, y en forma compartida el Doctorado en Física; la Maestría en Didáctica de las Ciencias Experimentales, y en forma compartida la Maestría en Gestión Ambiental, habiéndose aprobado recientemente por el Consejo Directivo el dictado de la Maestría en Salud Ambiental.

Entre las especialidades, se dicta la Carrera de Especialista en Bacteriología Clínica, y se ha aprobado el dictado de las Especialidades en Gestión de la Calidad, y Bromatología y Nutrición. Precisamente el antecedente más próximo a la presente propuesta de creación de la Carrera de Licenciatura en Nutrición lo constituye la creación de la carrera de Especialista en Bromatología y Nutrición como carrera de postgrado en el ámbito de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, la que fuera aprobada mediante las Resolución H. C. S. N° 38/01 de la UNL.

Con anterioridad pueden citarse otros antecedentes, los que se remontan al origen mismo de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas en el año 1973, a partir de la Escuela Universitaria de Bioquímica y del Departamento de Química Biológica de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral. Dicho Departamento, actualmente denominado Departamento de Ciencias Biológicas, fue fundado por el Dr. Jorge Braulio Mullor quien tuvo una vasta experiencia en el campo de la bromatología y la nutrición. Entre las principales actividades que desarrollara pueden citarse el haber sido fundador del Instituto Bromatológico en el año 1940; redactor del Código Bromatológico y Reglamentación de Productos en General, de las Fábricas y Establecimientos Comerciales, el cual se sancionara en 1941; Miembro de la Comisión Redactora de la Farmacopea Argentina; Miembro de la Academia de Ciencias de Nueva York y de otras Sociedades Científicas Internacionales y Nacionales.

El Departamento de Ciencias Biológicas está constituido por las Secciones: Bromatología y Nutrición, Aguas y Química Biológica y continuó la labor llevada a cabo por su fundador, a través de la gestión del Dr. José B. Vigil, quien a su vez fuera Profesor Titular de la Cátedra de Bromatología y Nutrición.

Otro aspecto que merece especial mención lo constituye la incorporación de la Escuela Superior de Sanidad Dr. Ramón Carrillo a la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas hace ya una década. Esta Escuela ha desarrollado durante más de cincuenta años una importante tarea en el campo de la salud, la cual es reconocida no solamente en los centros de salud de las grandes ciudades, sino especialmente en los lugares más alejados de las mismas, donde sus graduados han realizado labores pioneras en campos tan variados como la Administración de Salud, Terapia Ocupacional, Saneamiento Ambiental, Higiene y Seguridad en el Trabajo, Estimulación Temprana, Estadística en

Salud, y una amplia gama de cursos de formación permanente sobre temáticas diversas, pero siempre relacionadas a la promoción de la salud.

Un factor complementario, pero no menos importante, a la formación disciplinar, lo constituyen las asignaturas de formación general, sobre todo las relacionadas con el campo humanístico, en las que la Escuela Superior de Sanidad cuenta con experiencia y adecuados recursos humanos.

Otro importante aspecto a tener en cuenta es la rica tradición que pueden exhibir varias Unidades Académicas de la propia UNL, las que desde hace varias décadas se dedican al estudio de los alimentos, ya sea desde el punto de vista analítico, tecnológico, de desarrollo, de investigación básica y aplicada y de transferencia al medio, entre otros.

Estas Facultades, Escuelas e Institutos, con los que interacciona la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, dictan cursos de postgrado permitiendo la actualización y perfeccionamiento permanentes, y a nivel de grado, posibilitan la realización de tesis a estudiantes de diversas carreras. Por otra parte mediante el dictado de asignaturas de grado y su ofrecimiento como electivas, favorecen la movilidad de los estudiantes lo que constituye un importante entramado que trasciende los límites físicos para enriquecer a alumnos y docentes/investigadores con la variedad interdisciplinar e interinstitucional y posibilita la adquisición de una visión más amplia de lo que una determinada disciplina puede ofrecer como campo de estudio y salida laboral.

Para el presente proyecto se ha previsto que el dictado de asignaturas correspondientes a los ciclos inicial y superior de formación disciplinar se efectúe utilizando los recursos humanos y de infraestructura de que dispone la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas; que la Escuela Superior de Sanidad Dr. Ramón Carrillo efectúe aportes sustanciales en el dictado de asignaturas correspondientes a la formación en las áreas humanísticas y disciplinares correspondientes a las Carreras de Administración de Salud y de Saneamiento Ambiental. No obstante, a fin de posibilitar que la Carrera cuente con los mejores recursos de que dispone la UNL en particular y la región en general, se pretende contar con el asesoramiento y la colaboración que puedan brindar a este proyecto el Programa de Desarrollo de las Ciencias Médicas de la UNL, como así también Facultades, Escuelas e Institutos que tengan relación con esta área disciplinar. Como consecuencia de esta interacción, se logrará no solamente un mejor aprovechamiento del capital humano de que dispone la UNL en sus estructuras de docencia, investigación y administración, sino también de los recursos físicos, tales como laboratorios y equipamientos. Por otra parte se profundizarán además la transversalidad y la articulación entre familias de carreras, sobre las que la UNL está ejerciendo acciones a través del Curso de Acción para la Integración Curricular.

Un ejemplo concreto de colaboración entre Unidades Académicas lo brinda la creación del "Ciclo de Licenciatura en Ciencias y Tecnologías de los Alimentos". El mismo comprende una transformación curricular de las carreras de 'Analista Universitario de Alimentos' y de 'Técnico Superior en

Tecnología de los Alimentos' con sede en las Escuela Universitaria de Análisis de Alimentos y la Escuela de Alimentos, radicadas en las ciudades de Gálvez y Reconquista, provincia de Santa Fe, respectivamente, ambas dependientes del Rectorado de la UNL.

Relacionados con la Carrera de Licenciatura en Nutrición que se propone, docentes/investigadores de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas desarrollan actualmente proyectos de investigación enmarcados en programas que analizan aspectos bioquímicos nutricionales, microbiológicos y toxicológicos de alimentos, tendientes a prevenir enfermedades y por ende mejorar la calidad de vida de la población, entre los que pueden mencionarse:

- ✓ los efectos de la sustitución isocalórica del tipo de grasa dietaria (aceite de maíz por aceite de hígado de bacalao- rico en ácidos grasos n-3 polinosaturados-) sobre aspectos bioquímicos - metabólicos en dislipidemia experimental inducida por dietas ricas en sacarosa,
- ✓ la composición de la dieta en grupos poblacionales y su relación con parámetros bioquímicos de riesgo de enfermedades crónicas (osteoporosis, cardiovasculares, etc.),
- ✓ la viabilidad de enteroparásitos en agua a fin de evaluar la potencialidad de producir enfermedades de origen hídrico ( giardiosis, criptosporidiosis),
- ✓ el efecto toxicológico de contaminantes alimentarios presentes en envases plásticos de comidas y bebidas tales como : di ( 2-etil hexil) ftalato (DEHF) y bisphenol A (BPA). En particular se investigan las posibles alteraciones bioquímicas-energéticas producidas por el DEHF, y carcinogénicas en distinto tejidos por acción del BPA, conocido compuesto de actividad estrogénica,
- ✓ los efectos del aluminio sobre los sistemas involucrados en la regulación del calcio intracelular en distintos tejidos de animales.
- ✓ La determinación de la composición de macro y micronutrientes de las porciones comestibles de pescados de río tratados bajo distintos procesos de cocción,
- ✓ la contribución del músculo esquelético durante la evolución de la hipertrigliceridemia, intolerancia a la glucosa y resistencia insulínica inducida por dieta rica en sacarosa,
- ✓ los efectos bioquímico-nutricionales de los ácidos grasos trans en un modelo nutricional desarrollado en animales de experimentación,
- ✓ la utilización de hierro, fosfato y calcio en animales expuestos crónicamente a elevadas dosis de aluminio,
- ✓ la actividad biológica de algunos vegetales con virtudes curativas relevados y tipificados en la región litoral,
- ✓ el efecto de la ingesta de leche fermentada por *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus casei* sobre la morfología y función de los macrófagos del aparato digestivo de animales normales y con patología tumoral,
- ✓ el origen y riesgo de la flora microbiana contaminante en concentrados de naranjas a los fines de implementar un sistema HACCP para lograr un producto seguro para la salud.

A los precitados deben agregarse Proyectos de Extensión de Interés Social y Proyectos de Extensión de Cátedras que son llevados a cabo fundamentalmente por grupos que se desempeñan en la Escuela Superior de Sanidad directamente relacionados con la salud y la promoción comunitaria, especialmente en sectores de menores recursos, entre los que pueden citarse: Estrategias de comprensión y aprendizaje en el contexto de cuadros de recuperación nutricional interrelacionados con la ingesta, absorción y retención de nutrientes, (destinado a niños de 1-5 años), y La huerta orgánica: un espacio para aprender, alimentar y descubrir, (destinado a niños de 3 a 5 años).

Además se mantiene relaciones con entidades científicas, académicas y de control como la Unidad de Nutrición Clínica, Universidad de Pittsburgh, EEUU; Departamento de Ciencias Fisiológicas

Humanas y de la Nutrición, Universidad de Barcelona, España; Departamento de Nutrición y Bromatología de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, Instituto de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ingeniería (Universidad de Buenos Aires); Dirección de Bromatología y Química de la Provincia de Santa Fe y otros grupos y centros de Investigación del país.

Un elemento a tener especialmente en cuenta lo constituye la situación social que vive nuestro país, donde la escasez de recursos obliga a un mejor aprovechamiento de los mismos, por lo que la presencia de Licenciados en Nutrición adquiere relevancia, sobre todo en el campo oficial y en el de las Organizaciones No Gubernamentales que permanentemente acuden en ayuda, sobre todo, de las poblaciones más expuestas: la niñez y la ancianidad, aunque existen muchos otros campos para el desarrollo de la actividades: enfermedades de diversa índole, deportes, entre otros.

Desde el punto de vista geográfico, esta Carrera no se dicta en la zona de influencia de la Universidad Nacional del Litoral, por lo que los interesados deben acudir a sedes ubicadas en la ciudad de Córdoba o en el sur de la Provincia de Entre Ríos, por lo que su dictado favorecerá el acceso a esta profesión sobre todo a los estudiantes que cuenten con escasos recursos económicos.

Por lo ya manifestado y a fin de dar respuesta a **“demandas del medio sociocultural que han sido formuladas desde hace ya unos años”** (Considerandos Resolución “C.S.” N° 167/’97 de la Universidad Nacional del Litoral), las que se tradujeron en la nómina de carreras de grado que se resolvió promover por tratarse de áreas de vacancia y de especial interés, entre las que se encuentra la carrera de grado en nutrición, la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, conciente de la responsabilidad que debe asumir ante la comunidad a la que se debe, resuelve efectuar un aporte concreto y eleva el presente proyecto de Creación de la Carrera de Licenciatura en Nutrición.

#### PERFIL DEL TÍTULO:

El Plan de Estudios de la Carrera de Licenciatura en Nutrición pretende la formación de profesionales idóneos, que no solamente estén preparados para desempeñarse con eficiencia en el campo tradicional de la nutrición, actuando en la programación, desarrollo y control de regímenes de alimentación para individuos y comunidades sanas y enfermas, sino que también trata de lograr que los graduados adquieran sólidos conocimientos a nivel de las ciencias básicas, de la química de los alimentos y de los procesos metabólicos, para poder así incursionar en áreas en las que se cuenta con excelentes posibilidades de crecimiento.

En función de lo expuesto precedentemente resultará posible el abordaje, mediante la investigación, el desarrollo y la innovación, de otros aspectos que forman parte del vasto campo disciplinar que ofrece la nutrición. La adecuada utilización de recursos naturales y de conocimientos científicos, armónicamente asociados, permitirá a los graduados no sólo obtener resultados que den respuesta a las múltiples demandas sociales y sino también transferirlos efectivamente a la población, concretando así un aporte sustancial a la promoción, protección y recuperación de la salud.

Se espera, además, que a través de los graduados resulte posible:

- Acceder a una actualización y perfeccionamiento de postgrado acorde a los progresos científico-técnicos y adecuada a nuevas modalidades de ejercicio profesional.
- Integrar equipos multidisciplinarios de profesionales relacionados a la promoción, protección y recuperación de la salud humana.
- Realizar investigaciones básicas y aplicadas que contribuyan al progreso de la Nutrición en todos sus aspectos.
- Realizar estudios que, dentro de la formación continua que debe caracterizar a los profesionales, posibiliten la obtención de títulos de postgrado.
- Capacitarse para proponer soluciones a los problemas relativos a la salud, los recursos alimenticios naturales, la industria alimentaria, y otros que resulten de su permanente desarrollo disciplinar en general y de las demandas regionales en particular, en el marco de los alcances propios de su formación disciplinar.
- Cubrir las necesidades académicas y profesionales actuales y futuras.
- Tomar conciencia de sus responsabilidades profesionales, éticas y sociales.
- Manifiestar actitudes de servicio, valoración y solidaridad hacia la salud, considerada como un bien patrimonial de toda la comunidad.
- Poseer responsabilidad profesional para mantener una actualización constante de sus conocimientos y contribuir a la preservación y mejoramiento de la calidad de vida

#### ALCANCES DEL TÍTULO DE LICENCIADO EN NUTRICIÓN:

- ★ Planificar, organizar, ejecutar, dirigir, supervisar, evaluar y auditar actividades de prevención de enfermedades, protección, recuperación y rehabilitación de la salud individual y colectiva a través de la nutrición.
- ★ Programar, desarrollar y controlar regímenes de alimentación para individuos y comunidades sanas.
- ★ Programar, desarrollar y controlar regímenes de alimentación para individuos y comunidades enfermas bajo prescripción.
- ★ Planificar, organizar, dirigir, supervisar, evaluar, asesorar y auditar Unidades Técnicas de Alimentación y Nutrición en instituciones públicas y privadas y en usinas de alimentación.
- ★ Realizar actividades de divulgación de conocimientos higiénicos y dietéticos relacionados con la alimentación y la nutrición.
- ★ Asesorar en la definición de políticas y en la formulación de planes y programas de nutrición.
- ★ Realizar peritajes en diferentes situaciones relacionadas con la alimentación y la nutrición.
- ★ Realizar estudios, investigaciones y asesoramientos referidos a temas de alimentación y nutrición, calidad nutricional y costos de regímenes alimentarios y del estado nutricional de individuos y comunidades.



- ★ Determinar la calidad nutricional de alimentos y de productos alimenticios.
- ★ Participar en el desarrollo, conservación, manejo e higiene de alimentos.
- ★ Generar, verificar y ejecutar normas destinadas a la prevención, protección, recuperación y rehabilitación de la salud a través de la nutrición.
- ★ Integrar equipos de salud con el objeto de efectuar aportes desde la perspectiva nutricional.

REQUISITOS PARA EL INGRESO A LA CARRERA DE GRADO:

1. Poseer Título de nivel medio/polimodal,
2. Los que establezca la Universidad Nacional del Litoral.

ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS:

Características generales:

Se concibe el presente Plan de Estudios como un elemento capaz de generar un graduado en condiciones de dar respuesta a las necesidades actuales y con un perfil que le confiera la versatilidad indispensable para poder resolver satisfactoriamente las futuras demandas de la región y del país.

Se pretende lograr una sólida formación a través de un ciclo inicial que incorpore conocimientos provenientes de las ciencias básicas y de las áreas de formación social y humanística.

El ciclo inicial se complementa con un ciclo superior que posibilite la profundización de conocimientos en áreas específicas tales como la fisiopatología humana, la química orientada a los estudios metabólicos y al conocimiento de la estructura y el comportamiento de los alimentos, la microbiología de los alimentos, la tecnología y toxicología de los alimentos, la higiene alimentaria, la administración de la salud, la nutrición en salud pública, la educación y la economía familiar, entre otros.

El ciclo superior incluye, además, áreas fundamentales del ejercicio profesional, tales como el estudio de la nutrición en situaciones fisiológicas y patológicas, la formulación y desarrollo de alimentos, junto con la aplicación de la nutrición a nivel institucional, el que aparece como un sector clave en la actual contingencia socioeconómica por la que transitan el país en general y esta región en particular, enmarcado todo en un contexto transversalizado por una actitud ética.

Durante el desarrollo de ambos ciclos, se promueve en el alumno una conducta activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tratando de asegurar su capacitación mediante prácticas en laboratorios, induciendo la búsqueda permanente de nuevos conocimientos que le permitan adquirir un adiestramiento constante y un espíritu aplicado a la investigación y abierto a nuevas concepciones, manteniendo como pautas esenciales de su formación la conciencia científica y la vocación de servicio a la comunidad, como así también la actitud predispuesta a la educación continua y a la investigación permanente en el área de su especialización.

### **Estructura Curricular:**

El Plan de Estudios está constituido por dos Ciclos:

- a) Ciclo Inicial
- b) Ciclo Superior
- a) Ciclo Inicial:

El Ciclo Inicial de la Carrera se desarrolla en cuatro cuatrimestres y tiene por objetivo proveer una firme base química, biológica, matemática, estadística, física general y termodinámica y fisicoquímica biológica, sobre la que se apoya el Ciclo Superior, junto con los elementos indispensables del área humanístico-social que caracterizan a una carrera con una importante inserción en la sociedad como la que se propone. Simultáneamente se dictarán los contenidos de psicología general, socio-antropología, fundamentos de alimentación y nutrición, y de anatomía e histología especialmente orientados al estudio aparato digestivo en profundidad.

Durante el mismo se dictan las asignaturas obligatorias y se introducen las optativas/electivas, las que brindan al alumno la posibilidad de ser participe activo en la elaboración, dentro de límites determinados, de su propio Plan de Estudios y de concretar su preferencia por determinadas áreas disciplinares.

- b) Ciclo Superior:

Se compone de los cuerpos de conocimientos básicos fundamentales sobre los que se definen el perfil y los alcances del título. (Asignaturas Obligatorias que proporcionan una sólida formación en: Química de los alimentos, Bromatología, Microbiología, Fisiopatología, Epidemiología, Toxicología de los alimentos, Saneamiento ambiental e Higiene de los alimentos, Análisis Sensorial, Formulación y Desarrollo de alimentos y Tecnología de los alimentos).

Este Ciclo contempla el dictado, durante seis cuatrimestres, de los conceptos fundamentales de nutrición, su aplicación a situaciones fisiológicas y patológicas, a la salud pública y a nivel institucional.

También el alumno podrá cursar asignaturas optativas/electivas, las que se ofrecerán sobre la base de recursos de docencia e investigación propios o en colaboración con otras Instituciones; constituirá una oferta permanente para los alumnos de esta Facultad y para la actualización de sus graduados. Las Cátedras y Departamentos podrán ofrecer estas asignaturas optativas/electivas estableciendo las características, correlatividades, formas de promoción, etc., previa aprobación por parte de los órganos de gobierno correspondientes.

Distribución de las Asignaturas obligatorias discriminadas por año con sus respectivas correlatividades:

### **CICLO INICIAL:**

Primer Año:

Actividad Inicial: Curso de Articulación Química y Matemática (CAQ, CAM)

Primer cuatrimestre:

1.	Química General e Inorgánica	CAQ
2.	Matemática General	CAM
3.	Seguridad en Laboratorios	CAQ

Segundo cuatrimestre:

4.	Química Orgánica	1
5.	Física General y Termodinámica	2
6.	Biología General	1
7.	Psicología General	CAQ, CAM

Segundo Año:

Primer cuatrimestre:

8.	Socio antropología de la alimentación	7
9.	Fisicoquímica Biológica	4, 5
10.	Biología Celular y Molecular	4, 6
11.	Fundamentos de Alimentación y Nutrición	5, 6

Segundo cuatrimestre:

12.	Química Biológica	4, 10
13.	Estadística	2
14.	Anatomía e Histología	10
15.	Nutrición en salud pública	8

CICLO SUPERIOR:

TERCER AÑO:

Primer cuatrimestre:

16.	Química de los alimentos y Bromatología	9, 12
17.	Microbiología de los alimentos	12
18.	Fisiología Humana	12, 14
19.	Evaluación nutricional	11

Segundo cuatrimestre:

20.	Epidemiología general y nutricional	13, 15
21.	Saneamiento ambiental e Higiene de los alimentos	16
22.	Fisiopatología Humana	18
23.	Nutrición en situaciones fisiológicas	18, 19

CUARTO AÑO:

Primer cuatrimestre:

24.	Administración de servicios de salud	8, 20
25.	Análisis sensorial de alimentos	16, 18
26.	Tecnología de los alimentos	16

27.	Nutrición en situaciones patológicas I	23
-----	--	----

Segundo cuatrimestre:

28.	Toxicología de los alimentos	21
29.	Formulación y desarrollo de alimentos	25, 26
30.	Alimentación Institucional	24
31.	Nutrición en situaciones patológicas II	27

QUINTO AÑO:

Primer cuatrimestre y Segundo cuatrimestre:

32.	Educación para la salud y Economía familiar	24
33.	Ética	24
34.	Taller de psicología aplicada	27
35.	Seminario y Trabajo Final	Regularizado 4.2
36.	Práctica Profesional	Regularizado 4.2

Normas comunes:

El cursado, regularización y aprobación de las asignaturas y cursos de la carrera se ajustará a las normas académicas y administrativas establecidas por la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas en particular y por la UNL en general.

Para el cursado de asignaturas obligatorias será necesario:

1. tener aprobadas todas las asignaturas correlativas, a excepción de las correspondientes al cuatrimestre inmediato anterior, las que podrán encontrarse aprobadas o regularizadas;
2. tener aprobadas todas las asignaturas no correlativas, a excepción de las correspondientes al primer y segundo cuatrimestre inmediato anterior, las que podrán encontrarse aprobadas o regularizadas;
3. Las asignaturas correlativas a la asignatura a cursar deben estar regularizadas o aprobadas y las asignaturas correlativas de las correlativas deben encontrarse necesariamente aprobadas.

Para rendir las asignaturas los alumnos deberán tener aprobadas todas las asignaturas correlativas.

La aprobación de Inglés es requisito para el cursado del cuatrimestre 4.1

La oferta de asignaturas optativas de que se dispone actualmente no excluye la posibilidad de incorporaciones futuras, la que dependerá de los requerimientos formulados ante necesidades insatisfechas y de la oferta surgida de la misma comunidad docente universitaria.

Asignaturas optativas/electivas: se contempla el cursado de asignaturas optativas/electivas, equivalentes a 300 horas, debiendo corresponder al menos 90 horas al área de Formación General y al menos 180 horas al área de Formación Disciplinar.

Las asignaturas optativas/electivas podrán cursarse a partir del segundo período lectivo de primer año, (1.2), debiendo cumplimentarse solamente los requisitos establecidos por sus correlatividades.

El dictado de las asignaturas obligatorias y optativas/electivas podrá ser extensivo o intensivo según convenga a su mejor aprovechamiento.

Trabajo Final: Consiste en la realización de un trabajo en dependencias de esta u otra Facultad, Escuela o Instituto de la Universidad Nacional del Litoral, o de organismos públicos o privados previamente reconocidos por la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas.

**ASIGNATURAS OBLIGATORIAS:**

☞ **Contenidos mínimos**

**QUÍMICA GENERAL E INORGÁNICA**

CONTENIDOS MÍNIMOS: Conceptos fundamentales. Estructura atómica. Enlaces químicos. Estado de agregación de la materia. Disoluciones verdaderas y coloidales. Termoquímica. Cinética química. Equilibrio químico. Equilibrios de solubilidad, ácido-base y redox. Orbitales moleculares. Propiedades periódicas de los elementos. Estudio sistemático de los elementos: metales y no metales.

**MATEMÁTICA GENERAL**

CONTENIDOS MÍNIMOS: Funciones y gráficas. Funciones usuales. Derivada. Trazado de curvas. Integración. Vectores. Sistemas de ecuaciones lineales. Sistemas de inecuaciones.

**SEGURIDAD EN LABORATORIOS**

CONTENIDOS MÍNIMOS: Consideraciones generales. Riesgo Químico. Riesgo de Incendio. Riesgo Eléctrico. Riesgo Biológico. Grupos de Riesgo. Vigilancia Médico Sanitaria. Técnicas de trabajo. Métodos de desinfección. Agentes Físicos y Agentes Químicos.

**QUÍMICA ORGÁNICA**

CONTENIDOS MÍNIMOS: Introducción a la Química Orgánica. Átomo de carbono. Grupos funcionales: nomenclatura y características generales. Estructura de los compuestos orgánicos: métodos de determinación y propiedades relacionadas. Principales reacciones de los grupos funcionales. Aplicaciones. Hidratos de carbono: monosacaridos, oligosacaridos y polisacaridos. Lípidos saponificables e insaponificables. Aminoácidos, péptidos y proteínas. Compuestos Heterocíclicos. Ácidos nucleicos. Vitaminas. Antibióticos. Alcaloides. Polímeros.

**FÍSICA GENERAL Y TERMODINÁMICA**

CONTENIDOS MÍNIMOS: Mecánica: cinemática, dinámica y trabajo y energía. Fluidos ideales y reales. Interacciones eléctricas y magnéticas. Ondas mecánicas y electromagnéticas. Óptica. Interacciones de las radiaciones con la materia. Termodinámica. Equilibrio térmico. Conservación de la energía. Termoquímica. Equilibrio químico.

**BIOLOGÍA GENERAL**

CONTENIDOS MÍNIMOS: Introducción a la Biología General. Niveles de Organización. Sistemas de Nomenclatura biológica. Composición fisicoquímica de los seres vivos. Nociones de biología celular vegetal y animal. Diversidad biológica. Clasificación de los seres vivos. Reinos.

Filum. Clases. Familias. Funciones comparativas. Sistemas: reproductor, digestivo, respiratorio, circulatorio, nervioso y homeostático. Biología de poblaciones. Ecología. Comportamiento social. Comunidades. Interacciones. Evolución. Bases. Especiación.

### PSICOLOGÍA GENERAL

CONTENIDOS MÍNIMOS: La psicología como ciencia. Su inclusión en las ciencias humanas. Del dualismo psicofísico a la unidad psicosomática. La construcción de la identidad y la importancia del esquema corporal. Las motivaciones de la conducta y tipos de personalidad.

### SOCIOANTROPOLOGÍA DE LA ALIMENTACIÓN

CONTENIDOS MÍNIMOS: Importancia de la integración de las ciencias sociales al área de la salud. La salud/enfermedad como construcción social. Antropología de la alimentación. Complejidad del hecho alimentario. Condicionamientos biológicos y respuestas culturales. Los requerimientos alimentarios en la especie humana a través del proceso evolutivo. Las dimensiones económicas, sociales y culturales de las estrategias alimentarias. Estética y Dietética. La dimensión cultural en los trastornos de la alimentación.

### FISICOQUÍMICA BIOLÓGICA

CONTENIDOS MÍNIMOS: Interacciones intermoleculares. Macromoléculas biológicas. Propiedades fisicoquímicas. Cinética química. Catálisis. Cinética enzimática. Bioenergética. Oxido-reducción en sistemas biológicos. Fenómenos de equilibrio y transporte a través de membranas biológicas. Difusión. Osmosis. Transporte pasivo y activo.

### BIOLOGÍA CELULAR Y MOLECULAR

CONTENIDOS MÍNIMOS: Introducción a la biología. Química celular. Moléculas biológicas. Membranas celulares. Transporte a través de membranas. Comunicación intracelular. Citoesqueleto. Especializaciones de la membrana plasmática. Movilidad. Organoides ligados a la membrana plasmática. Sistema vacuolar. Organoides citoplasmáticos. Mitocondria. Cloroplasto. Núcleo. Reproducción. Transferencia de la información genética. Herencia. Citogenética.

### FUNDAMENTOS DE ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN

CONTENIDOS MÍNIMOS: La Ciencia de la Nutrición. Situación alimentaria-nutricional en región y el país. Campo de acción del licenciado en Nutrición. Conceptos fisiológicos de la nutrición. Tiempos de la Nutrición: alimentación, metabolismo y excreción. Alimento. Producto alimenticio. Nutrientes esenciales. Composición química de los alimentos. Alimentación normal. Requerimientos y recomendaciones nutricionales. Formas y utilización de la energía. Interconversiones de la energía en diferentes unidades. Aporte energético de los nutrientes. Determinación de las necesidades

energéticas. Metabolismo basal. Prescripción dietética. Carbohidratos. Fibra alimentaria. Aminoácidos y proteínas. Elementos Oligoelementos. Vitaminas.

### QUÍMICA BIOLÓGICA

CONTENIDOS MÍNIMOS: Organización del metabolismo celular. La energía celular: su generación, transferencia y utilización. Metabolismo intermediario. Vías y ciclos metabólicos. Interrelaciones. Metabolismo secundario. Su regulación.

### ESTADÍSTICA

CONTENIDOS MÍNIMOS: Análisis de datos. Resumen y gráficos Medidas de tendencia central y dispersión. Probabilidad. Definición y propiedades. Probabilidad condicional. Probabilidad total y compuesta. Teorema de Bayes. Prevalencia. Variables aleatorias. Distribución de probabilidades discretas y continuas. Regresión. Correlación. Aplicaciones. Estimadores. Estimación por intervalos. Valores de referencia. Intervalos de confianza. Introducción a la prueba de hipótesis.

### ANATOMÍA E HISTOLOGÍA

CONTENIDOS MÍNIMOS: Diferenciación y especialización celular. Histología. Histología e histofisiología. Tejido epitelial. Glándulas. Tejido conectivo. Hematología. Sangre periférica. Médula ósea. Citoquímica. Tejido muscular. Tejido nervioso. Líquido cefalorraquídeo. Órganos de los sentidos. Aparato circulatorio. Sistema inmunológico. Tubo digestivo. Glándulas anexas del tubo digestivo. Aparato respiratorio. Aparato urinario. Piel. Sistema endócrino. Aparato genital masculino y femenino. Embriofetología básica.

### NUTRICIÓN EN SALUD PÚBLICA

CONTENIDOS MÍNIMOS: Consideraciones preliminares. Concepto de salud y sus determinantes. Los sistemas sanitarios: Conceptualización y Objetivos - Indicadores de nivel de salud. Desarrollo económico social y salud - Organización en salud pública. Planificación y Programación en salud. Programación regional. Equipos en salud pública. Recursos humanos en salud. Política de atención médica. Organización de atención de la salud - Enfermedades sociales.

### QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS Y BROMATOLOGÍA

CONTENIDOS MÍNIMOS: Cambios químicos en alimentos, reacciones de pardeamiento y enranciamiento. Química de los cereales, productos y subproductos. Química de las grasas y aceites. Química de la leche y productos lácteos. Química de la carne y productos cárnicos. Química del huevo. Química de frutas y verduras.

Procedimientos de conservación de los alimentos. Datos de elaboración de cada uno de los grupos de alimentos estudiados, alteraciones, fraudes. Análisis de alimentos. Aislamiento y cuantificación de compuestos químicos que se encuentran en una muestra.

### MICROBIOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

CONTENIDOS MÍNIMOS: Estudio de los microorganismos: Bacteriología. Micología. Virología. Parasitología. Contaminación. Microorganismos indicadores de calidad higiénica de los alimentos. Efectos de: calor, radiación, antisépticos/desinfectantes, antibióticos/quimioterápicos. Resistencia. Microbiología de los principales alimentos de consumo humano. Infecciones e intoxicaciones alimentarias de origen microbiano. Alimentos de origen microbiano.

### FISIOLOGÍA HUMANA

CONTENIDOS MÍNIMOS: Fisiología Celular. Histofisiología de la neurona y célula muscular. Sistema Nervioso. Sistema endocrino y metabolismo. Sistema cardiocirculatorio. Sistema Respiratorio. Sistema Urinario. Sistema digestivo. Equilibrio ácido-base. Biología de la reproducción.

### EVALUACION NUTRICIONAL

CONTENIDOS MÍNIMOS: estado nutricional normal y sus variaciones. Valoración del estado de nutrición del individuo y de la comunidad. Indicadores del estado de nutrición. Evaluación directa e indirecta del estado de nutrición de la comunidad. Evaluación de los factores causales y condicionantes del estado de nutrición. Aspectos socioeconómicos y culturales. Relación nutrición–patologías. Importancia en la valoración del estado de nutrición.

### EPIDEMIOLOGÍA GENERAL Y NUTRICIONAL

CONTENIDOS MÍNIMOS: Epidemiología. Concepto y definición, métodos y aplicaciones. Criterios para valorar normalidad (salud) y anormalidad (enfermedad) en patologías nutricionales desde el punto de vista clínico, estadístico, de pronóstico y operacional. Los determinantes de la salud, el campo de la prevención, niveles de prevención.

Concepto de riesgo y factor de riesgo. Identificación de poblaciones de alto y bajo riesgo de enfermar y morir por causas nutricionales. Sensibilidad y especificidad de los instrumentos a emplear. Métodos de investigación en epidemiológica. Método epidemiológico. Diseño de estudios epidemiológicos.

### SANEAMIENTO AMBIENTAL E HIGIENE DE LOS ALIMENTOS

CONTENIDOS MÍNIMOS: Agua Potable. Importancia sanitaria. Disposición sanitaria de excretas. Tratamiento y disposición de residuos sólidos. Vectores de enfermedades transmisibles. Contaminación atmosférica. Aspectos sanitarios de la vivienda. Importancia sanitaria de la higiene de alimentos. Medidas contra la contaminación. Radiaciones.

### FISIOPATOLOGÍA HUMANA

CONTENIDOS MÍNIMOS: Conceptos preliminares. Inflamación. Edemas. Neoplasias. Alteraciones del equilibrio ácido-base. Sangre y órganos hematopoyéticos. Aparatos cardiovascular, respiratorio,



urinario y digestivo. Enfermedades del tejido conectivo. Sistema nervioso. Endocrinopatías. Psiquis. Enfermedades profesionales y pediátricas. Accidentes.

#### NUTRICIÓN EN SITUACIONES FISIOLÓGICAS

CONTENIDOS MÍNIMOS: Nutrición y gestación. Nutrición y lactación. Nutrición infantil. Nutrición en la niñez. Nutrición en la adolescencia. Nutrición en la vejez. Nutrición y trabajo. Situación y actividad física. Ingestas recomendadas. Menú tipo en diferentes etapas y situaciones de la vida.

#### ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS DE SALUD.

CONTENIDOS MÍNIMOS: Concepto de Organizaciones Sociales . Estructura de las Organizaciones Sociales . Estructura Organizacional de los Hospitales. Características particulares de los hospitales y otras organizaciones proveedoras de servicios del sector salud . Diagnóstico y Evaluación organizacional . La organización de los Hospitales. Análisis Funcional de un Hospital. Área de Servicios Finales. Área de Servicios Intermedios. Área Administrativa. Área Servicios Generales de Apoyo. Área de Docencia e Investigación. El Producto Hospitalario. Indicadores de Rendimiento Hospitalario. Redes de Salud.

#### ANÁLISIS SENSORIAL DE ALIMENTOS

CONTENIDOS MÍNIMOS: Análisis sensorial. Conceptos generales. Relación estímulo - sensación. Leyes. Tipos de respuesta. Los sentidos. Órganos receptores. Atributos sensoriales. Descriptores. Expectativas de los consumidores. Pruebas discriminativas. Comparaciones. Ordenamiento. Evaluación e interpretación de resultados. Tablas. Pruebas descriptivas. Comparaciones. Escalas. Perfil sensorial. Análisis y Métodos de evaluación. Interpretación de resultados. Pruebas afectivas. Ensayos. Comparaciones. Escalas y ordenamiento hedónico. Relación pruebas afectivas - ensayos descriptivos. Estudio a consumidores. Diagnóstico. Optimización de productos. Vida útil sensorial.

#### TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

CONTENIDOS MÍNIMOS: Composición química. Alteraciones. Conservación. Subproductos. Transporte, almacenamiento y comercialización. Lácteos, carnes, huevos, cereales, oleaginosas, frutas, hortalizas.

#### NUTRICIÓN EN SITUACIONES PATOLÓGICAS I

CONTENIDOS MÍNIMOS: Nutrición en: Desnutrición, Patologías bucodentales. Enfermedades del aparato digestivo. Estreñimiento. Enfermedades metabólicas. Diabetes. Obesidad. Desórdenes psíquicos. Alcoholismo. Otras enfermedades de gran prevalencia. Definición y prevalencia. Tratamiento. Dietas.

#### TOXICOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

CONTENIDOS MÍNIMOS: Toxicocinética y Toxicodinamia. Mecanismos de acción tóxica. Carcinogénesis. Mutagénesis. Teratogénesis. Contaminantes Alimentarios inorgánicos y orgánicos. Aditivos alimentarios. Normas y Regulaciones.

#### FORMULACIÓN Y DESARROLLO DE ALIMENTOS

CONTENIDOS MÍNIMOS: Reología de los alimentos. Sólidos: propiedades mecánicas. Concepto de textura. Relación textura micro estructura de los alimentos. Propiedades funcionales de las macromoléculas. La formulación de alimentos, conceptos básicos. Aditivos funcionales, descripción, diferentes tipos. Formulación de diferentes tipos de alimentos.

#### ALIMENTACIÓN INSTITUCIONAL.

CONTENIDOS MÍNIMOS: Introducción a la Administración y Gestión. Funciones. Diagnósticos organizacionales. Cultura Organizacional. Planificación en Nutrición. Planificación estratégica y nutricional. Aplicación a los proyectos de Inversión, a programas nutricionales, a la evaluación de tecnologías y a la gestión institucional. Perspectiva del sector publico y privado.

#### NUTRICIÓN EN SITUACIONES PATOLÓGICAS II

CONTENIDOS MÍNIMOS: Nutrición en: Osteoporosis. Enfermedades del aparato respiratorio. Enfermedades del aparato cardiovascular. Hipertensión arterial. Aterosclerosis. Nutrición en: Enfermedades infecciosas. Cáncer. Respuesta metabólica a cirugías. Otras enfermedades de gran prevalencia. Definición y prevalencia. Tratamiento. Dietas.

#### EDUCACIÓN PARA LA SALUD Y ECONOMÍA FAMILIAR

CONTENIDOS MÍNIMOS: Características e importancia de la Educación para la salud. Promoción de la salud en su lugar de trabajo: La educación para la salud como proceso de comunicación y de intervención en el contexto laboral. Educando para la salud, la prevención y la buena alimentación. Modificaciones de comportamiento y cambio de actitudes. Estrategias. El grupo como agente educativo en Salud. Economía. Su interpretación como ciencia. Conceptos. generales. La familia como célula básica de la economía nacional. Circuito económico. Evaluación económica. Indicadores básicos. Presupuestos.

#### ÉTICA

CONTENIDOS MÍNIMOS: El problema ético. La persona y sus exigencias éticas. El acontecimiento y las virtudes morales. Problemas éticos concretos: el progreso científico-tecnológico y la ética. El poder y la relación del hombre con la naturaleza. El bien común. El compromiso profesional.

#### TALLER DE PSICOLOGÍA APLICADA

CONTENIDOS MÍNIMOS: Estudio y análisis de situaciones problemáticas y su resolución a partir de marcos teóricos.

#### SEMINARIO Y TRABAJO FINAL

CONTENIDOS MÍNIMOS: Conocimiento científico. Ciencia y lenguaje. Disciplinas científicas y no científicas. Clasificación de las ciencias. Método científico. Noción de método. Contexto de descubrimiento y contexto de justificación. Hipótesis científica. Protocolo de investigación. Diseño. Ejecución. Datos: Utilización, Análisis e interpretación. Elaboración del informe correspondiente al final.

#### PRÁCTICA PROFESIONAL

##### OBJETIVOS:

- Familiarizar al estudiante con el ejercicio profesional, brindándole la posibilidad de actuar en los ámbitos en los que su preparación lo faculta, bajo un sistema educativo programado y supervisado por la unidad académica, preparando al estudiante para identificar su papel en equipos multidisciplinarios y generar la disposición favorable a esta modalidad operativa.
- Aplicar las destrezas y habilidades primordiales de naturaleza instrumental necesarias para la recolección, procesamiento, registro, comunicación, archivo y recuperación de información relevante como así también la producida por las actividades de investigación en el ámbito en que se desempeñe.
- Suministrar las herramientas necesarias para el autoaprendizaje, para la formación permanente y la interrelación con los integrantes del equipo de trabajo.
- Promover el desarrollo de una actitud ética en la relación del Licenciado en Nutrición con la comunidad, en el equipo de salud y en los trabajos de investigación.

##### Recursos Físicos, Infraestructura Edilicia. Equipamiento:

El dictado de las distintas asignaturas, se efectuará en los laboratorios de docencia e investigación pertenecientes a Departamentos, Cátedras e Institutos que funcionan en esta Facultad, o en otras dependencias oficiales o privadas con las que se establezcan acuerdos de colaboración debidamente formalizados.

**Anexo 2**

FACULTAD DE BIOQUIMICA Y CIENCIAS BIOLÓGICAS

Universidad Nacional del Litoral

CARRERA: LICENCIATURA EN NUTRICION

Programa Analítico de la Asignatura: "FISICA GENERAL Y TERMODINAMICA"

Aprobado por Res. C.D. N° 356/05

Vigente a partir del 2do. Cuatrimestre de 2005.

TEMAS: FÍSICA

Cinemática (9 hs.):

Movimiento unidimensional: Posición y distancia entre dos puntos. Velocidad media e instantánea. Aceleración media e instantánea. Problemas: ejemplos.

Movimiento bidimensional: Ecs. Cinemática para sistemas con aceleración constante. Trayectoria. Ejemplos.

Dinámica (6 hs.):

Concepto de Fuerza. Leyes de Newton. Aplicaciones de las leyes de Newton. Estrategias para la resolución de problemas: diagramas de cuerpo libre. Sistemas con razonamiento. Aplicaciones de las Leyes de Newton a sistemas con razonamiento.

Trabajo y Energía (9 hs.):

Trabajo mecánico y movimiento. Trabajo de una fuerza constante en movimiento unidireccional. Trabajo de una fuerza variable. Forma general. Teorema de Trabajo-Energía: Energía cinética. Energía potencial. Fuerzas Conservativas y no-conservativas. Conservación de la Energía total. Conservación de la energía mecánica. Potencia. Energía interna.

Flúidos (6 hs.):

Definición de Presión. Teorema fundamental de la hidrostática. Principio de Pascal. Fuerza de Empuje: Principio de Arquímedes. Ejemplos. Dinámica de Flúidos. Ec. de Bernoulli. Sistemas viscosos. Ejemplos. Tensión superficial.

TEMAS: TERMODINÁMICA

Energética química (12 hs.):

Sistemas materiales. Propiedades y clasificación de los sistemas materiales. Energía. Sistemas y estados de equilibrio. Calor y trabajo. El Primer Principio de la Termodinámica. Entalpía. Cálculo de la

variación de entalpía para distintos procesos. Termoquímica. Calor de formación. Calor de combustión. Leyes termoquímicas.

El Segundo Principio de la Termodinámica. Energía Libre.

Equilibrio Químico (18 hs.):

Sistemas en equilibrio. Equilibrio de solubilidad. Equilibrio químico. Constante de equilibrio. Cálculo de concentraciones en el equilibrio. Principio de Le Chatelier y equilibrio químico. Producto de solubilidad. Equilibrio ácido-base. (4hs.) Soluciones amortiguadoras.

Cinética Química (12 hs.):

Introducción. Conceptos de velocidad de reacción. Influencia de la concentración sobre la velocidad de reacción. Ley de velocidad de reacción. Constante de velocidad específica. Orden de reacción. Determinación experimental de k para una reacción de orden 1. Tiempo de vida media. Teoría de las colisiones. Teoría del estado de transición. Influencia de la temperatura sobre la velocidad de reacción. Catalizadores. Expresiones cinéticas y constantes de equilibrio.

---

#### BIBLIOGRAFÍA

- Física. J.P., Wilson, Prentice Hall.
- Física Clásica y Moderna. W.E. Gettys, F. Keller y M.J. Skove, Mc Graw Hill.
- Temas de Química General. M. Angelini, E. Baumgarther, C. Benitez, M. Bulwik, R. Crubellati, L. Landau, L. Lastres Flores, M. Poucham, R. Servant, M. Sileo,, Eudeba, 1995.
- Biological Thermodynamics, D.T. Haynie, Cambridge University Press, 2001.
- The elements of physical chemistry with applications in biology. P. Atkins, W.H. Freeman and Company, 2001.

**Anexo 3a**

Planificación académica 2011

Universidad Nacional del Litoral- Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas

Física General y Termodinámica

Carreras:

Licenciatura en Nutrición

Tipo: Asignatura

Carácter: Teórico Práctico

Año: 1

Cuatrimestre: 2

Responsable: Daniel Rodrigues

Docente a cargo: Daniel E. Rodrigues (Prof.Adj.-SemiEx.) - Adelina Celeghin (Prof.Adj.-SemiExcl.)

Otros docentes:

Física General: Liliana Ortigoza (JTP-excl),

Termodinámica: María Inés Bocco (JTP-simple), Zulma Santini (JTP-simple), María Laura Olivares (JTP-simple), Gabriel Costa (Aux.1ra.-simple),

Tribunal examinador:

Daniel Rodrigues, Adelina Celeghin, María Inés Bocco

Horas Totales: 90 Horas

Horas teóricas semanales: 3 Horas

Horas prácticas semanales: 4 Horas

Fundamentación:

La asignatura se cursa en el segundo cuatrimestre del primer año de la Carrera.

La asignatura introduce los conceptos y herramientas metodológicas básicas para comprender la Físicoquímica de sistemas sencillos. De esta manera se busca preparar al alumno para la comprensión de los procesos involucrados a nivel molecular, celular o sistémico en la nutrición.

Aún más relevante resulta la posibilidad de introducir al alumno en el empleo del "método científico" para la resolución de problemas sencillos. En este sentido el espacio actúa como un "banco de pruebas" donde se puede capacitar al alumno para el empleo de las distintas etapas del método: a) identificación y limitación de la situación problemática; b) modelado de la parte del problema a resolver introduciendo suposiciones (uso de esquemas); c) traducción del modelo a lenguaje matemático (empleo de ecuaciones); d) empleo de técnicas de resolución (matemática, gráficos); transferencia de los resultados del modelo a la situación problemática abordada y comparación con los experimentos. En sistemas tan complejos como los involucrados en los procesos de nutrición, resultará de suma relevancia que el alumno haya adquirido las habilidades y aptitudes de empleo del método científico, en forma práctica en sistemas sencillos.

La asignatura emplea las herramientas metodológicas provistas a los alumnos en Matemática básica que cursara en el cuatrimestre anterior.

Además hace uso de algunos conceptos que se introdujeran en el curso de Química General e Inorgánica en ese mismo cuatrimestre.

La asignatura busca integrarse en forma horizontal con la asignatura de Biología y en forma general con la temática de la carrera, al emplear como problemática motivacional la descripción de los procesos de la nutrición a escala molecular, celular y sistémico.

La asignatura ha ido adaptándose para brindar los contenidos y capacidades requeridas por las materias relacionadas en los cuatrimestres posteriores, tales como Físicoquímica Biológica del segundo año.

Objetivos:

Son los que se desprenden del ítem Fundamentación:

Procedimental:

Introducir al alumno en el empleo del "método científico" para la resolución de problemas sencillos. Capacitar al alumno para el empleo de las distintas etapas del método: a) identificación y limitación de la situación problemática; b) modelado de la parte del problema a resolver introduciendo suposiciones (uso de esquemas); c) traducción del modelo a lenguaje matemático (empleo de ecuaciones); d) empleo de técnicas de resolución (matemática, gráficos); transferencia de los resultados del modelo a la situación problemática abordada y comparación con los experimentos.

Conceptuales:

Enseñar al alumno y hacerlo apropiarse del empleo de los conceptos: a) Interacciones entre moléculas y otras entidades; b) Principios de conservación de la Energía Mecánica; c) las ecuaciones que predicen el movimiento de partículas en función de sus interacciones; d) las propiedades de partículas con carga eléctrica; e) la Física de los sistemas fluidos; f) los potenciales termodinámicos que permiten resolver problemas de sistemas químicos macroscópicos y sus relaciones; g) el equilibrio termodinámico en especies químicas que reaccionan; h) la cinética de las reacciones químicas.

Aptitudinales:

a) Promover en el alumno la confianza en sus capacidades personales para resolver situaciones problemáticas, en base al empleo del "método científico"; b) Fomentar la lectura crítica de bibliografía, y su propia producción; c) Mejorar la capacidad e iniciativa para interactuar con otros alumnos y docentes.

Contenidos:

Temáticamente la asignatura se divide en dos partes, la primera corresponde a los contenidos de Física General y la segunda a los de Termodinámica. En la parte de Física General se brindan a los alumnos los contenidos correspondientes a los conceptos que se corresponden con los enunciados en los "objetivos conceptuales" "a" hasta "e". En la parte de Termodinámica se trabaja sobre los objetivos "f" hasta "h".

El programa analítico ha sido aprobado por Res. C.D. N°1120/11 y se han introducido algunos cambios en el orden en que se presentan los contenidos para darle una mayor coherencia desde el punto de vista epistemológico, lo que conlleva mayor fluidez en el hilvanado de los temas.

#### Programa analítico Física General y Termodinámica

---

primera parte: Física General

##### 1. Medición de magnitudes físicas

1.1. Tipos de errores presentes en determinaciones experimentales. Precisión y exactitud. Error de apreciación. Evaluación de los errores azarosos.

Expresión del resultado. Error relativo. El error en mediciones directas y determinaciones indirectas.

##### 2. Relación Fuerzas e Interacciones, y Dinámica de las partículas

2.1. El concepto de Fuerza para describir interacciones entre partículas. Los tipos de interacciones fundamentales: gravitatorias, eléctricas,

otras; y las interacciones efectivas: fuerzas de contacto, elásticas, otras. La relación entre fuerzas y movimiento de las partículas: Ec. de Newton. Metodología de aplicación de la Ec. de Newton.

##### 3. Descripción del movimiento: Cinemática

3.1. Variables para describir el movimiento: posición, velocidad, aceleración. Aplicación al movimiento unidimensional. Las relaciones entre las variables de movimientos con y sin aceleración. El empleo de gráficas para describir los movimientos.

##### 4. Conservación de la Energía

4.1. Ecuaciones de conservación. El trabajo como forma de intercambio de energía entre distintos sistemas. Energía asociada al movimiento. Otros tipos de energías: Energías Potenciales asociadas a interacciones. El concepto de Energía Mecánica total.

##### 5. Sistemas Fluidos

5.1. Propiedades especiales de los fluidos. El concepto de presión y el principio de Pascal. Aplicación del principio de Conservación de la Energía a los fluidos. El concepto de caudal volumétrico. Aplicaciones a la circulación de fluidos newtonianos en estado estacionario. Propiedades de los fluidos en reposo: teorema fundamental de la hidrostática y principio de Arquímedes.

##### 6. Interacciones entre cargas eléctricas

6.1. La energía potencial eléctrica y el potencial electrostático. El movimiento de cargas inducido por las diferencias de potencial y el movimiento viscoso.

segunda parte: Termodinámica

7. Equilibrio

7.1. Energética química (12 hs.)

7.1.1. Sistemas materiales. Propiedades y clasificación de los sistemas materiales. Energía. Sistemas y estados de equilibrio. Calor y trabajo.

Primera Ley de la Termodinámica. Entalpía. Cálculo de la variación de entalpía para distintos procesos.

7.1.2. Termoquímica. Leyes de la Termoquímica. Calor de formación. Calor de Combustión.

7.1.3. La Segunda Ley de la Termodinámica. Energía de Gibbs.

7.2. Equilibrio químico (18 Hs.)

7.2.1. Sistemas en equilibrio. Equilibrio químico. Constante de equilibrio. Cálculo de concentraciones en el equilibrio. Principio de Le Chatelier.

7.2.2. Equilibrio Homogéneo. Equilibrio ácido-base. Hidrólisis de sales.

7.2.3. Soluciones reguladoras. Equilibrio Heterogéneo. Equilibrio de solubilidad.

8. Cambio

8.1. Cinética Química (12 hs.)

8.1.1. Introducción. Conceptos de velocidad de reacción. Influencia de la concentración sobre la velocidad de reacción. Ley de velocidad de reacción.

Constante de velocidad específica. Orden de reacción. Determinación experimental de k para una reacción de orden 1. Tiempo de vida media.

Teoría de las colisiones. Teoría del estado de transición.

8.1.2. Influencia de la temperatura sobre la velocidad de reacción. Catalizadores. Expresiones cinéticas y constantes de equilibrio.

Metodología de enseñanza:

para la parte de Física General:

=====

Se propone en general el aprendizaje basado en la resolución de situaciones problemáticas disparadoras. Las actividades empleadas para su implementación son las siguientes.

Clases de Trabajos Prácticos de Laboratorio: Su objetivo es presentar una situación problemática inicial para el tema a partir del experimento.

En la misma se desarrollan conceptos iniciales, las preguntas que surgen, las variables principales que participan del problema. Las mismas se desarrollan en grupos reducidos de 9 a 12 alumnos, lo que permite la formación de subgrupos de 3 a 4 alumnos con equipamiento experimental independiente. (2 hs./sem.)

Clases de Coloquios: Su objetivo es presentar a los alumnos otras situaciones problemas relacionadas con la que experimentaron, y que sin embargo da perspectiva al tema general. Se desarrollan métodos para la resolución y planteo del problema en forma matemática. Se desarrollan en grupos de entre 27 y 36 alumnos para fomentar la participación activa de los alumnos. (2 hs./sem.)

Clases de Teoría: Se presenta el marco teórico conceptual general que permite encuadrar el tema tratado, su expresión matemática, y la metodología general de abordaje del mismo. Esta clase se desarrolla para el conjunto de todos los alumnos. (3 hs./sem.)

Clases de Consulta: Su objetivo es orientar a los alumnos en la interpretación de la bibliografía sugerida, y ayudarlos en las dificultades de resolución de problemas. Se dispone de 2 clases semanales de 2 hs. de duración cada una.

Actividades en Entorno Virtual UNL: Se ofrecen al alumno: a) cuestionarios sobre situaciones problemáticas; b) simulaciones de experimentos virtuales interactivos; c) problemas con distintas cuestiones por resolver y/o calcular; d) foros para interactuar entre alumnos y docentes.

para la parte de Termodinámica

=====



La exposición de los temas se realizará mediante la expresión oral, el medio gráfico que brinda la tiza (o marcadores) y el pizarrón, y el cañón proyector para las presentaciones en power point.

El programa de la asignatura se desarrolla según un cronograma de actividades, que se exhibe en el transparente de la cátedra, en donde se establecen los temas que se dictan en las clases de teoría en cada semana, los días y horarios correspondientes a cada grupo de clases de coloquios y resolución de problemas y las fechas de cada evaluación parcial. Los alumnos conocen con antelación los temas a tratarse y pueden acceder a una lectura previa que les permita intervenir, aportar y aclarar dudas.

Se provee al alumno una guía de problemas de cada uno de los temas que figuran en el programa de la asignatura y en la misma se enuncian las habilidades a desarrollar.

Durante las clases de resolución de problemas se aconseja la formación de grupos de 3 ó 4 alumnos de acuerdo a sus afinidades. Al comenzar la clase se desarrolla conceptualmente un problema en el pizarrón, señalando algunas expresiones matemáticas necesarias para resolución.

Luego los alumnos resuelven los problemas propuestos y posteriormente pasan al pizarrón para exponer la resolución con la participación del resto

de la clase. Así se analizan los pasos a seguir con el correspondiente fundamento termodinámico, de manera de visualizar y solucionar las posibles dificultades que surjan en la resolución.

Las actividades en que se implementa son:

a. Clases teóricas: estas clases son expositivas y/o dirigidas-participativas tienen una duración de tres horas semanales, no son obligatorias para el alumno.

Se busca la participación activa del estudiante en las clases de teoría, mediante preguntas que el alumno realice tendientes a aclarar los conceptos que va adquiriendo o a relacionar los nuevos conceptos con elementos o situaciones con las que se encuentra en la vida cotidiana, o se encontrará en su actividad laboral futura. El profesor formula preguntas acerca del contenido, tal que éstas puedan ser respondidas sobre la base de conceptos conocidos o deducibles por un razonamiento lógico, también puede lograr la participación del alumno.

Para ello, es importante el acceso de los alumnos a la bibliografía disponible, la cual se suministra al comienzo del dictado del módulo.

b. Clases de resolución de problemas: mediante estas clases se trata de afianzar los contenidos conceptuales adquiridos en las clases teóricas, mediante la resolución de problemas. La duración de cada clase es de tres horas semanales, son obligatorias para el alumno. Se organizan seis turnos para cursar estas clases y el número de alumnos en cada turno está condicionado por el número de inscriptos en cada período.

c. Clases de consultas: en estas clases de dos horas de duración, una vez por semana durante el dictado de la asignatura y cuatro clases por semana una vez finalizado el cursado, los alumnos plantean las dificultades que les surjan durante el desarrollo de los diferentes temas de la asignatura, no son obligatorias y todos los docentes de la cátedra quedan a disposición de los alumnos para facilitarles una mejor comprensión de los conceptos y aplicaciones de la asignatura.

#### Bibliografía Básica:

##### Física General

GETTYS, W.E.; KELLER, F.J.; SKOVE, M.J. 1993. "Física Clásica y Moderna". Madrid, España. Mc Graw Hill internacional.

YOUNG, H.D.; FREEDMAN, R.A. 2009. "Sears-Zemansky Física Universitaria, vol I". México. Addison-Wesley (Pearson).

##### Termodinámica

ANGELINI M., BAUMGARTHER E., BENITEZ C., BILWIK M., CRUBELLATI R., LANDAU L., LASTRES FLORES L., POUCHAN M., SERVANT

R., SILEO M. 1995. Temas de Química General. Bs.As. Argentina. Ed. Eudeba.

#### Bibliografía de Consulta:

##### Física General

WALKER, J. 2002. "Física recreativa". México. Limusa.

HEWITT, P. 2007. "Física Conceptual". México. Addison-Wesley (Pearson).

##### Termodinámica

ATKINS P. 1999. Química Física. Barcelona. España. Ed. Omega.

ATKINS P. and JONES L. 1989. Química. Barcelona. España. Ed. Omega.

BROWN T., LEMAY H.(JR.), BURSTEN B. and MURPHY C. 2009. Química, La Ciencia Central. España. Ed. Prentice Hall

Aspectos organizativos:

Física General, las ya descriptas en Metodología de Enseñanza para las primeras 6 semanas de cursado:

Clases de Trabajos Prácticos de Laboratorio: 2 hs./sem. en comisiones de entre 9 y 12 alumnos. Los alumnos se dividen en 3 grupos de trabajo cada uno con equipamiento experimental independiente. Caracter obligatorio para regularización.

Clases de Coloquios: 2 hs./sem. en grupos de entre 27 y 36 alumnos cada una. Caracter obligatorio para regularización.

Clases Teóricas: 3 hs./sem una única clase con todos los alumnos. Caracter optativo para regularización.

Clases de Consulta: 2 clases semanales de 2 hs. cada una. Caracter optativo.

Actividades en Entorno Virtual UNL: La carga horaria que insume depende del grado de dedicación que le resulte de utilidad al alumnos y queda a su criterio. Caracter optativo.

1° Examen Parcial: en la 7ma. semana de cursado. Duración 2 hs.

Carga horaria de la parte de Física Gral.: 6 sem. x 7 hs./sem + 2hs. (parcial) = 44 hs.

Termodinámica

Clases Teóricas: 3 hs./sem. en una única clase con todos los alumnos. Caracter optativo para regularización.

Clases de Coloquio: 3 hs./sem. en grupos de entre 18 y 24 alumnos. Caracter obligatorio para regularización.

Clases de Consulta: 4 clases semanales de 2 hs. cada una. Caracter optativo.

2° Examen Parcial: en la 15va- semana de cursado. Duración 2 hs.

Carga horaria de la parte de Termodinámica: 7 sem. x 6 hs./sem. + 1 sem. x 2 hs. + 2 hs. (parcial) = 46 hs.

Carga horaria total de la Asignatura: 44 hs (Física Gral.) + 46 hs (Termodinámica) = 90 hs.

Cronograma de actividades:

Física General

=====

Semana 1

Clase TP Lab.: "Medición de masa por pesada. Determinación de densidades midiendo masa y volumen"

Clase Coloquio: "Errores de Medición: expresión del resultado de medidas directas e indirectas"

Clase Teórica: "Energía y Nutrición. Interacciones y Transformación de la Energía"

Semana 2

Clase TP Lab.: "Análisis de la Dinámica del experimento del bloque tirado por una Fuerza"

Clase Coloquio: "Aplicaciones de las ?Leyes de Newton?"

Clase Teórica: "Las Fuerzas como causa de la Dinámica del movimiento"

Semana 3

Clase TP Lab.: "Análisis de la Cinemática del experimento del bloque tirado por una Fuerza"

Clase Coloquio: "Aplicaciones de ecuaciones de cinemática: distintas condiciones iniciales y gráficos"

Clase Teórica: "Descripción del Movimiento: Cinemática"

Semana 4

Clase TP Lab.: "Determinación de las variaciones de Energía cinética , potencial, mecánica para un bloque tirado por una Fuerza"

Clase Coloquio: "Aplicaciones del Principio de Conservación de la Energía Mecánica"

Clase Teórica: "Transferencia de Energía: Trabajo, Fuerzas"

Semana 5

Clase TP Lab.: "Demostrativo del teorema de continuidad. Efecto del espesor y longitud de un tubo sobre la caída de presión."

Clase Coloquio: "Aplicación del Teorema de continuidad y ecuación de Bernoulli."

Clase Teórica: "Propiedades de los Fluidos. Presión. Leyes de conservación de masa y energía."

Semana 6

Clase TP Lab.: "Mediciones de diferencia de potencial y corriente en circuitos resistivos serie y paralelo"

Clase Coloquio: "Aplicaciones del análisis energético a circuitos resistivos con diferencia de potencial constante."

Clase Teórica: "Interacciones electrostáticas: Energía potencial y Diferencia de Potencial. Corriente eléctrica, Conservación de la energía."

Semana 7

1° parcial

### Termodinámica

=====

Semana 7

Clase Teórica: "Sistemas. Energía, calor y trabajo."

Semana 8

Clase Teórica: "El primer Principio"

Clase Coloquio: "Conceptos generales"

Semana 9

Clase Teórica: "Entalpía: cálculos. Termoquímica. El Segundo Principio"

Clase Coloquio: "Cálculos de  $q$ ,  $w$ ,  $\Delta U$ "

Semana 10

Clase Teórica: "Constantes de equilibrio. Concentraciones de equilibrio. Principio de Le Chatelier"

Clase Coloquio: "Cálculos de  $\Delta H^0$  y  $\Delta G^0$ "

Semana 11

Clase Teórica: "Producto de solubilidad. Equilibrio ácido-base"

Clase Coloquio: "Equilibrio I"

Semana 12

Clase Teórica: "Hidrólisis de sales. Soluciones reguladoras"

Clase Coloquio: "Equilibrio II"

Semana 13

Clase Teórica: "Ley de velocidad. Orden. Constante cinética. Teorías."

Clase Coloquio: "Equilibrio III"

Semana 14

Clase Teórica: "Influencia de la temperatura. Catálisis"

Clase Coloquio: "Cinética"

Semana 15

2° Examen Parcial

Semana 16

Exámenes recuperatorios de Regularización.

Nómina de actividades prácticas:

TP Lab. 1: "Medición de masa por pesada. Determinación de densidades midiendo masa y volumen".

TP Lab. 2: "Determinación de las variaciones de Energía cinética, potencial, mecánica para un bloque tirado por una Fuerza".

Análisis Energético, Dinámico y Cinemático.

TP Lab. 3: "Demostrativo del teorema de continuidad. Efecto del espesor y longitud de un tubo sobre la caída de presión".

TP Lab. 4: "Mediciones de carga, campo eléctrico y diferencia de potencial".

Evaluación de alumnos regulares:

Se tomarán 2 parciales: P1 en la semana 7ma. de cursado al finalizar el dictado de la parte de Física General; y P2 en la semana 15ta. al finalizar el dictado de la parte de Termodinámica. Cada parcial se evalúa de 0 a 100 puntos.

La regularidad se obtiene con una asistencia mínima del 80% a las actividades obligatorias de cada una de las partes de la materia, y un mínimo de 40 puntos en cada uno de los parciales de la materia.

Los alumnos que en uno o ambos parciales obtengan menos de 40 puntos, tendrán que rendir un examen recuperatorio de regularización en la semana 16ta. del período. De no cumplir los requisitos de asistencia perderán su regularidad.

La aprobación por promoción directa se ajusta a la normativa del Régimen Unificado de Estudios vigente, debiendo el alumno obtener un mínimo de 60 puntos en cada parcial (P1 y P2, y haber cumplido los requisitos de asistencia para regularizar). No se prevén instancias de recuperación de la promoción.

Los alumnos regulares que no aprobaron por promoción, deberán rendir un examen final, desdoblado en las 2 partes de la materia. Ambas partes del examen final son escritas. Deben obtener un mínimo de 40 puntos en cada una de ambas partes del examen de la materia, y un promedio entre ambas partes de 60 puntos.

Evaluación de alumnos libres:

Deberán rendir y aprobar el mismo examen que los alumnos regulares con iguales exigencias.

Adicionalmente deberán rendir un examen

teórico-práctico sobre alguno de los T.P. de Laboratorio de la nómina. Los alumnos deberán avisar con 72hs. hábiles de anticipación a la cátedra de su intención de rendir un examen libre.

Evaluación de alumnos oyentes:

No corresponde.

Anexo 3b

Planificación académica 2017

Licenciatura en Nutrición- Facultad de Bioquímica y Cs. Biológicas.  
Física General y Termodinámica

**Tribunal examinador:**

Brondino Carlos, Celeguin Adelina, Bocco María Inés, Ortigoza Liliana

**Horas totales:** 90

**Horas teóricas semanales:** 3

**Horas prácticas semanales:** 3

**Fundamentación:**

La asignatura Física General y Termodinámica se cursa en el segundo cuatrimestre del primer año de la carrera de Licenciatura en Nutrición. Se encuentra inserta en el bloque 1.2 del ciclo básico de la Licenciatura. El programa de la asignatura incluye los conceptos básicos y herramientas metodológicas para la comprensión de las propiedades fisicoquímicas de los sistemas que se estudian en la carrera, incluyendo el análisis de la transferencia de energía en forma de calor y trabajo.

La asignatura emplea conceptos y herramientas metodológicas desarrolladas en Matemática General y en Química General e Inorgánica.

La asignatura busca integrarse en forma horizontal con Biología General y en forma vertical, fundamentalmente con Fisicoquímica Biológica, Biología Celular y Molecular, Química Biológica y Fundamentos de Alimentación y Nutrición, que son las asignaturas que se cursan en el primer y segundo cuatrimestre del segundo año. Asimismo, contribuye en forma general con la temática de la carrera, al emplear como problemática disparadora la descripción de los procesos de la nutrición a nivel general, celular y molecular.

**Objetivos**

Son los que se desprenden del ítem Fundamentación:

**General:**

Utilización del Principio de Conservación de la Energía como idea globalizadora para el desarrollo de Física General y Termodinámica, en la carrera de Licenciatura en Nutrición.

**Específicos:**

Propiciar el interés del estudiante por dar explicaciones a fenómenos que les son familiares, fomentando el hábito de observar el entorno físico.

Mejorar la actitud y el interés hacia la Ciencia.

Promover a través de experimentos sencillos, la aplicación de las leyes de la Física y de la Termodinámica.

Aprovechar la potencialidad de las tecnologías para fomentar la comprensión y la autogestión de los aprendizajes de los estudiantes.

Desarrollar habilidades analíticas y experimentales, en relación a mediciones, interpretación de resultados y resolución de problemas.

**Contenidos**

FÍSICA GENERAL

1. Medición de magnitudes físicas:

1.1. Tipos de errores presentes en determinaciones experimentales. Precisión y exactitud. Error de apreciación. Evaluación de los errores azarosos. Expresión del resultado. Error relativo. Error en mediciones directas y determinaciones indirectas.

2. Relación entre fuerzas e interacciones y dinámica de las partículas.

2.1. El concepto de Fuerza para describir interacciones entre partículas. Los tipos de interacciones fundamentales: gravitatorias, eléctricas fuerzas de contacto, elásticas, otras. La relación entre fuerzas y movimiento de las partículas. Leyes de Newton. Aplicación de las Leyes de Newton.

3. Conservación de la energía:

3.1. Ecuaciones de conservación. El trabajo como forma de intercambio de energía entre distintos sistemas.

Energía asociada al movimiento. Otros tipos de energía. Energía potenciales asociadas a interacciones. Teorema general del Trabajo y la Energía.

4. Descripción del movimiento: Cinemática

4.1. Variables para describir el movimiento: posición, velocidad, aceleración. Aplicación al movimiento unidireccional. Las relaciones entre las variables de movimientos con y sin aceleración. El empleo de gráficas para describir los movimientos.

5. Sistemas fluidos:

5.1. Propiedades especiales de los fluidos. El concepto de presión y el principio de Pascal. Conservación de la masa y la energía en fluidos. El concepto de “caudal volumétrico”. Aplicaciones a la circulación de fluidos newtonianos en estado estacionario. Fluidos ideales y reales.

6. Interacciones entre cargas eléctricas:

6.1. La energía potencial eléctrica y el potencial electrostático. El movimiento de cargas inducido por las diferencias de potencial. Conservación de la carga y la energía en circuitos eléctricos.

## TERMODINÁMICA

1. Energética química :

1.1. Sistemas materiales. Propiedades y clasificación de los sistemas materiales. Energía. Sistemas y estados de equilibrio. Calor y trabajo. Primera ley de la termodinámica. Entalpía. Cálculo de la variación de entalpía para distintos procesos.

1.2. Termoquímica. Leyes de la termoquímica. Calor de formación. Calor de combustión.

1.3. La segunda ley de la termodinámica. Energía de Gibbs.

2. Equilibrio químico y de fases:

2.1. Sistemas en equilibrio. Equilibrio químico. Constante de equilibrio. Cálculo de concentraciones en el equilibrio. Principio de Le Chatelier.

2.2. Equilibrio Homogéneo. Equilibrio ácido-base. Hidrólisis de sales

2.3. Soluciones reguladoras. Equilibrio heterogéneo. Equilibrio de solubilidad.

2.4. Propiedades coligativas en alimentos. Descenso crioscópico. Presión osmótica.

3. Cinética química:

3.1. Introducción. Conceptos de velocidad de reacción. Influencia de la concentración sobre la velocidad de reacción. Ley de velocidad de reacción. Constante de velocidad específica. Orden de reacción. Determinación experimental de k para reacciones de orden cero y uno. Tiempo de vida media. Teoría de las colisiones. Teoría del estado de transición.

3.2. Influencia de la temperatura sobre la velocidad de reacción. Catalizadores. Expresiones cinéticas y constantes de equilibrio.

### Metodología de la Enseñanza:

El curso se implementa mediante tres tipos de clases:

a. *Clases teóricas*: estas clases son expositivas y/o dirigidas-participativas tienen una duración de tres horas semanales, no son obligatorias para el alumno.

Se busca la participación activa del estudiante en las clases de teoría, mediante preguntas que el alumno realice tendientes a aclarar los conceptos que va adquiriendo o a relacionar los nuevos conceptos con elementos o situaciones con las que se encuentra en la vida cotidiana, o se encontrará en su actividad laboral futura. El profesor formula preguntas acerca del contenido, tal que éstas puedan ser respondidas sobre la base de conceptos conocidos o deducibles por un razonamiento lógico, también puede lograr la participación del alumno.

Para ello, es importante el acceso de los alumnos a la bibliografía disponible, la cual se suministra al comienzo del dictado del módulo.

b. *Clases de resolución de problemas y trabajos prácticos*: mediante la resolución de problemas y actividades en el laboratorio, se trata de afianzar los contenidos conceptuales adquiridos en las clases teóricas. Las clases son obligatorias para el alumno y su distribución y duración siguen el cronograma de la asignatura de acuerdo al módulo Física General y al módulo Termodinámica. El módulo Termodinámica organiza cuatro turnos para cursar estas clases y el número de alumnos en cada turno está condicionado por el número de inscriptos en cada período. El módulo Física General para la resolución de problemas en instancias de coloquio organiza 3 grupos de aproximadamente 30 alumnos/ grupo (de acuerdo al número total de alumnos).

Para el desarrollo de trabajos prácticos se organizan 9 grupos de aproximadamente 12 alumnos/ grupo (de acuerdo al número total de alumnos). Las actividades de coloquios y trabajos prácticos se desarrollan durante las primeras 6 semanas de cursado.

c. *Clases de consultas*: en estas clases de dos horas de duración, una vez por semana durante el dictado de la asignatura y cuatro clases por semana una vez finalizado el cursado, los alumnos



plantean las dificultades que les surjan durante el desarrollo de los diferentes temas de la asignatura, no son obligatorias y todos los docentes de la cátedra quedan a disposición de los alumnos para facilitarles una mejor comprensión de los conceptos y aplicaciones de la asignatura.

### **Medios, estrategias y recursos de aprendizaje**

La exposición de los temas se realizará mediante la expresión oral, el medio gráfico que brinda la tiza (o marcadores) y el pizarrón, y el cañón proyector para las presentaciones en "power point".

El programa de la asignatura se desarrolla según un cronograma de actividades, que se exhibe en el transparente de la cátedra, en donde se establecen los temas que se dictan en las clases de teoría en cada semana, los días y horarios correspondientes a cada grupo de clases de coloquios y resolución de problemas y las fechas de cada evaluación parcial. Los alumnos conocen con antelación los temas a tratarse y pueden acceder a una lectura previa que les permita intervenir, aportar y aclarar dudas.

Se provee al alumno una guía de problemas y una guía de trabajos prácticos de cada uno de los temas que figuran en el programa de la asignatura y en la misma se enuncian las habilidades a desarrollar.

Durante las clases de resolución de problemas se aconseja la formación de grupos de 3 ó 4 alumnos de acuerdo a sus afinidades. Al comenzar la clase se desarrolla conceptualmente un problema en el pizarrón, señalando algunas expresiones matemáticas necesarias para resolución. Luego los alumnos resuelven los problemas propuestos y posteriormente pasan al pizarrón para exponer la resolución con la participación del resto de la clase. Así se analizan los pasos a seguir con el correspondiente fundamento termodinámico, de manera de visualizar y solucionar las posibles dificultades que surjan en la resolución.

**Condiciones para el cursado de la Asignatura: los alumnos deben tener REGULARIZADAS** Química General e Inorgánica y Matemática General.

### **Condiciones de Regularización, Aprobación y Promoción directa de la Asignatura:**

• **La Regularidad se obtiene con una asistencia del 80% a las actividades obligatorias de cada una de las partes de la asignatura.** Para el módulo de Termodinámica se requiere un mínimo de 40 pts. en el parcial de Termodinámica, el cual es obligatorio, **no así el de Física.** Los alumnos que obtuvieron un puntaje menor a 40 pts en el parcial del módulo Termodinámica deberán rendir un recuperatorio de regularidad.

• **Para la aprobación por promoción directa se debe obtener un mínimo de 60 pts en cada uno de los parciales.**

• Los alumnos regulares que NO HAYAN obtenido un mínimo de 60 pts., pero más de 40 pts. en uno de los parciales, podrán rendir el parcial que NO APROBARON, en el primer turno de exámenes ordinarios de diciembre. Para ello, a la fecha del examen, TIENEN QUE HABER APROBADA LA CORRELATIVA, es decir, que se les pueda pasar la nota de inmediato.

• Los alumnos regulares que no aprobaron por promoción, deberán rendir un examen final desdoblado en 2 (dos) partes correspondientes a cada módulo de la Asignatura. Ambas partes son escritas. Deben obtener un mínimo de 50 pts en cada una de ambas partes del examen de la asignatura y un promedio entre ambas partes de 60 pts.

• Aquellos alumnos que obtuvieron un puntaje mayor o igual a 60 pts. en alguno de los módulos en un turno de exámenes, tienen la posibilidad de rendir el módulo que NO APROBARON, en el turno inmediato siguiente.

### **Bibliografía básica:**

#### FÍSICA GENERAL

• GETTYS W.E.; KELLER F.J.; SKOVE M.J.1993. Física Clasica y Moderna. Madrid, España. Mc Graw Hill International.

• YOUNG H.D.; FREEDMAN R.A.2009. Sears-Zemansky Física Universitaria, vol I. México. Addison-Wesey (Pearson)

#### TERMODINAMICA

• ATKINS P. and JONES L. 1998. Química. Barcelona. España. Ed. Omega.

### **Bibliografía de consulta:**

#### FÍSICA GENERAL

• WALKER J.2002. Física recreativa. México. Limusa

• HEWITT P. 2007. Física conceptual. México. Addison-Wesey (Pearson)

#### TERMODINAMICA

• ATKINS P.1999. Química Física. Barcelona. España. Ed. Omega.

- BROWN T., LEMAY H.(JR.), BURSTEN B.and MURPHY C. 2009. Química, La Ciencia Central. España.Ed. Prentice Hall.
- ANGELINI M., BAUMGARTHER E., BENITEZ C., BILWIK M., CRUBELLATI R., LANDAU L., LASTRES FLORES L., POUCHAN M., SERVANT R., SILEO M. 1995. Temas de Química General.Bs.As.Argentina. Ed. Eudeba.



Anexo 4a - Licenciatura en Nutrición

PRUEBA EXPLORATORIA SOBRE CONOCIMIENTOS Y COMPETENCIAS

**Problema 1: EL EJERCICIO FÍSICO (extraído de pruebas PISA 2006)**



¿Qué sucede cuando se ejercitan los músculos?

a) Marca con un círculo la respuesta correcta, Sí o No, para cada afirmación.

¿Sucede esto cuando se ejercitan los músculos?	¿Sí o No?
Los músculos reciben un mayor flujo de sangre.	Sí / No
Se forma grasa en los músculos.	Sí / No

b) Justifica tus respuestas.

**Problema 2: LATIDOS DEL CORAZÓN (extraído de pruebas PISA 2009)**

Por razones de salud la gente debería limitar sus esfuerzos, al hacer deporte, por ejemplo, para no superar una determinada frecuencia cardiaca.

Durante años la relación entre la máxima frecuencia cardiaca recomendada para una persona y su edad se describía mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Máxima frecuencia cardiaca recomendada} = 220 - \text{edad}$$

Investigaciones recientes han demostrado que esta fórmula debería modificarse ligeramente.

La nueva fórmula es la siguiente:





$$\text{Máxima frecuencia cardiaca recomendada} = 208 - (0,7 \times \text{edad})$$

Un artículo de periódico afirma: “El resultado de usar la nueva fórmula en vez de la antigua es que el máximo número recomendado de latidos cardíacos por minuto disminuye ligeramente para los jóvenes y aumenta ligeramente para los mayores.”

**¿A partir de qué edad aumenta la máxima frecuencia cardiaca recomendada como resultado de introducir la nueva fórmula?**

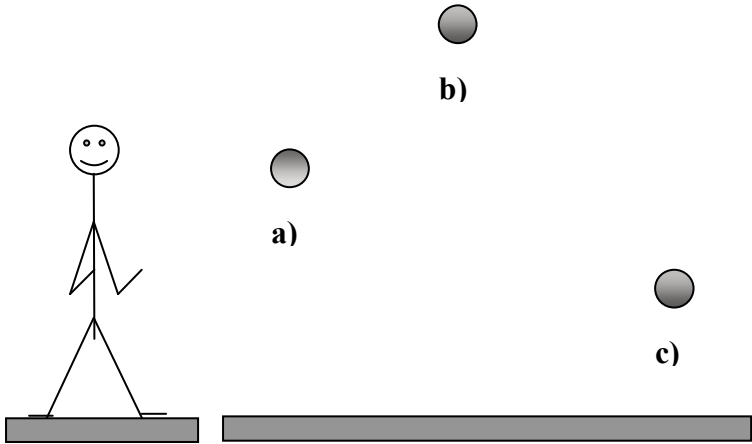
**Escribe tus cálculos.**

**Problema 3: CAMBIO IMPOSIBLE** (extraído de “Iniciación a la Física en el marco de la teoría constructivista”, 1992)

<p>A)</p>  <p><b>BOMBILLA</b> 100 J → 40 J energía (eléctrica) → energía (luz)</p>	<p>B)</p>  <p><b>RIFLE</b> 200 J → 150 J energía (explosiva) → energía de bala en movimiento</p>
<p>C)</p>  <p><b>CENTRAL</b> 280000 J → 70000 J energía (combustible) → energía (eléctrica)</p>	<p>D)</p>  <p><b>ALTAVOZ</b> 3 J → 0,5 J energía (eléctrica) → energía (sonido)</p>

- a) ¿Cuál de los cambios de energía: A, B, C, D, no podrá ocurrir nunca?  
 b) Justifica tu elección.

**Problema 4: MOVIMIENTO DE UNA PELOTA EN EL AIRE** (extraído de Viennot, Tesis doctoral en: “La atención a las dificultades en el aprendizaje de las ciencias experimentales”, Benarroch Benarroch, 2003).



- Marca en el dibujo *cuál ó cuáles son la(s) fuerza(s) que actúa(n) sobre la pelota* que Pedro lanza hacia arriba cuando:
- a) la pelota está subiendo,
  - b) la pelota está en el punto más alto y
  - c) la pelota está bajando.

Anexo 4b - Licenciatura en Nutrición

PRUEBA DE SOLIDEZ SOBRE CONOCIMIENTOS Y COMPETENCIAS

**Problema 1: EL EJERCICIO FÍSICO** (extraído de pruebas PISA 2006)



¿Qué sucede cuando se ejercitan los músculos?

a) Marca con un círculo la respuesta correcta, Sí o No, para cada afirmación.

¿Sucede esto cuando se ejercitan los músculos?	¿Sí o No?
Los músculos reciben un mayor flujo de sangre.	Sí / No
Se forma grasa en los músculos.	Sí / No

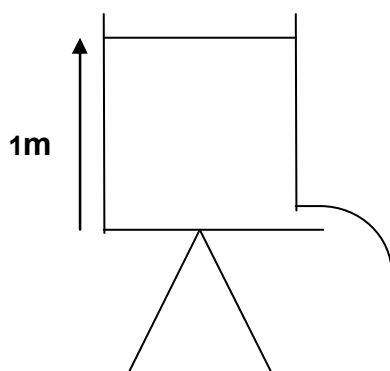
b) Justifica tus respuestas.

Mientras corremos la velocidad de la sangre circulando por la arteria aorta es en promedio de 30 cm/s. Si consideras que en adultos el área transversal promedio de la aorta es de 3 cm<sup>2</sup>,

c) Calcula el caudal sanguíneo (Q) para un individuo realizando ejercicio.

d) Para la situación del problema, ¿Qué valor corresponde a la velocidad de la sangre circulando por capilares, si se conoce que el área transversal promedio total de capilares es de 2400 cm<sup>2</sup>?

Las personas del cuadro al terminar de realizar la actividad, se detienen a cargar una botella de agua desde un dispenser que la Secretaría de Deporte colocó en un parque cercano (ver figura).



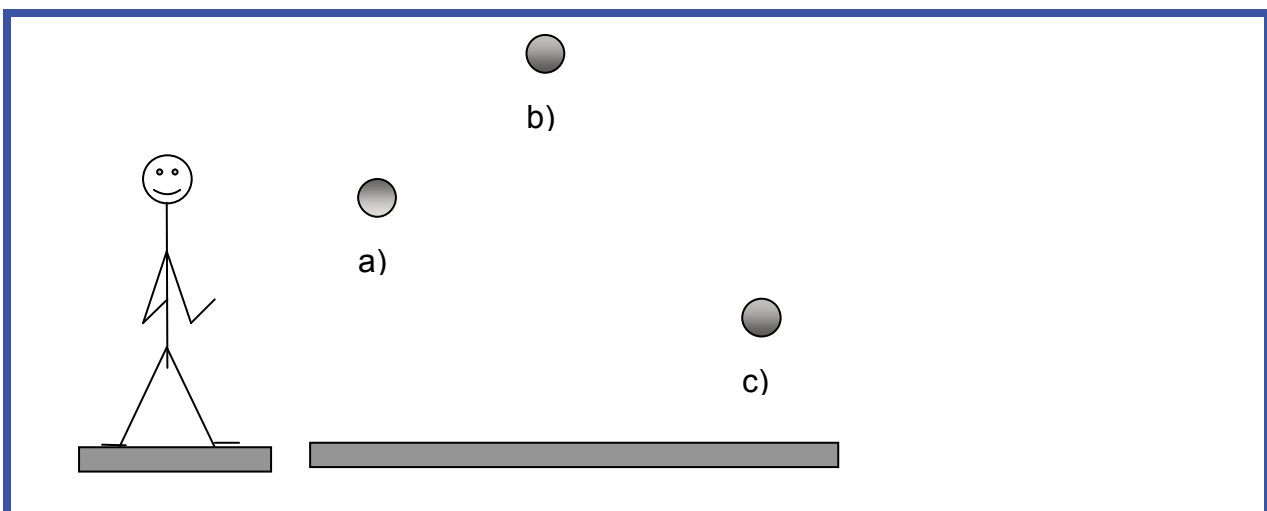
Si pueden llenar la botella (500ml) en 5 segundos, determina:

e) Caudal del sistema.

f) Velocidad con que sale el agua al abrir la canilla del dispenser, considerando que el tanque se encuentra abierto a la atmósfera.

g) Área transversal de la canilla.

**Problema 2: MOVIMIENTO DE UNA PELOTA EN EL AIRE** (extraído de “*Iniciación a la Física en el marco de la teoría constructivista*”, 1992)



Marca en el dibujo **cuál ó cuáles son la(s) fuerza(s) que actúa(n) sobre la pelota** que Pedro lanza hacia arriba cuando:

- a) la pelota está subiendo,
- b) la pelota está en el punto más alto y
- c) la pelota está bajando.

Si la pelota que lanza Pedro verticalmente hacia arriba tiene una masa de 0.145 kg, y al lanzarla le imprime una velocidad inicial de 20.0 m/s, y se desprecia la resistencia del aire:

d) ¿Qué velocidad tiene la pelota cuando alcanza la máxima altura?

e) Utiliza la conservación de la energía para determinar qué altura alcanza, despreciando la resistencia del aire.

f) Realiza el diagrama de cuerpo libre de la pelota en el aire. ¿Cuál es el valor de la aceleración durante el movimiento de la pelota?

g) Indica que tipo de movimiento describe la pelota en el aire. Escribe las ecuaciones de  $x(t)$  y  $v(t)$ . Realiza las gráficas que caracterizan al movimiento.

**h) Si ahora consideras la resistencia del aire, ¿la pelota alcanzará la misma altura máxima si se mantienen las demás condiciones cómo en el problema inicial? Justifica tu respuesta.**

**i) ¿Cambiarán los resultados si se cambia el ángulo con que lanza la pelota? Justifica.**

## Anexo 5

### Plan de Estudios de la Licenciatura en Nutrición

El Plan de Estudios está constituido por dos Ciclos:

- a) Ciclo Inicial
- b) Ciclo Superior

a) Ciclo Inicial:

El Ciclo Inicial de la carrera se desarrolla en cuatro cuatrimestres y tiene por objetivo proveer una firme base química, biológica, matemática, estadística, física general y termodinámica y fisicoquímica biológica, sobre la que se apoya el Ciclo Superior, junto con los elementos indispensables del área humanístico-social que caracterizan a una carrera con una importante inserción en la sociedad como la que se propone. Simultáneamente se dictarán los contenidos de psicología general, socio-antropología, fundamentos de alimentación y nutrición, y de anatomía e histología especialmente orientados al estudio aparato digestivo en profundidad.

Durante el mismo se dictan las asignaturas obligatorias y se introducen las optativas/electivas, las que brindan al alumno la posibilidad de ser partícipe activo en la elaboración, dentro de límites determinados, de su propio Plan de Estudios y de concretar su preferencia por determinadas áreas disciplinares.

b) Ciclo Superior:

Se compone de los cuerpos de conocimientos básicos fundamentales sobre los que se definen el perfil y los alcances del título. (Asignaturas Obligatorias que proporcionan una sólida formación en: Bromatología, Química de los alimentos, Microbiología, Fisiopatología, Epidemiología, Toxicología de los alimentos, Saneamiento ambiental e Higiene de los alimentos, Análisis Sensorial, Formulación y Desarrollo de alimentos y Tecnología de los alimentos).

Este Ciclo contempla el dictado, durante seis cuatrimestres, de los conceptos fundamentales de nutrición, su aplicación a situaciones fisiológicas y patológicas, a la salud pública y a nivel institucional.

También el alumno podrá cursar asignaturas optativas/electivas, las que se ofrecerán sobre la base de recursos de docencia e investigación propios o en colaboración con otras Instituciones; constituirá una oferta permanente para los alumnos de esta Facultad y para la actualización de sus graduados. Las Cátedras y Departamentos podrán ofrecer estas asignaturas optativas/electivas estableciendo las características, correlatividades, formas de promoción, etc., previa aprobación por parte de los órganos de gobierno correspondientes.

Distribución de las Asignaturas obligatorias discriminadas por año con sus respectivas correlatividades:

#### **CICLO INICIAL:**

Primer Año:

Actividad Inicial: Curso de Articulación Química y Matemática (CAQ, CAM)

Primer cuatrimestre:

1. Química General e Inorgánica

2. Matemática General

3. Seguridad en Laboratorios

Segundo cuatrimestre:

4. Química Orgánica

5. Física General y Termodinámica

6. Biología General

7. Psicología General

Segundo Año:

Primer cuatrimestre:



8. Socio antropología de la alimentación

9. Físicoquímica Biológica

10. Biología Celular y Molecular

11. Fundamentos de Alimentación y Nutrición

Segundo cuatrimestre:

12. Química Biológica

13. Estadística

14. Anatomía e Histología

15. Nutrición en salud pública

CICLO SUPERIOR:

TERCER AÑO:

Primer cuatrimestre:

16. Bromatología y Química de los alimentos

17. Microbiología de los alimentos

18. Fisiología Humana

19. Evaluación nutricional

Segundo cuatrimestre:

20. Epidemiología general y nutricional

21. Saneamiento ambiental e Higiene de los alimentos

22. Fisiopatología Humana

23. Nutrición en situaciones fisiológicas

CUARTO AÑO:

Primer cuatrimestre:

24. Administración de servicios de salud

25. Análisis sensorial de alimentos

26. Tecnología de los alimentos

27. Nutrición en situaciones patológicas I

Segundo cuatrimestre:

28. Toxicología de los alimentos

29. Formulación y desarrollo de alimentos

30. Alimentación Institucional

31. Nutrición en situaciones patológicas II

QUINTO AÑO:

Primer cuatrimestre y Segundo cuatrimestre:

32. Educación para la salud y Economía familiar

33. Ética

34. Taller de psicología aplicada

35. Seminario y Trabajo Final

36. Práctica Profesional

## Anexo 6a

### Actividades: Guías de Trabajos Prácticos y Guías de Coloquio

#### Trabajo Práctico N° 1: Medidas directas e indirectas

##### Objetivo general:

Utilización y manejo de distintos tipos de balanza.

Expresión correcta del resultado en medidas directas e indirectas.

##### Objetivo 1:

Determinar una masa por medida directa, utilizando distintos tipos de balanzas.

Expresar correctamente el resultado de las mediciones.

##### Problema relacionado 1:

Cuando se desea realizar o mantener un esfuerzo de moderada a alta intensidad o se quiere aumentar el ritmo de una carrera es preciso recurrir a la glucosa como fuente principal o exclusiva de energía. Es así que, en competencias de natación de más de 2 horas de duración, se recomienda a los nadadores consumir bebidas deportivas -que contengan 10 a 20 g de carbohidratos- cada 15 a 20 minutos.

Suponiendo que un deportista necesite ingerir glucosa en cantidad suficiente para obtener 2 Kcal/min de energía, en una maratón de 3 hs., calcula:

- La cantidad de glucosa necesaria para preparar el alimento que utilizará durante la carrera. (1 g de glucosa aporta 4 kcal)
- Si dispones de dos balanzas, una que permite medir hasta 120,00 g y otra hasta 1000,00 g. ¿Cuál de las dos utilizarías? Justifica tu respuesta.
- Si el nadador ingiere la glucosa total de manera repartida -cada 20 minutos- por medio de una bebida deportiva, calcula los gramos de carbohidratos que consume luego de cada ingesta. ¿Respetas las recomendaciones del texto?



##### Metodología

##### 1- Medidas directas: determinación de masa por pesada

Se pesa una determinada cantidad de glucosa utilizando:

- balanza granataria

- balanza analítica
- balanza romana

Se construye una tabla con información sobre características de las balanzas y lecturas realizadas

	balanza granataria	Balanza analítica	Balanza romana	Balanza de cocina
Rango de medidas				
Apreciación				
Lectura 1				
Lectura 2				
Lectura 3				
Lectura 4				
Lectura 5				
Valor promedio				
Desviación Standard				
Expresión correcta del resultado				

### Discusión

Si con cada una de las balanzas solo se realiza una lectura, ¿cómo expresarías correctamente el resultado?, ¿presenta el mismo intervalo que cuando realizas 5 lecturas? Considerar la expresión de resultado con un grado de confianza del 80%.

¿Poseen las 4 balanzas la misma apreciación? Si dispones de las 4 balanzas, ¿Con cuál de ellas determinarías la masa? Justifica tus respuestas.

¿Qué tipo de balanzas encuentras en las farmacias? Determina cuál es la máxima medida que permite realizar y cuál es su apreciación. ¿Podrías medir la cantidad de sustancia utilizada en el trabajo práctico? Justifica tu respuesta.

### Objetivo 2:

Determinar la densidad de distintas sustancias por medida indirecta. Expresar correctamente el resultado de las mediciones.

### Problema relacionado 2:

En condiciones normales, el hombre necesita beber diariamente alrededor de tres litros de agua para mantener su equilibrio hídrico. En caso de un esfuerzo físico importante las necesidades de agua aumentan, pudiendo perderse hasta más de dos litros/hora.

Durante el ejercicio, es necesario ingerir de 90 a 180 ml de líquido cada 20 minutos en función de la intensidad del esfuerzo y de las condiciones ambientales, con objeto de compensar las pérdidas experimentadas por sudoración y mantener el volumen adecuado de sangre.

Determina:

- a) la densidad de la bebida deportiva que ingiere el nadador del problema 1 si la masa de la solución es 110,35 g y el volumen de la solución es 100 ml.
- b) La densidad de la bebida resulta ¿menor, igual o mayor a la de agua de canilla? Fundamenta tu respuesta.

### Metodología

#### 2- Medidas indirectas: determinación de densidades

##### 1- Densidad de agua:

- Utilizando una probeta graduada en ml, se completa con agua de canilla hasta la marca de 50 ml.
- Con la ayuda de un termómetro se determina la temperatura de trabajo.
- Se pesa el contenido de la probeta utilizando balanza granataria, previamente tarada.
- Se determina la densidad del agua a través de la ecuación:

**Densidad = masa / volumen**

- Se expresa correctamente el resultado.

##### 2- Densidad de aceite de cocina:

- Utilizando una probeta graduada en ml, se completa con aceite de cocina hasta la marca de 50 ml.
- Con la ayuda de un termómetro se determina la temperatura de trabajo.
- Se pesa el contenido de la probeta utilizando balanza granataria, previamente tarada.
- Se determina la densidad del aceite a través de la ecuación:

**Densidad = masa / volumen**

- Se expresa correctamente el resultado con un 80% de confianza.

### Discusión

Con los datos de la experiencia, ¿puedes determinar si el método resultó preciso para el cálculo de densidades? Considera para los trabajos de laboratorio didáctico que un método resulta preciso cuando su error relativo porcentual ( $er\%$ ) es menor al 10%

Busca en el manual CRC las densidades de aceite y agua a la temperatura de trabajo, determina para cada experiencia si el método resultó exacto para determinar densidades.

Coloca en un vaso agua y aceite, interpreta lo que observas a la luz de los resultados obtenidos en la experiencia de determinación de densidades.

### Bibliografía

- CRC. Handbook Of Chemistry And Physics (84va edición)
- Gil, S., Rodríguez, E. (2001). *Física Re-Creativa. Experimentos de Física usando nuevas tecnologías*. Prentice Hall. Pearson Educación. Argentina.
- Ramírez, F. (2006). Conferencia “La Nutrición en la Natación”. Curso Bases metodológicas del entrenamiento de la natación.

### Trabajo Práctico N° 2:

#### Objetivo general:

Analizar conservación de energía en un sistema donde existen fuerzas no conservativas.

**Problema relacionado:**

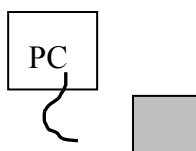
Cuando se quema un litro de gasolina en el motor de un automóvil, libera  $3,3 \cdot 10^7$  J de energía interna, por lo que la cantidad de energía almacenada en la gasolina ha disminuido, siendo su variación entre el Estado inicial (auto en reposo) y el final (auto en condiciones de circular),  $\Delta U_{\text{int}} = -3,3 \cdot 10^7$  J. Esa energía se puede convertir en Energía cinética, para hacer que aumente la rapidez del auto o en Energía potencial, para hacer que el auto suba una cuesta.

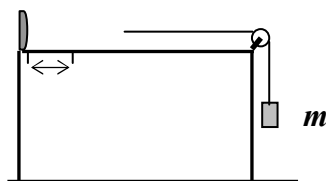
Un automóvil de 1500 kg acelera desde el reposo hasta 37 m/s en 10 s, mientras sube una cuesta. Determina:

- ¿Cuál será la  $\Delta \square_c$  en el término de 10s?
- ¿Cuál será la  $\Delta \square_p$  en ese intervalo de tiempo si se conoce que la eficiencia del motor es el 10% de la energía obtenida de la combustión de la gasolina?
- ¿A qué altura habrá ascendido el vehículo?
- ¿Para qué se habrá utilizado el resto de la energía obtenida en la combustión de la gasolina?
- Si tocas las ruedas del auto antes de encender el motor y después de que el auto ha recorrido la cuesta, ¿esperas encontrar cambios en la temperatura de los neumáticos? ¿Podrías explicarlo en términos de energía?
- En relación a la respuesta del inciso e) ¿consideras correcto el resultado del inciso b)? Fundamenta tu respuesta.



*En los deportes hay muchos ejemplos interesantes de conservación de la energía. Si pensamos en el salto con garrocha, el atleta transforma energía proveniente de los alimentos en energía cinética al realizar la carrera, que luego se transforma en energía potencial elástica de la garrocha que se flexiona y, al dejar el saltador el piso, se transforma en energía potencial gravitacional. Cuando el atleta alcanza la parte más alta y la garrocha se endereza nuevamente, toda la energía se ha transformado en energía potencial gravitacional. La garrocha no suministra energía alguna, pero funciona como un dispositivo muy cómodo para almacenarla, y con ello, ayuda en la transformación de energía cinética en energía potencial gravitacional, para luego pasar por sobre la barra.*

**Metodología**



- Se pesa el bloque de madera + la lámina obturadora, eso representará la masa  $M$ .
- En el sistema de la figura, cuando se deja en libertad la masa  $m$  el bloque se mueve sobre la pista horizontal. Se registra su posición a intervalos regulares de tiempo y se grafica  $x = f(t)$  y también  $v = f(t)$ .
- Se seleccionan los datos experimentales de posición y velocidad (pertenecientes a un mismo tipo de movimiento) para un tiempo  $t_1$  y para un tiempo  $t_2$  mayor que  $t_1$  para determinar:
  - La Energía Cinética ( $E_c$ ), la Energía Potencial ( $E_p$ ) y la Energía Mecánica ( $E_M$ ) del bloque en los tiempos  $t_1$  y  $t_2$ . (masa del bloque  $m = 105,84g$ )
  - La  $\Delta E_c$ ,  $\Delta E_p$  y la  $\Delta E_M$  entre el estado inicial (tiempo  $t_1$ ) y el estado final (tiempo  $t_2$ )
  - La  $\Delta U_{int}$
  - El trabajo ( $W$ ) realizado por las fuerzas no conservativas entre  $t_1$  y  $t_2$ .
  - De las gráficas de  $x = f(t)$  y  $v = f(t)$ , se determina el valor de aceleración para cada uno de los movimientos que realiza el bloque expresando correctamente el resultado.
  - Para el bloque de masa  $M$  realizar el diagrama de cuerpo libre para cada uno de los movimientos.
  - Obtener para el primer movimiento el valor de las fuerzas Tensión y Fuerza de rozamiento.
  - Verificar que la suma de  $W_T$  y  $W_{Froz}$  es igual al trabajo ( $W$ ) realizado por las fuerzas no conservativas entre  $t_1$  y  $t_2$ .

### Discusión

¿Se verifica la ley de conservación de la energía para el sistema analizado?

¿Cómo logró el bloque variar la energía cinética desde el instante  $t_1$  a  $t_2$ ? ¿Puedes explicarlo en relación con el bloque que cuelga de la soga en términos de transformaciones de energía? ¿Qué ocurre con la temperatura del bloque de masa  $M$  y la temperatura del riel por donde se mueve luego de transcurrido el tiempo? ¿Puedes pensar en transformaciones de energía?

Analizando las gráficas obtenidas de  $x = f(t)$  y  $v = f(t)$ , ¿puedes identificar los distintos movimientos que realiza el bloque de masa  $M$ ? Fundamenta tu respuesta realizando el análisis de las fuerzas aplicadas sobre el cuerpo para los distintos movimientos.

Determina para cada movimiento el valor de la aceleración y expresa correctamente el resultado.

### Bibliografía

- Gil, S., Rodríguez, E.: Física Re-Creativa. Experimentos de Física usando nuevas tecnologías. Prentice Hall. Pearson Educación. Argentina. 2001.
- Sears, F., Zemansky, M., Young, H., Freedman, R.: Física Universitaria. 11a. Edición. Vol. 1. Pearson Educación. México. 2004.

**Trabajo Práctico N° 3: Conservación de masa y energía en Fluidos****Objetivo general:**

Analizar conservación de masa y de energía en un sistema donde existen fuerzas no conservativas.

**Objetivo 1:**

Analizar la conservación de masa en un fluido: **Ley de continuidad**

**Problema relacionado 1:**

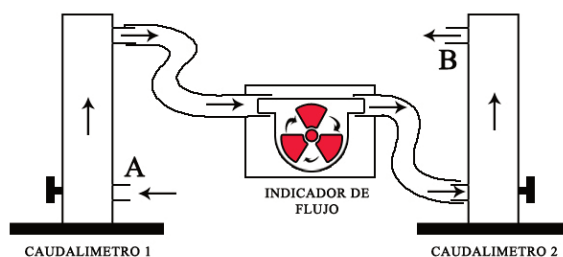
Dado que la sangre -como todo líquido- es incompresible, el caudal sanguíneo que atraviesa cualquier área del lecho vascular debe ser el mismo.

En adultos el área transversal promedio de la aorta es de  $3 \text{ cm}^2$ , y la velocidad de la sangre circulando por la arteria -de acuerdo a que el individuo esté en reposo o realizando ejercicio físico- presenta valores desde  $30 \text{ cm/s}$  a  $90 \text{ cm/s}$ , mientras que en los capilares el área transversal total promedio es de  $2.400 \text{ cm}^2$ . Determina:

- El caudal sanguíneo para las velocidades citadas. Expresa el resultado en  $\text{cm}^3/\text{s}$  y en unidades SI.
- De los valores calculados, ¿qué valor de caudal correspondería a un adulto que está realizando un ejercicio físico intenso? Justifica tu respuesta en términos de energía.
- ¿Cuál será la velocidad de la sangre cuando circula por los capilares para las dos situaciones? ¿Puedes encontrar una justificación en términos de energía?
- Relaciona las diferencias de velocidades entre aorta y capilares para una misma situación (individuo en reposo) con las áreas transversales de los sectores del lecho vascular. ¿Existirá correspondencia con la función de estos vasos?

**Metodología**

- Se conecta una canilla en el extremo A del sistema de la figura y el extremo B se vuelca a la pileta. Se intercalan dos medidores de caudal (rango:  $40\text{-}400 \text{ cm}^3/\text{min}$ ) en los puntos A y B del sistema. Se conecta además en serie un visor de flujo a molinete (cualitativo).
- Se fija un caudal con el caudalímetro 1, se toma la lectura del caudal en caudalímetro 2 y se observa la velocidad de giro del molinete (indicador de flujo).
- Se repite la operación con un caudal mayor.

**Análisis y discusión de los resultados**

Se verifica que las lecturas en ambos caudalímetros es la misma para cada caso y se compara la velocidad de giro del molinete.

Encontrar la relación de velocidades de giro a partir de los datos de caudal para las dos situaciones.

Compara la experiencia con el problema introductorio. Fundamenta la comparación que realizaste.

**Objetivo 2**

Verificar como varía la diferencia de presión entre los extremos de tubos horizontales, cuando el caudal se mantiene constante y son apreciables los efectos de la viscosidad: **Teorema de Bernoulli para fluidos reales.**

### Problema relacionado 2:

La aorta es una de las grandes arterias presentes en el árbol circulatorio del ser humano, siendo su radio de 1,3 cm.

Si consideramos un individuo adulto en reposo, la densidad de la sangre a 37 °C es de  $1,059 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  y la viscosidad de la sangre a 37 °C es  $2,084 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$  y el caudal medio de sangre es  $1 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ . Calcula:

- La velocidad media de la sangre en la aorta
- La caída de presión a lo largo de 0.2 m de aorta
- La potencia necesaria para bombear la sangre a lo largo de esta porción de aorta.
- ¿Sufrirá igual caída de presión cuando la sangre circula a lo largo de 0,2m de una arteria cuyo radio es  $\frac{1}{2}$  del radio de la aorta?
- Considerando el mismo caudal, ¿se requerirá la misma potencia que en el inciso c para bombear la sangre por esta nueva arteria? Fundamenta tu respuesta.

### Metodología

Medir la diferencia de altura de agua ( $h_A - h_B$ ) en los tubos verticales conectados a cañerías de vidrio cuando, entre las mismas, se intercalan tubos horizontales, como se indica en la figura.



### Análisis y discusión de los resultados

La diferencia de altura del agua en los tubos verticales es proporcional a la diferencia de presión entre los extremos del tubo horizontal. Relaciona esa diferencia de presión con las distintas dimensiones de los tubos horizontales intercalados.

Si el caudal permanece constante, ¿puedes relacionar la experiencia con los resultados del problema? Fundamenta en términos de energía.

### Bibliografía

- Gil, S., Rodríguez, E.: Física Re-Creativa. Experimentos de Física usando nuevas tecnologías. Prentice Hall. Pearson Educación. Argentina. 2001.
- Parisi, M.: Temas de Biofísica. McGraw-Hill Interamericana. 4ta. Edición. México, D.F. 2004.
- Sternheim, M. and Keim, J.: General Physics. 2<sup>nd</sup>. Edition. New York. 1991.

El trabajo Práctico Nro. 3 se modificó en el año 2013, según:

### Trabajo Práctico N° 3: Fluidos. Conservación de la Energía

#### Objetivo general:

Analizar conservación de masa y de energía en un sistema donde existen fuerzas no conservativas.



**Problema relacionado:**

Dado que la sangre -como todo líquido- es incompresible, el caudal sanguíneo que atraviesa cualquier área del lecho vascular debe ser el mismo.

En adultos el área transversal promedio de la aorta es de  $3 \text{ cm}^2$ , y la velocidad de la sangre circulando por la arteria -de acuerdo a que el individuo esté en reposo o realizando ejercicio físico- presenta valores desde  $30 \text{ cm/s}$  a  $90 \text{ cm/s}$ , mientras que en los capilares el área transversal total promedio es de  $2.400 \text{ cm}^2$ . Determina:

- El caudal sanguíneo para las velocidades citadas. Expresa el resultado en  $\text{cm}^3/\text{s}$  y en unidades SI.
- De los valores calculados, ¿qué valor de caudal correspondería a un adulto que está realizando un ejercicio físico intenso? Justifica tu respuesta en términos de energía.
- ¿Cuál será la velocidad de la sangre cuando circula por los capilares para las dos situaciones? ¿Puedes encontrar una justificación en términos de energía?
- Relaciona las diferencias de velocidades entre aorta y capilares para una misma situación (individuo en reposo) con las áreas transversales de los sectores del lecho vascular. ¿Existirá correspondencia con la función de estos vasos?

**Objetivo 1:**

Analizar la conservación de masa en un fluido: **Ley de continuidad**

**Metodología**

Se dispone de un sistema como el que se muestra en la Figura 1, por el que circula agua.

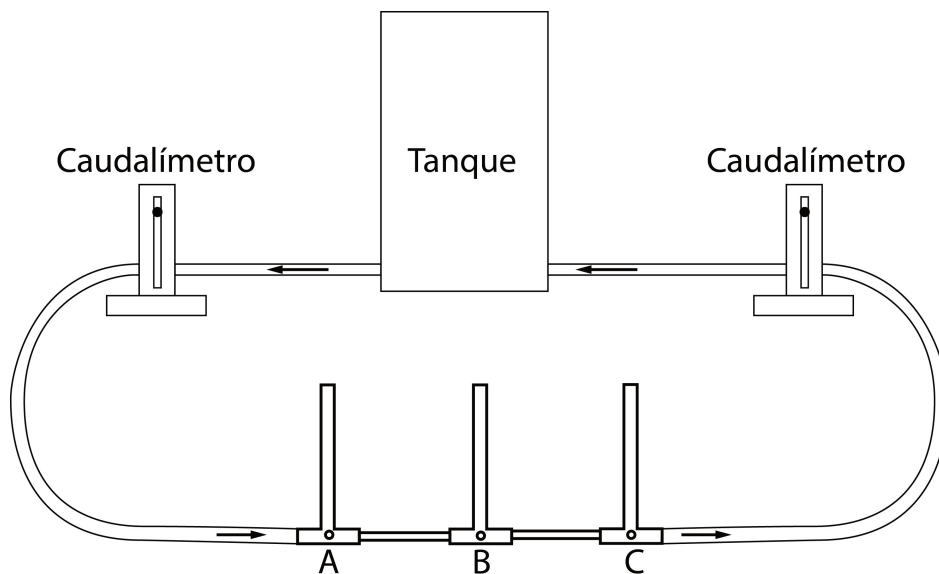


Figura 1

- Mida en los dos caudalímetros el caudal ( $Q$ ) que circula por el sistema.

Expresa correctamente el resultado de  $Q$  en las unidades indicadas en el caudalímetro y en unidades del SI.

¿Permanece constante el caudal en el sistema? Fundamente.

**Objetivo 2**

Determinar la diferencia de presión y la resistencia entre los extremos de un tubo por el que circula agua a un caudal constante y con efectos de viscosidad apreciables.

### **Metodología**

En el sistema de la figura correspondiente al objetivo 1, en los puntos **A**, **B** y **C** (base de los tubos verticales) se conectan sensores de presión. Un cuarto sensor registra la presión atmosférica.

- a) Utilizando el programa Data Studio registre la presión en función del tiempo en los puntos **A**, **B**, **C** y **atmosférica**. Ajuste las gráficas de  $p = f(t)$  con una función lineal y determine el valor de la presión en los puntos A, B y C y la presión atmosférica.
- b) Mida la altura que alcanza el líquido en cada uno de los tubos verticales.

### **Resultados**

- a) Exprese correctamente:
  - La altura que alcanza el líquido en cada uno de los tubos verticales
  - Las presiones medidas en los puntos A, B y C y la presión atmosférica.
- b) Determine las diferencias de presiones:  $\Delta P_{AB}=P_A-P_B$  y  $\Delta P_{BC}=P_B-P_C$ .
- c) Calcule las resistencias de los tramos A-B, B-C y A-C

Datos: viscosidad del agua: 0,001 Pa.s,

### **Discusión y conclusiones**

Analice y discuta los resultados obtenidos.

¿Puede analizar los resultados obtenidos en relación a las energías involucradas?

### **Bibliografía**

- Gil, S., Rodríguez, E.: Física Re-Creativa. Experimentos de Física usando nuevas tecnologías. Prentice Hall. Pearson Educación. Argentina. 2001.
- Parisi, M.: Temas de Biofísica. McGraw-Hill Interamericana. 4ta. Edición. México, D.F. 2004.
- Sternheim, M. and Keim, J.: General Physics. 2<sup>nd</sup>. Edition. New York. 1991.

Realizado por L.O. y R.S.

### ***Trabajo Práctico N° 4: Conservación de la carga y la energía en circuitos eléctricos***

#### **Objetivo general:**

Analizar conservación de la carga y conservación de la energía en circuitos eléctricos.

#### **Objetivo 1:**

Analizar transformación de energía en una pila química. Concepto de diferencia de potencial.

#### **Problema relacionado 1:**

Así como una fuente de agua necesita una bomba para que el agua fluya de manera continua, así también un circuito eléctrico requiere una fuerza electromotriz (f.e.m.) para mantener una corriente estable.

- a) ¿qué elementos conoces que puedan proveer una f.e.m.?; en términos de energía, ¿qué puedes cuantificar mediante la magnitud fuerza electromotriz? ¿Cuál es su unidad en SI?
- b) Dibuja una pila comercial y coloca en los extremos (polos) el signo que corresponde, ¿qué nombre recibe cada uno de los polos?, ¿qué representan los signos?, ¿qué significa el valor 1,5 V?, ¿qué instrumento utilizas para medirlo y cómo lo conectarías?
- c) ¿Qué tipo de transformaciones energéticas ocurren en una pila química?
- d) ¿cómo y por qué se genera corriente eléctrica de forma continua en un circuito sencillo? Utiliza la analogía con la fuente de agua y encuentra relaciones basadas en la energía y sus transformaciones.



### Metodología

- Se mide la diferencia de potencial entre los extremos de una pila con un voltímetro. Se expresa correctamente el resultado. Determina:

- a) ¿Cuál de los extremos está a mayor potencial?

- b) ¿Qué cambia en la lectura del voltímetro al invertir los cables?

- Se conecta otra pila en serie con la anterior, se mide nuevamente la diferencia de potencial entre los extremos de la nueva conexión con un voltímetro. Se expresa correctamente el resultado.

- c) Compara la nueva lectura con la anterior, ¿a qué atribuyes el nuevo valor obtenido?

- Intenta nuevas conexiones y realiza las lecturas con el voltímetro, tratando de explicar los resultados que obtienes.

### Análisis y discusión de los resultados

Compara el valor obtenido en las mediciones con el informado en la pila. ¿Resultó exacta la medición? ¿Qué apreciación tiene el voltímetro utilizado?

Compara la experiencia con el problema introductorio. Fundamenta en términos de energía.

### Objetivo 2:

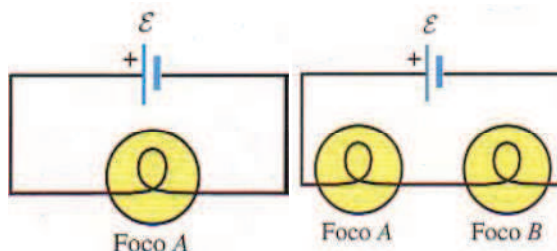
Analizar conservación de carga en circuitos eléctricos. Concepto de corriente. Leyes de Kirtchhoff.

### Problema relacionado 2:

Una linterna de mano es un ejemplo simple de circuito eléctrico. Las baterías de la linterna (pila química) transforman energía química en energía potencial eléctrica, esta energía se suministra a una corriente de electrones, los cuales fluyen a través de un filamento de foco de la linterna donde la energía potencial se transforma en energía lumínica (el foco emite luz) y calórica (el foco se calienta). En seguida los electrones regresan a las baterías para repetir el ciclo.

- a) Dibuja el circuito eléctrico que correspondería a una linterna.

- b) Si dispones de la misma batería pero en la linterna además del foco existe una resistencia, ¿iluminará el foco con la misma intensidad que en el caso a)? Fundamenta tu respuesta en términos de energía.
- c) Si con la misma batería armas un circuito con 2 focos iguales al utilizado en el inciso a), ¿cada uno de ellos iluminará con la misma intensidad de a)?
- d) En el circuito de la izquierda, ¿puedes predecir el valor de la diferencia de potencial en los extremos del foco A? Fundamenta tu respuesta en términos de energía.
- e) ¿Será el mismo valor la diferencia de potencial entre los extremos del foco A en el circuito de la derecha? Fundamenta tu respuesta en términos de energía.



- f) Si colocas un amperímetro en cada circuito, ¿medirá la misma Intensidad de corriente en los dos circuitos?
- g) Para el circuito de la izquierda ¿Será la misma lectura de corriente si el amperímetro se coloca a la izquierda del foco A, o a la derecha del mismo foco? Fundamenta tu respuesta en relación a la conservación de la carga en un circuito.
- h) La Potencia (rapidez de transferencia de energía) es igual al producto de la diferencia de potencial por la corriente. ¿Cuál es la unidad de Potencia en SI?
- ¿Qué potencia se entrega al foco de la linterna si la fem es de 3 V y la corriente que circula por el foco es de 0,5 A?, ¿Cuál es la resistencia del foco?
- i) Si las baterías duran 5,0 h, ¿cuál es la energía total entregada al foco?



### **Metodología**

Dada una batería de 12 V, si se conecta con un conductor el extremo de mayor potencial con el de menor potencial, las cargas se mueven originando una corriente, de esta forma la energía potencial eléctrica acumulada en la pila se transforma, a través de la circulación de cargas, en otra forma de energía.

Fundamentalmente, los circuitos eléctricos son un medio para llevar energía de un lugar a otro, Cuando se trasladan partículas con carga dentro de un circuito, se transfiere energía potencial de una fuente (batería) hacia un dispositivo (foco) en el que la energía se almacena o se convierte a otra.

*El sistema nervioso de los animales y de los seres humanos es un circuito eléctrico especializado que transporta señales vitales de una parte del organismo a otra.*

- Dados una pila, cables y un foco, propone una experiencia para observar lo expresado en el párrafo anterior.
- a) ¿En qué tipos de energía se transformó la energía potencial eléctrica?
- b) ¿Qué ocurre cuando se intercala otro foco en el circuito?
- Mide en cada una de las experiencias la intensidad de corriente que circula y la diferencia de potencial entre los extremos de cada uno de los focos y entre los extremos de la batería.
- Realiza nuevas mediciones variando la f.e.m. que proporciona la batería. Completa la siguiente tabla.

<input type="checkbox"/> $V_{\text{batería}}$	Apreciación voltímetro	<input type="checkbox"/> $V_{\text{foco1}}$	Apreciación voltímetro	<input type="checkbox"/> $V_{\text{foco2}}$	Apreciación voltímetro

- ¿Puedes afirmar que en el circuito se conserva la carga? Explicalo utilizando las Leyes de Kirtchhoff?

#### Análisis y discusión de los resultados

Compara la experiencia con el problema introductorio. Fundamenta en términos de energía.

#### Bibliografía

- Gil, S., Rodríguez, E.: Física Re-Creativa. Experimentos de Física usando nuevas tecnologías. Prentice Hall. Pearson Educación. Argentina. 2001.
- Parisi, M.: Temas de Biofísica. McGraw-Hill Interamericana. 4ta. Edición. México, D.F. 2004.
- Sears, F., Zemansky, M., Young, H., Freedman, R.: Física Universitaria. 11a. Edición. Vol. 1. Pearson Educación. México. 2004.

El Trabajo Práctico N° 4 se modificó en el 2do. año (2012) de desarrollo de la propuesta.

#### Trabajo Práctico N° 4: Conservación de la Carga y Conservación de la Energía

##### Objetivo general:

Analizar Conservación de la carga y Conservación de la energía en cuerpos cargados.

##### Objetivo 1:

Observar el fenómeno de atracción y repulsión electrostática entre dos cuerpos cargados. Análisis de la conservación de la carga eléctrica.

Comprobar signo y magnitud de las cargas adquiridas por frotamiento en distintas varillas. Distinción entre conductores y aislantes.

##### Problema relacionado 1:

La **electricidad** es una de las manifestaciones de la energía, y se define como una categoría de fenómenos físicos originados por la existencia de cargas eléctricas y por la interacción de las mismas.

- a) En la figura se observan los cabellos de una niña “electrizados”. ¿Puede explicar la causa del fenómeno observado, en término de interacciones?
- b) Se observan los cabellos separados entre sí ¿Se produce atracción ó repulsión electrostática? ¿Qué ocurrirá con el cabello cuando la niña se haya alejado del tobogán? ¿Puede explicarlo en término de interacciones?
- c) Al cargar por contacto dos péndulos, uno con una varilla acrílica y otro con varilla de PVC, cuando las esferitas están a una distancia horizontal de 0,02 m, se observa que el segundo péndulo se encuentra en equilibrio con la cuerda que lo sostiene inclinada a  $10^\circ$  de la vertical.
- d) Determinar en un dibujo la dirección y sentido de la fuerza eléctrica que aparecerá sobre la esfera con carga negativa. ¿Se produce atracción ó repulsión electrostática?
- e) Determinar el valor de la fuerza eléctrica que aparece sobre el segundo péndulo, suponiendo que poseen cargas de valor  $2 \times 10^{-8}$  C. ¿Qué ocurre si la distancia entre los péndulos es mayor? Graficar la fuerza eléctrica vs. la distancia r.



Los cabellos de la niña se repelen entre sí por causa de la carga eléctrica positiva adquirida por medio del contacto con el tobogán.

### Metodología

*Material necesario:*

*Péndulos*

*Varillas de acrílico*

*Varillas de PVC*

*Varillas metálicas*

*Paño de lana*

*Culombímetro (instrumento para medir carga eléctrica)*

- Se frota varillas de diferentes materiales con el paño de lana y se determina la magnitud y signo de su carga con el uso del culombímetro.
- Se frota con el paño de lana la varilla de acrílico, se acerca al péndulo colocándolo en contacto con la varilla.
- Se frota con el paño de lana la varilla de PVC, se acerca al otro péndulo colocándolo en contacto con la varilla.
- Se acercan los péndulos a una distancia de 0,02 m y se observa que ocurre.
- Se varía la distancia entre los péndulos observando como varía la interacción.

### Análisis y discusión de los resultados

Analice y discuta en detalle los resultados obtenidos en cada una de las experiencias realizadas.

¿Cómo explicaría para el caso de las varillas frotadas La ley de Conservación de la carga?

#### Objetivo 2:

Analizar Ley de Conservación de la Energía. Conceptos de Energía potencial eléctrica y Diferencia de potencial eléctrico.

#### Problema relacionado 2:

Durante la formación de una tormenta, se observa una separación de cargas eléctricas, quedando las nubes más bajas electrizadas negativamente mientras las más altas adquieren cargas positivas. Así las nubes más bajas inducen cargas positivas en la superficie de la Tierra.

A medida que las cargas eléctricas se acumulan en las nubes, se almacena energía potencial eléctrica.

En esa situación -cuando se sobrepasa el valor de la rigidez eléctrica del aire- una enorme chispa eléctrica, el rayo, cae desde la nube hacia la Tierra, acompañado de un relámpago y un trueno.

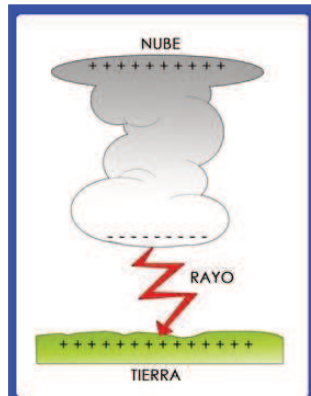
a) ¿Podría explicar las transformaciones de energía que acontecen cuando cae un rayo?

Si se conecta dos placas conductoras a una fuente de alta tensión estableciendo una diferencia de potencial  $\Delta V = 3600 \text{ V}$  entre las placas, se observa que “salta” una chispa eléctrica de una placa hacia la otra.

b) Sabiendo que el campo eléctrico entre ellas es de  $3 \cdot 10^6 \text{ N/C}$ , ¿Cuál es la distancia entre las placas?

c) Si se coloca entre las placas un péndulo con carga  $Q = 8 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ , ¿Cuál será el valor, dirección y sentido de la Fuerza eléctrica resultante sobre el péndulo?

d) ¿Qué transformaciones de energía ocurrirán?



El rayo es una enorme chispa eléctrica que salta desde una nube hacia otra, o de una nube hacia la Tierra.

#### Metodología

Material necesario:

*Fuente de alta tensión*

*Condensador de placas paralelas.*

*Péndulo*

*Varilla de acrílico*

*Paño de lana*



- Se conecta la fuente de alta tensión de manera de observar el arco voltaico. ¿En qué tipo de energía se transformó la energía potencial eléctrica?
- Se conecta la fuente de alta tensión al condensador de placas paralelas y se introduce un péndulo previamente cargado. ¿Qué ocurre con el péndulo? ¿Cómo es el campo eléctrico en el interior del condensador plano? ¿Qué ocurre si introduce un péndulo descargado?

**Atención!!** Cuide de NO TOCAR, de no acercar su mano bajo ningún motivo, a las placas de los condensadores, ni a la fuente de alta tensión.

### **Análisis y discusión de los resultados**

Compare la experiencia con el problema introductorio. Fundamente en términos de energía.

### **Bibliografía**

- Gil, S., Rodríguez, E.: Física Re-Creativa. Experimentos de Física usando nuevas tecnologías. Prentice Hall. Pearson Educación. Argentina. 2001.
- D.C. Giancoli.: Física. Principios con aplicaciones. 4ta edición, Prentice Hall, 1997.
- Máximo, A., Alvarenga, B.: Física General con experimentos sencillos, 4a. Edición. Oxford. México. 2010.
- Sears, F., Zemansky, M., Young, H., Freedman, R.: Física Universitaria. 11a. Edición. Vol. 2. Pearson Educación. México. 2004.

El Trabajo Práctico N° 4 se modificó en el 2do. año (2017) de desarrollo de la propuesta.

### **Trabajo Práctico N° 4: Conservación de la Carga y Conservación de la Energía**

#### Objetivo general:

Analizar conservación de la carga y conservación de la energía en cuerpos cargados y en circuitos eléctricos.

#### Objetivo 1:

Observar el fenómeno de atracción y repulsión electrostática entre dos cuerpos cargados. Análisis de la conservación de la carga eléctrica.

Comprobar signo y magnitud de las cargas adquiridas por frotamiento en distintas varillas. Distinción entre conductores y aislantes.

#### Metodología

##### *Material necesario:*

*Péndulos*

*Varillas de acrílico*

*Varillas de PVC*

*Varillas metálicas*

*Paño de lana*

*Culombímetro (instrumento para medir carga eléctrica)*

- Se frota varillas de diferentes materiales con el paño de lana y se determina la magnitud y signo de su carga con el uso del culombímetro.
- Se frota con el paño de lana la varilla de acrílico, se acerca al péndulo colocándolo en contacto con la varilla.
- Se frota con el paño de lana la varilla de PVC, se acerca al otro péndulo colocándolo en contacto con la varilla.
- Se acercan los péndulos a una distancia de 0,02 m y se observa que ocurre.
- Se varía la distancia entre los péndulos observando como varía la interacción.

#### Análisis y discusión de los resultados

Analice y discuta en detalle los resultados obtenidos en cada una de las experiencias realizadas.



¿Cómo explicaría para el caso de las varillas frotadas La ley de Conservación de la carga?

Objetivo 2:

Analizar transformación de energía en una pila química. Concepto de diferencia de potencial.

Problema relacionado:

Así como una fuente de agua necesita una bomba para que el agua fluya de manera continua, así también un circuito eléctrico requiere una fuerza electromotriz (f.e.m.) para mantener una corriente estable.

- ¿qué elementos conoces que puedan proveer una f.e.m.?; en términos de energía, ¿qué puedes cuantificar mediante la magnitud fuerza electromotriz? ¿Cuál es su unidad en SI?
- Dibuja una pila comercial y coloca en los extremos (polos) el signo que corresponde, ¿qué nombre recibe cada uno de los polos?, ¿qué representan los signos?, ¿qué significa el valor 1,5 V?, ¿qué instrumento utilizas para medirlo y cómo lo conectarías?
- ¿Qué tipo de transformaciones energéticas ocurren en una pila química?
- ¿cómo y por qué se genera corriente eléctrica de forma continua en un circuito sencillo? Utiliza la analogía con la fuente de agua y encuentra relaciones basadas en la energía y sus transformaciones.



Metodología

- Se mide la diferencia de potencial entre los extremos de una pila con un voltímetro. Se expresa correctamente el resultado. Determina:

- ¿Cuál de los extremos está a mayor potencial?

- ¿Qué cambia en la lectura del voltímetro al invertir los cables?

- Se conecta otra pila en serie con la anterior, se mide nuevamente la diferencia de potencial entre los extremos de la nueva conexión con un voltímetro. Se expresa correctamente el resultado.

- Compara la nueva lectura con la anterior, ¿a qué atribuyes el nuevo valor obtenido?

- Intenta nuevas conexiones y realiza las lecturas con el voltímetro, tratando de explicar los resultados que obtienes.

Análisis y discusión de los resultados

Compara el valor obtenido en las mediciones con el informado en la pila. ¿Resultó exacta la medición? ¿Qué apreciación tiene el voltímetro utilizado?

Compara la experiencia con el problema introductorio. Fundamenta en términos de energía.

Objetivo 3:

Analizar conservación de carga en circuitos eléctricos. Concepto de corriente. Leyes de Kirtchhoff.

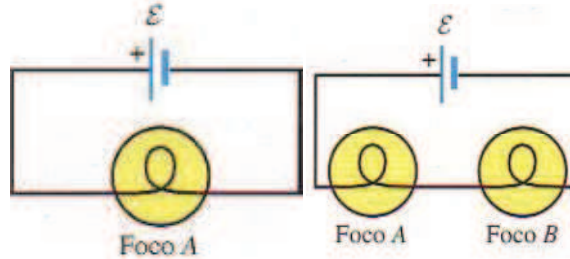
Problema relacionado:

Una linterna de mano es un ejemplo simple de circuito eléctrico. Las baterías de la linterna (pila química) transforman energía química en energía potencial eléctrica, esta energía se suministra a una corriente de electrones, los cuales fluyen a través de un filamento de foco de la linterna donde la energía potencial se transforma en energía lumínica (el foco emite luz) y calórica (el foco se calienta). En seguida los electrones regresan a las baterías para repetir el ciclo.

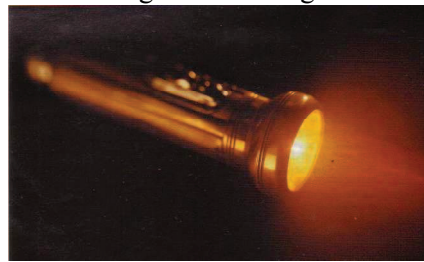
- Dibuja el circuito eléctrico que correspondería a una linterna.

- Si dispones de la misma batería pero en la linterna además del foco existe una resistencia, ¿iluminará el foco con la misma intensidad que en el caso a)? Fundamenta tu respuesta en términos de energía.

- c) Si con la misma batería armas un circuito con 2 focos iguales al utilizado en el inciso a), ¿cada uno de ellos iluminará con la misma intensidad de a)?
- d) En el circuito de la izquierda, ¿puedes predecir el valor de la diferencia de potencial en los extremos del foco A? Fundamenta tu respuesta en términos de energía.
- e) ¿Será el mismo valor la diferencia de potencial entre los extremos del foco A en el circuito de la derecha? Fundamenta tu respuesta en términos de energía.

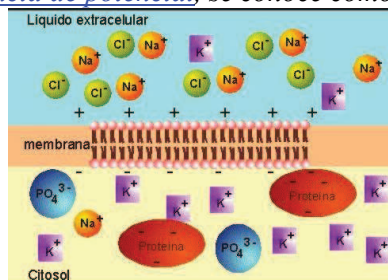


- f) Si colocas un amperímetro en cada circuito, ¿medirá la misma Intensidad de corriente en los dos circuitos?
- g) Para el circuito de la izquierda ¿Será la misma lectura de corriente si el amperímetro se coloca a la izquierda del foco A, o a la derecha del mismo foco? Fundamenta tu respuesta en relación a la conservación de la carga en un circuito.
- h) La Potencia (rapidez de transferencia de energía) es igual al producto de la diferencia de potencial por la corriente. ¿Cuál es la unidad de Potencia en SI?  
 ¿Qué potencia se entrega al foco de la linterna si la fem es de 3 V y la corriente que circula por el foco es de 0,5 A?, ¿Cuál es la resistencia del foco?
- i) Si las baterías duran 5,0 h, ¿cuál es la energía total entregada al foco?



*El sistema nervioso de los animales y de los seres humanos es un circuito eléctrico especializado que transporta señales vitales de una parte del organismo a otra.*

*El interior de la célula tiene mayor cantidad de cargas negativas en comparación con el exterior. Esta diferencia de carga, o diferencia de potencial, se conoce como potencial de membrana.*



*El potencial de membrana en reposo habla acerca de la diferencia de cargas eléctricas a través de la membrana plasmática cuando la célula se encuentra en reposo.*

### Metodología

Dada una batería de 12 V, si se conecta con un conductor el extremo de mayor potencial con el de menor potencial, las cargas se mueven originando una corriente, de esta forma la energía potencial eléctrica acumulada en la pila se transforma, a través de la circulación de cargas, en otra forma de energía.

Fundamentalmente, los circuitos eléctricos son un medio para llevar energía de un lugar a otro, Cuando se trasladan partículas con carga dentro de un circuito, se transfiere energía potencial de una fuente (batería) hacia un dispositivo (foco) en el que la energía se almacena o se convierte a otra.

- Dados una pila, cables y un foco, propone una experiencia para observar lo expresado en el párrafo anterior.

a) ¿En qué tipos de energía se transformó la energía potencial eléctrica?

b) ¿Qué ocurre cuando se intercala otro foco en el circuito?

- Mide en cada una de las experiencias la intensidad de corriente que circula y la diferencia de potencial entre los extremos de cada uno de los focos y entre los extremos de la batería.

- Realiza nuevas mediciones variando la f.e.m. que proporciona la batería. Completa la siguiente tabla.

$\square V_{\text{batería}}$	Apreciación voltímetro	$\square V_{\text{foco1}}$	Apreciación voltímetro	$\square V_{\text{foco2}}$	Apreciación voltímetro

- ¿Puedes afirmar que en el circuito se conserva la carga? Explícalo utilizando las Leyes de Kirtchhoff. Expresa correctamente el resultado de cada determinación.

Análisis y discusión de los resultados

Compara la experiencia con el problema introductorio. Fundamenta en términos de energía.

Bibliografía

- Gil, S., Rodríguez, E. (2001). *Física Re-Creativa. Experimentos de Física usando nuevas tecnologías*. Prentice Hall. Pearson Educación, Argentina.
- Parisi, M. (2004). *Temas de Biofísica*. 4ta. Edición. McGraw-Hill Interamericana. México, D.F.
- Sears, F., Zemansky, M., Young, H., Freedman, R. (2004). *Física Universitaria*. 11a. Edición. Vol. 1. Pearson Educación, México.

Agosto 2017- Realizado por L.O.

## Anexo 6b Problemas de Coloquio

### Coloquio 1: Errores de Medición

**1-** Una de las mayores preocupaciones de los padres es saber si su hijo crece correctamente.

A los pocos minutos de nacer, se realizan las medidas de la talla, el peso y el perímetro craneal.

La valoración del peso es uno de los índices de crecimiento más utilizado actualmente, probablemente porque su medida es muy sencilla.

**Un recién nacido a término y sano pesa entre 2500 y 4000 gramos.**

La medida de la talla se realiza de manera sistematizada con un tallímetro horizontal con el bebé bien estirado, con la cabeza paralela al suelo y con los talones, las nalgas y la espalda tocando el tallímetro. Se mide la distancia entre el talón y el vértice de la cabeza.

**La longitud media de un recién nacido es de unos 50 cm.**

Es importante la medida del perímetro craneal en el momento del nacimiento a fin de poder evaluar las medidas posteriores. Para ello se utiliza una cinta métrica extensible (no metálica). La cinta ha de circundar las prominencias frontal y occipital buscando el perímetro máximo.

**El perímetro cefálico medio es de unos 34 cm.**

De un recién nacido se realizaron 5 medidas de la talla con un tallímetro obteniendo las siguientes mediciones:

Talla (cm) = 49.8 49.9 49.7 49.8 49.9

Se realizaron 3 medidas del peso del bebé con una balanza granataria, arrojando las siguientes mediciones:

Masa (kg) = 3.40 3.45 3.42

Se realizaron 4 medidas del perímetro craneal con una cinta métrica, arrojando las siguientes mediciones:

Perímetro craneal (cm) = 34.0 34.5 34.2 34.2

b) Calcule el valor medio y la desviación estándar de la talla, la masa y el perímetro craneal del recién nacido.

d) Exprese correctamente el resultado de cada determinación con un 80% de confianza.

e) Las determinaciones ¿incluyen a los valores medios mencionados en el texto?

**2-** Exprese correctamente el resultado de los siguientes conjuntos de mediciones con un 90% de confianza.

A(kg) = 8.10 8.10 7.83 7.93 7.96 8.15 7.86 7.86 7.98 8.10  
8.06 8.06 7.98 8.22 7.99

B(kg) = 8.0 8.0 8.0 8.0 8.0

C(cm) = 57.97 57.79 57.96 58.22 58.04

D(cm) = 58.1 57.9 58.0 57.9 58.1 57.9 58.1

Para los dos conjuntos de mediciones de masa, ¿tienen las balanzas utilizadas igual apreciación?

Para los dos conjuntos de mediciones de longitud, ¿tienen los instrumentos utilizados igual apreciación?

3- En una experiencia de laboratorio, se pidió a 3 grupos de estudiantes que determinaran la densidad de un aceite con un densímetro. Se obtuvieron los siguientes datos:

$$\text{Grupo 1: } \delta_1 (10^3 \text{ kg/m}^3) = 0.891 \quad 0.892 \quad 0.891 \quad 0.893 \quad 0.892 \quad 0.893 \quad 0.894 \quad 0.890$$

$$\text{Grupo 2: } \delta_2 (10^3 \text{ kg/m}^3) = 0.89 \quad 0.89 \quad 0.89 \quad 0.89 \quad 0.89 \quad 0.89 \quad 0.89 \quad 0.89$$

$$\text{Grupo 3: } \delta_3 (10^3 \text{ kg/m}^3) = 0.852 \quad 0.853 \quad 0.851 \quad 0.851 \quad 0.852 \quad 0.852 \quad 0.850 \quad 0.854$$

- e) Exprese el resultado de la medición en cada caso con un 95% de confianza.
- f) Discuta la precisión de cada serie de medidas.
- g) ¿Qué puede decir sobre la exactitud del resultado de la medición en cada caso? ¿Qué información necesita?
- h) Se conoce, a partir del resultado de la medición por un método patrón, que la densidad del aceite es  $\delta (10^3 \text{ kg/m}^3) = 0.892(1)$ . ¿Qué grupo está cometiendo un error sistemático? Proponga posibles fuentes de dicho error.

4- Para ayudar a las personas a determinar cuál es su peso saludable, se utiliza una medida sencilla de la relación entre la masa corporal de un individuo adulto y su altura llamada **Índice de Masa Corporal (IMC)**. Dicho índice se calcula según la siguiente expresión:

$$\text{IMC} = \text{peso (kg)} / [\text{estatura (m)}]^2$$

El IMC es una medida que los profesionales de la salud utilizan normalmente para determinar el grado de peso insuficiente, sobrepeso u obesidad en adultos, según la tabla adjunta:

Composición corporal	Índice de masa corporal (IMC)
Peso inferior al normal	Menos de 18.5
Normal	18.5 – 24.9
Peso superior al normal	25.0 – 29.9
Obesidad	Más de 30.0

Con el propósito de determinar el IMC de un paciente, se mide 5 veces su altura con una cinta métrica obteniendo las siguientes mediciones:

$$\text{Altura (m)} = 1.70 \quad 1.72 \quad 1.69 \quad 1.70 \quad 1.68$$

Se realizan 3 medidas de la masa del paciente con una balanza de lectura digital, arrojando las siguientes mediciones:

$$\text{Masa (kg)} = 62.50 \quad 62.48 \quad 62.51$$

- f) Calcule el valor medio y la desviación estándar de la altura y de la masa del paciente.
- g) Exprese correctamente el resultado para las medidas directas con un 80% de confianza.
- h) Determine el IMC para el paciente.

i) Calcule el error relativo en la determinación del IMC y exprese correctamente el resultado con un 80% de confianza.

j) El valor hallado de IMC, ¿dentro de qué composición corporal se ubica?

**6-** Se desea medir el caudal medio  $Q$  (volumen de agua por unidad de tiempo) que sale por una canilla. Para eso se usa el siguiente método: se toma el tiempo que tarda en llenarse un balde cilíndrico y se miden las dimensiones del mismo (diámetro  $d$  y altura  $h$ ) para determinar su volumen  $V = \pi (d/2)^2 h$ .

Se procedió a medir 6 veces el diámetro  $d$  y se obtuvieron los valores (en cm):

41.6    40.0    42.5    40.0    42.0    41.0

luego se midió 5 veces la altura  $h$  obteniéndose (en cm)

50.1    51.0    48.5    49.0    50.5

El tiempo  $t$  se midió 5 veces obteniéndose (en s)

602    603    601    598    599

c) Exprese correctamente el resultado de estas tres mediciones con un 80% de confianza y calcule el error relativo de cada una.

d) Calcule el error relativo en la determinación del caudal medio  $Q$  y exprese correctamente su resultado.

### Problemas de Coloquio (Semanas 2, 3 y 4)

#### Problemas de Conservación de la Energía, Dinámica y Cinemática

1- Se deja caer desde una altura de 2 m una pelota de arcilla de 2.5 kg de masa. Al golpear el suelo la pelota de arcilla se adhiere a él.

- a) Determine las interacciones de la pelota cuando está cayendo.
- b) Plantee el diagrama de cuerpo libre y obtenga la fuerza resultante sobre la pelota.
- c) ¿Cuál es el valor de la aceleración?
- d) ¿Qué tipo de movimiento realiza la pelota cuando cae? Gráficas de  $x(t)$ ,  $v(t)$ ,  $a(t)$ .
- e) Para el estado inicial – cuando la pelota se encuentra a 2 m de altura, en reposo –, ¿cuál es la energía potencial gravitatoria?, ¿y la energía cinética? Determine la energía mecánica que corresponde a este estado. Teniendo en cuenta las expresiones de la energía cinética y la energía potencial gravitatoria, demuestre que la unidad de energía en el SI es el julio (J).
- f) Para el estado final –justamente antes de que la pelota toque el suelo despreciando el rozamiento de la pelota con el aire –, ¿cuál es la energía potencial gravitatoria?, ¿y la energía cinética? Determine la energía mecánica que corresponde a este estado.
- g) Calcule la variación de energía mecánica entre el estado inicial y final, ¿Se mantuvo constante la energía mecánica entre estos estados?
- h) Si consideramos como estado final - cuando la pelota se adhiere al piso, en reposo - ¿cuál es la energía potencial gravitatoria?, ¿y la energía cinética? ¿Cuál es el valor de la Energía mecánica correspondiente a este estado? ¿En qué formas de energías se transformó la energía mecánica inicial? Describa las transformaciones de energía del movimiento.

2- Como consecuencia de un golpe, una caja de 15 kg se desliza por el suelo de un almacén de manera horizontal, partiendo con una velocidad inicial de 3.5 m/s de módulo, y se frena por el rozamiento con el suelo, deteniéndose a los 2.3 m de su ubicación inicial.

- a) Realice el diagrama de cuerpo libre para la caja deslizándose por el suelo. Identifique fuerzas de acción y reacción.
- b) Determine ¿qué tipo de movimiento realiza la caja desde que tiene una velocidad de 3.5 m/s hasta que se detiene? Ecuaciones y gráficas del movimiento realizado por la caja. Encuentre la aceleración del sistema indicando módulo, dirección y sentido.
- c) Calcule el valor de la fuerza de rozamiento si se considera que se mantiene constante durante el movimiento.
- d) Determine la variación de energía cinética, la variación de energía potencial gravitatoria y la variación de energía mecánica, entre el estado inicial y final.
- e) ¿Aumentó, disminuyó ó permaneció constante la energía mecánica? ¿Puede fundamentar el resultado en términos de energía?
- g) ¿Qué valor corresponde al trabajo efectuado por el rozamiento con el suelo? ¿Resulta positivo, negativo ó nulo? Fundamente su respuesta.
- h) Calcule el trabajo de cada una de las fuerzas no conservativas aplicadas sobre la caja, demostrando que la unidad de trabajo es Joule.

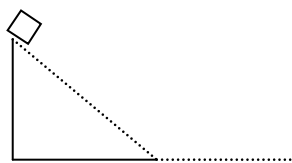


3.- Mediante una soga José arrastra 10 m (desde una situación A a una situación B) un tronco por el suelo horizontal de un bosque a una velocidad constante de 2.3 m/s. Determine:

- Realice el diagrama de cuerpo libre para el tronco, identificando fuerzas conservativas y no conservativas.
- ¿Cuál es el módulo de la tensión de la cuerda?, ¿y el de la fuerza de rozamiento?, ¿cuál es el valor de la aceleración del tronco durante el recorrido?
- Determine el tipo de movimiento realizado por el tronco durante los 10m de recorrido. Escriba las ecuaciones y gráficas del movimiento.
- Variación de energía cinética, variación de energía potencial gravitatoria y variación de energía mecánica entre A y B. ¿Cuál es el valor del trabajo realizado por las fuerzas aplicadas sobre el tronco? ¿Puede estimar el valor de la fuerza resultante sobre el tronco?
- Calcule el trabajo de cada una de las fuerzas no conservativas del ejercicio, si se conoce que el valor absoluto del trabajo realizado por José es de 589J.

4- Recordemos la experiencia de la clase teórica donde un borrador de 0.2 kg de masa descendía por un plano inclinado.

Suponiendo que se lo deja en libertad desde una altura de 0.90 m, se desplaza por el plano inclinado (ángulo de inclinación  $48^\circ$ ), llegando a la base del plano con una velocidad de 3.17 m/s, sigue su recorrido por la superficie horizontal para detenerse a 0.5 m de la base del plano:



### Situación inicial

- Realice el diagrama de cuerpo libre para el cuerpo descendiendo por el plano.
- Para cada fuerza de acción, se puede identificar una fuerza de reacción. Indique, para el ejercicio, las fuerzas de reacción (módulo, sentido, punto de aplicación).
- Determine el tipo de movimiento realizado por el borrador durante su recorrido por el plano inclinado. Calcule la aceleración del borrador indicando módulo dirección y sentido. Escriba las ecuaciones y gráficas del movimiento.
- Indique en el diagrama las fuerzas conservativas y fuerzas no conservativas que actúan sobre el cuerpo.
- la variación de energía cinética entre el estado inicial (cuando se encuentra a una altura de 0.90 m y el estado final (cuando llega a la base del plano inclinado).
- la variación de energía potencial gravitatoria entre los dos estados del inciso a.
- la variación de energía mecánica entre los estados mencionados. ¿A qué atribuye el valor obtenido?
- Determine el trabajo realizado por cada una de las fuerzas no conservativas aplicadas sobre el cuerpo, explicando el signo y valor que obtiene.



i) Repita los incisos anteriores considerando estado inicial el borrador en la base del plano inclinado (velocidad = 3.17 m/s) y estado final cuando se detiene a 1.0 m de la base del plano.

5- Una niña de 17 kg de masa, comienza a deslizarse desde el reposo por un tobogán, que forma un ángulo de  $52^\circ$  con la horizontal. El comienzo del tobogán está a 2.0 m de altura con respecto al suelo. Si el módulo de la velocidad de la niña al final del tobogán (sobre el suelo) es de 4.2 m/s, determine:

a) la variación de energía cinética entre el estado inicial y final.

b) Realice el diagrama de cuerpo libre para la niña descendiendo por el tobogán.

c) Para cada fuerza de acción, se puede identificar una fuerza de reacción. Indique, para el ejercicio, las fuerzas de reacción (módulo, sentido, punto de aplicación).

d) Aplicando la 2da. Ley de Newton determine la aceleración de la niña mientras desciende por el tobogán.

e) Si la superficie del tobogán estuviera perfectamente pulida, ¿cambiaría el valor de velocidad de la niña al final del tobogán? ¿Sería mayor, igual ó menor que el valor mencionado en el problema? ¿Por qué?

f) la variación de energía potencial gravitatoria entre el estado inicial y final.

g) la variación de energía mecánica entre el estado inicial y final. ¿A qué atribuye el valor obtenido?

h) Indique en el diagrama las fuerzas conservativas y fuerzas no conservativas que actúan sobre el cuerpo.

i) Determine el trabajo realizado por cada una de las fuerzas no conservativas aplicadas sobre el cuerpo, explicando el signo y valor que obtiene.

6- Lanzamos una pelota de béisbol con masa de 0.145 kg hacia arriba, dándole una velocidad inicial de 20.0 m/s.

a) Realice el diagrama de cuerpo libre de la pelota en el aire. ¿Cuánto es el valor de la aceleración?

b) Indique que tipo de movimiento describe la pelota en el aire. Escriba las ecuaciones y realice las gráficas que caracterizan al movimiento.

c) Use la conservación de la energía para determinar qué altura alcanza, despreciando la resistencia del aire.

7- Imagine que su primo Tito baja en patineta una rampa curva en un parque. Tratando a Tito y su patineta como una partícula, ésta describe un cuarto de círculo de radio R. La masa total de Tito y su patineta es de 25.0 kg. Tito parte del reposo y no hay fricción con la rampa. Calcule el módulo de la velocidad de Tito en la base de la rampa. Use  $R = 3.00$  m.

8- En el ejercicio anterior, suponga que la rampa tiene fricción y el módulo de la velocidad (rapidez) de Tito en la base es de 6.00 m/s. ¿Qué trabajo efectuó la fuerza de fricción sobre él?

9- Queremos subir una caja de 12 kg a un camión deslizándola por una rampa de 2.5 m inclinada  $30^\circ$ . Un obrero, sin considerar la fricción, calcula que puede subir la caja dándole una rapidez inicial de 5.0 m/s con un empujón en la base. Sin embargo, la fricción no es despreciable; la caja sube 1.6 m por la rampa, se para, y regresa.

a) Indique los tipos de movimientos que realiza la caja cuando sube por la rampa y cuando vuelve a la base de la rampa. Realice las gráficas y escriba las ecuaciones que caracterizan a dichos movimientos.

b) Suponiendo que la fuerza de fricción que actúa sobre la caja es constante, calcule su magnitud.

c) ¿Qué rapidez tiene la caja al volver a la base de la rampa? Interprete el resultado en términos de energía.

10- Un profesor de física tenía una bola de boliche colgada de una cuerda muy larga sujeta al techo de un aula muy grande.

A fin de ilustrar su fe en la conservación de la energía, gustaba de retroceder a un costado del estrado, tirando de la bola hasta que la tensa cuerda la dejaba llegar justo a la punta de su nariz, y luego la soltaba. La pesada bola describía un gran arco sobre el estrado y regresaba, parándose momentáneamente justo frente a la nariz del inmóvil e impávido profesor.

Un día, después de la demostración, alzó la vista justo a tiempo para ver que un estudiante en el otro lado del estrado empujaba la bola después de tirar de ella hasta tenerla frente a su nariz, tratando de duplicar la demostración. Termine de contar la historia y explique el posiblemente trágico desenlace.

11- Un resorte de masa despreciable tiene constante de fuerza  $k = 1600 \text{ N/m}$ .

a) ¿Qué tanto debe comprimirse para almacenar en él  $3.20 \text{ J}$  de energía potencial? ¿Qué resultado obtendrá si en vez de comprimirse debe estirarse?

b) El resorte se coloca verticalmente con un extremo en el piso y se deja caer sobre él un libro de  $1.20 \text{ kg}$  desde una altura de  $0.80 \text{ m}$ . Determine la distancia máxima que se comprimirá el resorte.

12- En una superficie horizontal, una caja de  $50.0 \text{ kg}$  se coloca contra un resorte que almacena  $360 \text{ J}$  de energía. El resorte se suelta y la caja se desliza  $5.60 \text{ m}$  antes de detenerse.

a) Plantee el diagrama de cuerpo libre para la caja cuando está deslizándose libre del resorte.

b) Indique que tipo de movimiento realiza la caja una vez libre del resorte. Escriba las ecuaciones y dibuje las gráficas que caracterizan el movimiento.

c) ¿Qué rapidez tiene la caja cuando está a  $2.00 \text{ m}$  de su posición inicial?

13- Un bloque de  $2.00 \text{ kg}$  se empuja contra un resorte con masa despreciable y constante de fuerza  $k = 400 \text{ N/m}$ , comprimiéndolo  $0.220 \text{ m}$ . Al soltarse el bloque, se mueve por una superficie sin fricción que primero es horizontal y luego sube a  $37.0^\circ$

a) Plantee el diagrama de cuerpo libre para la caja cuando está deslizándose libre del resorte sobre la superficie horizontal y sobre el plano inclinado.

b) ¿Qué rapidez tiene el bloque al deslizarse sobre la superficie horizontal después de separarse del resorte?

c) ¿Qué altura alcanza el bloque antes de pararse y regresar?

### Problemas de Coloquio (Semana 5)

#### Fluidos. Problemas de Conservación de la masa y la Energía

1- Natalia, de 56 kg de masa está de pie apoyada en sus dos pies.

a- Estando descalza, la superficie de apoyo de sus pies sobre el piso es de  $150 \text{ cm}^2$ . ¿Cuál será la presión, expresada en Pascales (Pa), ejercida sobre el suelo?

b- Si se coloca zapatos con tacos altos y el área de la base de cada tacón es de  $1 \text{ cm}^2$ , ¿qué presión ejercen los tacos sobre el suelo? Considera que el peso de Natalia se distribuye sobre los tacones por igual.

Los zapatos con taco muy alto producen gran presión en la parte posterior del talón, lo que conduce a dolor en el tendón de Aquiles. Los huesos del metatarso y las falanges (dedos) sufren demasiada presión, lo que los puede inflamar y causar dolor. ¿Podrías relacionarlo con los resultados del ejercicio anterior?

2- Una aguja hipodérmica de sección  $0,01 \text{ mm}^2$  se clava en la piel con una fuerza de 50 N. ¿Cuál es la presión ejercida sobre la piel?

3- Una piscina de 10 m de profundidad se encuentra totalmente llena de agua. Calcula:

a- La presión en el fondo de la pileta si la Presión atmosférica es de  $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .

b- La presión en el fondo debida únicamente al peso del agua.

4- a- ¿Cuál es el caudal de una corriente que sale por una canilla de 0,5 cm de radio si la velocidad de salida es de 30 m/s?

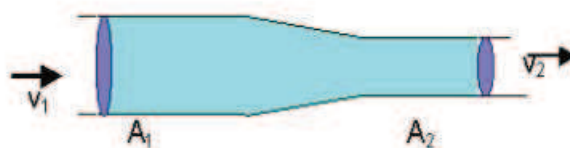
b- Si en la canilla del problema anterior salen 50 l de agua /min, ¿cuál es la velocidad de salida?

5- Calcular el volumen de agua que pasa en 18 s por una cañería de  $3 \text{ cm}^2$  de sección si la velocidad de la corriente es de 40 cm/s.

6- Una manguera de jardín con un área de sección transversal de  $2 \text{ cm}^2$  tiene un flujo  $Q$  de  $200 \text{ cm}^3/\text{s}$ . ¿Cuál es la velocidad media del agua?

7- Una corriente estacionaria circula por una tubería que sufre un ensanchamiento. Si las secciones son de  $1,4 \text{ cm}^2$  y  $4,2 \text{ cm}^2$  respectivamente, ¿cuál es la velocidad de la segunda sección si en la primera es de 6 m/s?

8- Por un tubo de sección transversal  $A_1 = 40 \text{ cm}^2$  se vierte agua con una velocidad de 4,5 m/s. Luego de cierta distancia el tubo se reduce a la mitad del área inicial

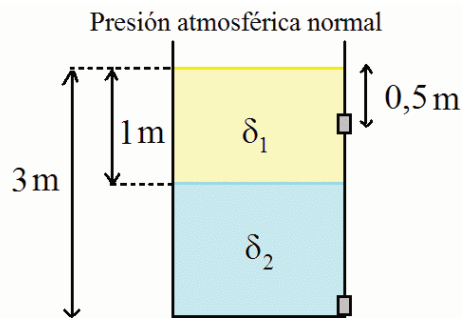


Calcula la velocidad con que sale el agua.

9- Un vaso sanguíneo de radio 1 cm se divide en cuatro vasos sanguíneos, cada uno de radio 0,3 cm. Si la velocidad media en el vaso más ancho es de 28 cm/s, ¿cuál es la velocidad media en cada uno de los vasos más estrechos?

10- El corazón de un adulto bombea aproximadamente 5 L de sangre por minuto. Si el área transversal de la arteria aorta es de  $3 \text{ cm}^2$ , ¿cuál es la velocidad de la sangre circulando por la arteria?

11- El tanque de la figura tiene una sección de  $1 \text{ m}^2$  y contiene dos fluidos de viscosidad prácticamente nula, el superior de densidad  $\rho_1 = 1,5 \text{ g/cm}^3$  y el inferior de densidad  $\rho_2 = 2,3 \text{ g/cm}^3$ . Dos tapones (el área de sus caras es de  $75 \text{ cm}^2$ ), ubicados como indica la figura, bloquean la salida del líquido.



a) Calcula la Presión en - la superficie de separación de los 2 líquidos y - en el fondo del tanque.

a) Calcula la velocidad a la que saldrá el fluido por cada uno de los orificios inmediatamente después de retirar los tapones.

12- Dado que la sangre -como todo líquido- es incompresible, el caudal sanguíneo que atraviesa cualquier área del lecho vascular debe ser el mismo.

En adultos el área transversal promedio de la aorta es de  $3 \text{ cm}^2$ , y la velocidad de la sangre circulando por la arteria -de acuerdo a que el individuo esté en reposo o realizando ejercicio físico- presenta valores desde 30 cm/s a 90 cm/s, mientras que en los capilares el área transversal total promedio es de  $2.400 \text{ cm}^2$ . Determina:

a) El caudal sanguíneo para las velocidades citadas. Expresa el resultado en  $\text{cm}^3/\text{s}$  y en unidades SI.

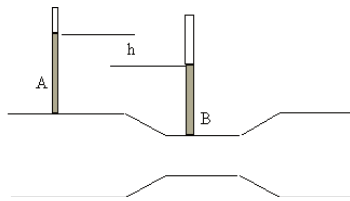
b) De los valores calculados, ¿qué valor de caudal correspondería a un adulto que está realizando un ejercicio físico intenso? Justifica tu respuesta en términos de energía.

c) ¿Cuál será la velocidad de la sangre cuando circula por los capilares para las dos situaciones? ¿Puedes encontrar una justificación en términos de energía?

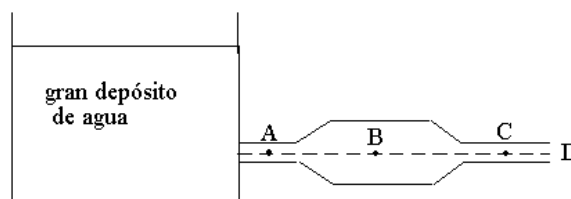
d) Relaciona las diferencias de velocidades entre aorta y capilares para una misma situación (individuo en reposo) con las áreas transversales de los sectores del lecho vascular. ¿Existirá correspondencia con la función de estos vasos?

13- Para saber la velocidad del agua en una tubería empalmamos en ella un tubo en forma de T de menor sección, colocamos tubos manométricos A y B, como indica la figura y medimos la diferencia de altura (5 cm) entre los niveles superiores del líquido en tales tubos.

- a- Sabiendo que la sección del tubo estrecho es 10 veces menor que la tubería, calcula la velocidad del líquido en ésta.
- b- Calcula el caudal Q, si el área de la sección mayor es  $40 \text{ cm}^2$



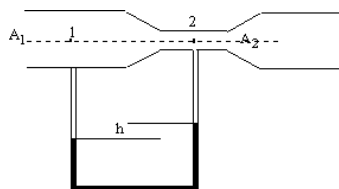
- 14- De un gran depósito de agua (el que se ilustra en la figura), cuyo nivel se mantiene constante fluye agua que circula por los conductos de la figura hasta salir por la abertura D, que está abierta al aire. La diferencia de presión entre los puntos A y B es  $P_B - P_A = 500 \text{ Pa}$ .



Sabiendo que las secciones de los diferentes tramos de la conducción son  $S_A = S_C = 10 \text{ cm}^2$  y  $S_B = 20 \text{ cm}^2$ , calcular las velocidades y las presiones del agua en los puntos A, B, C, de la conducción.

La presión en C es la atmosférica, igual a  $10^5 \text{ Pa}$ .

15-



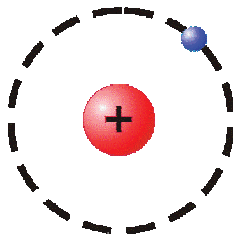
El caudal en una tubería por la que circula agua es  $208 \text{ l/s}$ . En la tubería hay instalado un medidor de Venturi con mercurio como líquido manométrico. Si las secciones de las tuberías son  $800$  y  $400 \text{ cm}^2$ ,

Calcular el desnivel  $h$  que se produce en el mercurio. Dato: densidad del mercurio  $13.6 \text{ gr/cm}^3$

### Problemas de Coloquio (Semana 6)

#### Electrostática. Problemas de Conservación de la Carga y la Energía

1- En un átomo de Hidrógeno, el electrón gira alrededor de un protón bajo la influencia de la fuerza eléctrica.



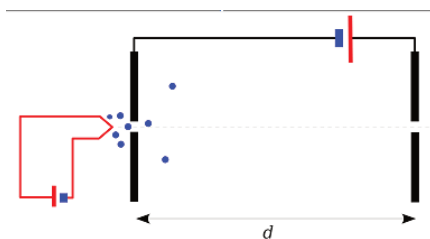
Si la órbita es circular con radio  $a_0 = 5,3 \cdot 10^{-11}$  m,

a- ¿cuál es la energía potencial eléctrica del electrón?

b- Expresa la energía potencial del electrón en electronvoltios (eV).

Dato: carga del electrón  $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}$  C.

2- En el tubo de rayos catódicos de un televisor un electrón es acelerado mediante fuerzas eléctricas desde el reposo hasta  $8 \cdot 10^7$  m/s.



¿Cuál es la variación de su energía potencial eléctrica en

a- Joules

b- electronvoltios (eV).

Dato: masa del electrón  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg.

3- En un aparato de rayos X, los electrones se aceleran mediante fuerzas eléctricas. Si inicialmente se hallan en reposo y pierden 50000 eV de energía potencial eléctrica, ¿cuál es su velocidad inicial?

4- ¿Cuál será la fuerza eléctrica entre dos protones de un núcleo atómico, separados una distancia de  $5 \cdot 10^{-15}$  m? Indica en un dibujo si la fuerza es atractiva o repulsiva.

5- Se tienen dos cargas positivas de  $q = 9$  nC a una distancia de 0.1 m.



Determina:

a- La fuerza eléctrica sobre una de las cargas, ¿existirá atracción ó repulsión eléctrica?

b- ¿Cuándo existirá mayor interacción entre las cargas, cuándo se coloquen en aire ó en agua? Fundamenta.

6- Dos cargas puntuales,  $q_1 = 4 \text{ nC}$  y  $q_2 = -4 \text{ nC}$  se encuentran sobre el eje  $y$ ,  $q_1$  en el origen y  $q_2$  en  $(x=0, y= 2\text{mm})$ . Determine la fuerza resultante (módulo, dirección y sentido) que se ejercerá sobre una carga  $q_0 = 10^{-3} \text{ nC}$  cuando se la ubica en los siguientes puntos:  $(x=2\text{mm}, y=0)$ ;  $(x=2\text{mm}, y=1\text{mm})$ ;  $(x=2\text{mm}, y=2\text{mm})$ . Determina además el campo eléctrico (módulo, dirección y sentido) en c/u de esos puntos.

7- Una carga de  $1 \text{ nC}$  se suelta desde el reposo en un campo uniforme de  $5 \text{ N/C}$ , dirigido hacia la derecha.

a- Determina la fuerza (módulo, dirección y sentido) que se ejerce sobre la carga.

b- Determina el Trabajo realizado por la fuerza eléctrica para que la carga se desplace desde A hasta B. (el punto B se encuentra  $1 \text{ cm}$  a la derecha del punto A), ¿resulta positivo ó negativo?

c- Repite los incisos a y b para el caso en que la carga es negativa.

d- Realiza un esquema de ambas situaciones.

8- Dibuja las líneas de campo eléctrico ( $E$ ) cerca de una carga puntual positiva. Determina el módulo de  $E$  en función de la distancia a la carga ( $r$ ). Grafica  $E$  vs.  $r$ .

9- Calcula el módulo del campo eléctrico  $E$  en un punto P que está  $30 \text{ cm}$  a la derecha de una carga puntual  $q = -3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ . Indica en un dibujo, la dirección y sentido de  $E$ .

10- ¿Por qué decimos que un metal es un buen conductor? Explica de qué formas podemos cargar a un material conductor y a un aislante. ¿Dentro de qué categoría colocarías al cuerpo humano?

En equilibrio, ¿cuál debe ser el valor del campo eléctrico dentro de un conductor?

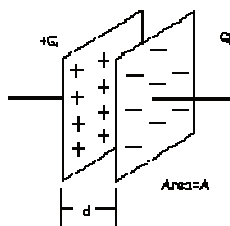
11- Al cargar por contacto dos péndulos, uno con una varilla acrílica y otro con varilla de PVC, cuando las esferitas están a una distancia horizontal de  $0,02 \text{ m}$ , se observa que el segundo péndulo se encuentra en equilibrio con la cuerda que lo sostiene inclinada a  $10^\circ$  de la vertical.

a) Determina en un dibujo la dirección y sentido de la fuerza eléctrica que aparecerá sobre la esfera con carga negativa. ¿Se produce atracción ó repulsión electrostática?

b) Determina el valor de la fuerza eléctrica que aparece sobre el segundo péndulo, suponiendo que poseen cargas de valor  $2 \times 10^{-8} \text{ C}$ . ¿Qué ocurre si la distancia entre los péndulos es mayor? Grafica la fuerza eléctrica vs. la distancia  $r$ .

c) Realiza el diagrama de cuerpo libre para el segundo péndulo, suponiendo que está en equilibrio. Calcula el módulo de  $T$  y la masa del péndulo.

12- El campo eléctrico que se obtiene entre las placas planas de un condensador es de  $2 \cdot 10^4 \text{ N/C}$ , siendo la distancia entre las placas de  $7 \text{ mm}$ .



Suponiendo que un electrón se deja libre y en reposo cerca de la placa negativa:

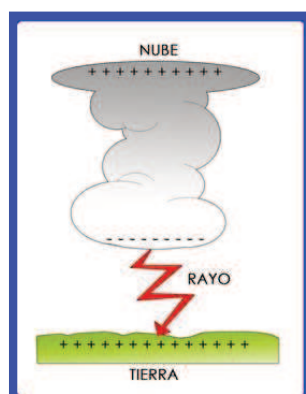
- Dibuja las líneas de E entre las placas del condensador.
- ¿Cuál es la diferencia de potencial entre las placas del condensador?
- ¿Cuál es la magnitud, dirección y sentido de la fuerza que actúa sobre el electrón?
- Sabiendo que el peso del electrón es despreciable en comparación con la fuerza eléctrica que actúa sobre él, ¿qué tipo de movimiento realizará la partícula?
- Escribe las ecuaciones y realiza las gráficas del movimiento.
- ¿Cuál es el valor de la aceleración adquirida por el electrón?
- ¿Cuánto tardará el electrón en desplazarse de la placa negativa a la positiva? ¿Cuál será su velocidad al llegar a la placa positiva?
- ¿Cuál será su energía cinética cuando llegue a la placa positiva?

13- Así como una fuente de agua necesita una bomba para que el agua fluya de manera continua, así también un circuito eléctrico requiere una fuerza electromotriz (f.e.m.) para mantener una corriente estable.

- Dibuja una pila comercial y coloca en los extremos (polos) el signo que corresponde, ¿qué nombre recibe cada uno de los polos?, ¿qué representan los signos?, ¿qué significa el valor 1,5 V?
- ¿Qué tipo de transformaciones energéticas ocurren en una pila química?

14- Durante la formación de una tormenta, se observa una separación de cargas eléctricas, quedando las nubes más bajas electrizadas negativamente mientras las más altas adquieren cargas positivas. Así las nubes más bajas inducen cargas positivas en la superficie de la Tierra.

A medida que las cargas eléctricas se acumulan en las nubes, se almacena energía potencial eléctrica.



En esa situación -cuando se sobrepasa el valor de la rigidez eléctrica del aire ( $3 \cdot 10^6$  N/C), una enorme chispa eléctrica -el rayo- cae desde la nube hacia la Tierra, acompañado de un relámpago y un trueno.

- ¿Podrías explicar las transformaciones de energía que acontecen cuando cae un rayo?

Si se conectan dos placas conductoras a una fuente de alta tensión estableciendo una diferencia de potencial  $\Delta V = 3600$  V entre las placas, se observa que “salta” una chispa eléctrica de una placa hacia la otra.

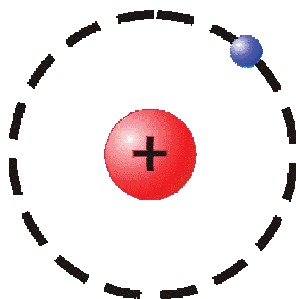


- b) Sabiendo que el campo eléctrico entre ellas es de  $3 \cdot 10^6$  N/C, ¿Cuál es la distancia entre las placas?
- c) Si se coloca entre las placas un péndulo con carga  $Q = 8 \cdot 10^{-9}$  C, ¿Cuál será el valor, dirección y sentido de la Fuerza eléctrica resultante sobre el péndulo?
- d) ¿Qué transformaciones de energía ocurrirán durante el movimiento del péndulo?

La guía de Coloquio de la semana 6 fue modificada para el cursado en el año 2016

**Problemas de Coloquio (Semana 6)**  
**Circuitos eléctricos. Problemas de Conservación de la carga y la Energía**

1- En un átomo de Hidrógeno, el electrón gira alrededor de un protón bajo la influencia de la fuerza eléctrica.



Si la órbita es circular con radio  $a_0 = 5,3 \cdot 10^{-11}$  m,

- a- ¿cuál es la energía potencial eléctrica del electrón?
- b- Expresa la energía potencial del electrón en electronvoltios (eV).  
 Dato: carga del electrón  $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}$  C.
- 2- Se tienen dos cargas positivas de  $q = 9$  nC a una distancia de 0.1 m.



Determina:

- a- La fuerza eléctrica sobre una de las cargas,
- b- ¿existirá atracción ó repulsión eléctrica? Fundamenta
- 3- Dibuja las líneas de campo eléctrico (**E**) cerca de una carga puntual positiva. Determina el módulo de **E** en función de la distancia a la carga ( $r$ ). Grafica **E** vs.  $r$ .
- 4- Calcula el módulo del campo eléctrico **E** en un punto P que está 30 cm a la derecha de una carga puntual  $q = -3 \cdot 10^{-6}$  C. Indica en un dibujo, la dirección y sentido de **E**.
- 5- ¿Por qué decimos que un metal es un buen conductor? Explica de qué formas podemos cargar a un material conductor y a un aislante. ¿Dentro de qué categoría colocarías al cuerpo humano?
- En equilibrio, ¿cuál debe ser el valor del campo eléctrico dentro de un conductor?
- 6- Al cargar por contacto dos péndulos, uno con una varilla acrílica y otro con varilla de PVC, cuando las esferitas están a una distancia horizontal de 0,02 m, se observa que el segundo péndulo se encuentra en equilibrio con la cuerda que lo sostiene inclinada a  $10^\circ$  de la vertical.

a) Determina en un dibujo la dirección y sentido de la fuerza eléctrica que aparecerá sobre la esfera con carga negativa. ¿Se produce atracción ó repulsión electrostática?

b) Determina el valor de la fuerza eléctrica que aparece sobre el segundo péndulo, suponiendo que poseen cargas de valor  $2 \times 10^{-8}$  C. ¿Qué ocurre si la distancia entre los péndulos es mayor? Grafica la fuerza eléctrica vs. la distancia r.

c) Realiza el diagrama de cuerpo libre para el segundo péndulo, suponiendo que está en equilibrio. Calcula el módulo de T y la masa del péndulo.

7- Así como una fuente de agua necesita una bomba para que el agua fluya de manera continua, así también un circuito eléctrico requiere una fuerza electromotriz (f.e.m.) para mantener una corriente estable.

a) Dibuja una pila comercial y coloca en los extremos (polos) el signo que corresponde, ¿qué nombre recibe cada uno de los polos?, ¿qué representan los signos?, ¿qué significa el valor 1,5 V?, ¿qué instrumento utilizas para medirlo y cómo lo conectarías?

b) ¿Qué tipo de transformaciones energéticas ocurren en una pila química?

c) ¿cómo y por qué se genera corriente eléctrica de forma continua en un circuito sencillo? Utiliza la analogía con la fuente de agua y encuentra relaciones basadas en la energía y sus transformaciones.

8- Una batería con una f.e.m. de 6 V y una resistencia interna de  $2 \ \Omega$  se conecta en serie a una bombilla de  $R = 4 \ \Omega$

a- Dibuja el circuito eléctrico correspondiente.

b- Calcula la intensidad de corriente del circuito.

c- Calcula la diferencia de potencial en los terminales de la batería.

9- Una linterna de mano es un ejemplo simple de circuito eléctrico. Las baterías de la linterna (pila química) transforman energía química en energía potencial eléctrica, esta energía se suministra a una corriente de electrones, los cuales fluyen a través de un filamento de foco de la linterna donde la energía potencial se transforma en energía lumínica (el foco emite luz) y calórica (el foco se calienta). En seguida los electrones regresan a las baterías para repetir el ciclo.

a- Dibuja el circuito eléctrico que correspondería a una linterna. Determina el valor de la resistencia del foco si la batería es de 3 V y la intensidad de corriente es de 0,75 A (Ampere). La Potencia (rapidez de transferencia de energía) es igual al producto de la diferencia de potencial por la corriente. ¿Cuál es la unidad de Potencia en SI?

b- ¿Cuál es el valor de la Potencia disipada por el foco?

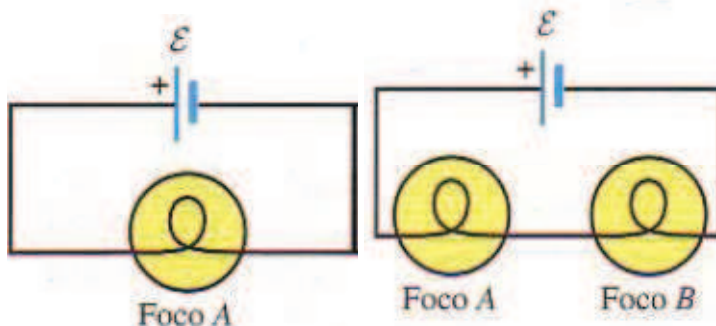
c- Si dispones de la misma batería pero en la linterna además del foco existe una resistencia de  $2 \ \Omega$ , ¿iluminará el foco con la misma intensidad que en el caso a)? Fundamenta tu respuesta en términos de energía.

d- Si con la misma batería del inciso a- armas un circuito con 2 focos iguales al utilizado en el inciso a-, ¿cada uno de ellos iluminará con la misma intensidad de a-?

10- En el circuito de la izquierda,

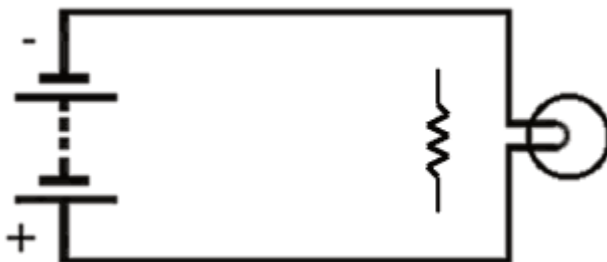
a- ¿puedes predecir el valor de la diferencia de potencial en los extremos del foco A? ¿Con qué instrumento determinarías la diferencia de potencial y cómo lo conectarías en el circuito? Fundamenta tu respuesta en términos de energía.

b- ¿Será el mismo valor la diferencia de potencial entre los extremos del foco A en el circuito de la derecha? Fundamenta tu respuesta en términos de energía.



- c- Si colocas un amperímetro en cada circuito, ¿medirá la misma Intensidad de corriente en los dos circuitos? ¿Cuál será el sentido de la corriente en los dos circuitos?
- d- Para el circuito de la izquierda ¿Será la misma lectura de corriente si el amperímetro se coloca a la izquierda del foco A, o a la derecha del mismo foco? Fundamenta tu respuesta en relación a la conservación de la carga en un circuito.
- e- ¿Qué potencia se entrega al foco de la linterna si la fem es de 3 V y la corriente que circula por el foco es de 0,5 A?, ¿Cuál es la resistencia del foco?
- f- Si las baterías duran 5,0 h, ¿cuál es la energía total entregada al foco?

11- En el circuito de la figura,



cada una de las baterías es de 1,5 V y la lámpara tiene un valor de resistencia de 6

□□□□Calcula:

- a- La intensidad y el sentido de corriente en el circuito eléctrico. ¿Con qué instrumento medirías la intensidad de corriente y cómo lo conectarías en el circuito?
  - b- La potencia suministrada o absorbida por cada uno de los elementos del circuito.
  - c- La energía suministrada o disipada por cada uno de los elementos del circuito en el término de 1 hora de funcionamiento.
  - d- ¿Se cumple con la Ley de conservación de la energía?
- 12- Un calentador consume 1400 W cuando está conectado a 120 V.
- a- ¿Cuál es su resistencia?
  - b- ¿Cuál es la intensidad de corriente que la atraviesa?
  - c- Si se reduce el voltaje a 112 V, ¿cuánta potencia consumirá el calentador si su resistencia permanece constante?
  - d- ¿Cuánta energía disipará en una hora de funcionamiento conectado a 112 V?

13- En un foco se encuentran las siguientes especificaciones del fabricante: 120 W, 220 V.

- a- Explica el significado de estos valores.
- b- Suponiendo que el foco se conecta al voltaje indicado, ¿qué corriente pasará por él?
- c- ¿Cuál será el valor de su resistencia eléctrica?
- d- ¿iluminará con la misma intensidad si se lo conecta a 110 V? ¿Puede explicarlo en términos de energía?

14- Dos focos, uno de 60 W, 120 V y otro de 30 W, 120 V, se conectan en serie con una fuente de 220 V. Suponiendo que los focos no se “quemem”, contesta:

a- El brillo que cada uno emite, ¿es mayor, menor ó igual a su brillo normal (cuando están conectados a 120 V cada uno)? Justificalo numéricamente.

b- El brillo del primero, ¿es mayor, menor ó igual al del segundo? Justificalo numéricamente.

c- ¿Cuál es la cantidad de energía suministrada al ambiente por cada uno de los focos en una hora de funcionamiento?

15- Un estudiante, en cuya casa hay un voltaje de servicio de 110 V, quería comprar un foco de 60 W. En la ferretería de su barrio le venden un foco en el cual está escrito 60 W, 220 V. Cuando el estudiante conecte el foco en su casa,

a- La corriente que pasará por el foco, ¿cuántas veces menor será que si se conecta al voltaje adecuado?

b- ¿Cuál será la potencia disipada en el foco? ¿Iluminará con la misma intensidad que si se lo conecta a 220 V?

c- ¿Cuánta energía consumirá en 30 minutos de funcionamiento?

**Anexo 7**

**Lic. en Nutrición - 2011**

**ENCUESTA DE OPINIÓN POSTERIOR AL CURSADO DE FÍSICA GENERAL**

1) ¿Es la primera vez que cursas Física General y Termodinámica? SI – NO

De responder NO, ¿En qué año la cursaste por última vez?.....

.....

2) ¿Cuántas materias te encuentras cursando en este cuatrimestre?

.....

3) ¿Concurririste a las clases de consulta? SI – NO

En caso de responder NO, ¿Por qué?

Falta de tiempo

Miedo a los profesores

Desinterés

No te parece necesario

Consultas a otras personas

Imposibilidad horaria

4) ¿Cuántas horas diarias, extras a las horas de cursado, estudias la materia?

.....

5) ¿Consideras necesarias las clases de Coloquio? SI-NO

¿Por qué?

.....

.....

¿Consideras necesarias las clases de Laboratorio? SI-NO

¿Por qué?

.....

.....

6) Las explicaciones de los profesores las consideras:

Suficientes      SI – NO

Claras SI – NO

Extensas SI – NO

Rápidas SI- NO

8) Con respecto a las actividades utilizando el Entorno Virtual UNL:

Las consideras:

Adecuadas SI – NO

Atractivas SI – NO

Aburridas SI – NO

Útiles para comprender los temas SI – NO

Difíciles de realizar SI – NO

¿Resultó útil el material de lectura del entorno virtual como introducción para los temas? SI – NO

¿Por qué? .....

¿Te interesó realizar las actividades interactivas (pista de patinar, armado de los circuitos eléctricos)

SI – NO ¿Por qué? .....

¿Pudiste interactuar con tus compañeros y docentes en los foros? SI – NO ¿Por qué?

.....

¿Resultaron útiles los ejercicios de exámenes colocados en el Entorno Virtual? SI – NO ¿Por qué?

.....

Agrega todos los comentarios que desees incluyendo sugerencias para mejorar las actividades

.....

.....

9) ¿Sugerís algún tipo de cambio necesario en esta primera parte (Física General) de la materia?

.....

Anexo 8

ENCUESTA DE OPINIÓN ALUMNO ACTIVIDADES ENTORNO VIRTUAL UNL

El Presente cuestionario se propone invitarte a realizar un ejercicio para evaluar tu recorrido a través de las **Actividades Entorno Virtual UNL**.

Necesitamos que respondas a las preguntas con el propósito de orientarnos hacia una mejora de la propuesta educativa. Muchas gracias.

1. ¿Tuviste dificultades con tu matriculación en el **entorno virtual**?

Si  No

Si respondiste Si

¿Cuáles?.....

¿Cómo las solucionaste?.....

2. Indica que actividades resultaron más interesantes, colocando números de 1 a 5. (**Marca con 1, la que consideres más interesante**)

Videos  Animaciones interactivas   
Foros  Cuestionarios  Problemas

Indica por qué te pareció muy interesante la actividad.....

3. ¿Qué hubieras necesitado para trabajar mejor durante el desarrollo de la asignatura?.....

4. Nos interesa saber cuánto tiempo aproximadamente, en horas, te demandó el trabajo con el módulo.

1 a 2 horas  2 a 3 horas  Más de 3 horas

5. ¿Crees que la estructura planteada es adecuada para tu proceso de autoevaluación y autogestión del aprendizaje?, ¿Podrías argumentar tu respuesta?

6. Agrega todos los comentarios que desees, incluyendo las necesidades que sientes.....

## Anexo 9

## Lic. en Nutrición - 2011

## RESULTADOS DE ENCUESTA FÍSICA GENERAL Y TERMODINÁMICA

TOTAL DE ENCUESTADOS: 75 ALUMNOS

1) ¿Es la primera vez que cursas Física General y Termodinámica?

	TOTAL	%
SI	64	85.3
NO	11	14.7

De responder NO, ¿En qué año la cursaste por última vez?.

n= 11

	TOTAL	%
2007	2	18.2
2009	2	18.2
2010	7	63.6

2) ¿Cuántas materias te encuentras cursando en este cuatrimestre?

n= 75

MATERIAS	TOTAL	%
1	8	10.7
2	8	10.7
3	18	24
4	41	54.7

3) ¿Concurririste a las clases de consulta?

n = 75

	TOTAL	%
SI	27	36
NO	48	64

4) En caso de responder NO, ¿Por qué?

n = 48

	TOTAL	%
Falta de tiempo	13	27.1
Miedo a los profesores	0	0
Desinterés	3	6.3



No te parece necesario	10	20.8
Consultas a otras personas	18	37.5
Imposibilidad horaria	15	31.3

7) ¿Cuántas horas diarias, extras a las horas de cursado, estudias la materia?

HORAS	TOTAL	%
30' a 1 hora	13	17.3
1 a 2 horas	29	38.7
2 a 3 horas	12	16
3 a 4 horas	7	9.3
4 a 5 horas	5	6.7
Mas de 5 horas	1	1.3
S/D	8	10.7

8) ¿Consideras necesarias las clases de Coloquio?

	TOTAL	%
SI	75	100
NO	0	0

¿Por qué?

	TOTAL	%
Ayuda a afirmar la teoría	4	5.3
Ayuda a entender la teoría	21	28
Ayuda a despejar las dudas	18	24
Asegura la comprensión de los temas	2	2.7
Ayuda a entender los problemas	4	5.3
Ayuda a resolver los problemas	35	46.7
Profundiza la teoría	3	4
Por ausencia a teoría	1	1.3
Porque es más personalizado	1	1.3
Ayuda a llevar al día la materia	1	1.3

Permite corregir errores	1	1.3
Enseña a aplicar la teoría	4	5.3
S/D	7	9.3

9) ¿Consideras necesarias las clases de Laboratorio?

	TOTAL	%
SI	61	81.3
NO	13	17.3
S/D	1	1.3

¿Por qué?

Quienes respondieron NO (n= 13)

	TOTAL	%
Repetición del coloquio	5	38.5
Temas no desarrollados correctamente	1	7.7
S/D	7	53.8

Quienes respondieron SI (n= 61)

	TOTAL	%
Mas sencillo de entender la teoría	21	34.4
Profundiza teoría	10	16.4
Aclara dudas	3	4.9
Aplica y verifica teoría	17	27.9
Brinda perspectiva diferente a la materia	1	1.6
S/D	14	23

10) Las explicaciones de los profesores las consideras:

	TOTAL	%
Suficientes	64	86.3
Claras	65	86.7

Extensas	34	45.3
Rápidas	30	40

i. Con respecto a las actividades utilizando el Entorno Virtual UNL:

Las consideras:

	TOTAL	%
Adecuadas	63	84
Atractivas	37	49.3
Aburridas	13	17.3
Útiles para comprender los temas	56	74.7
Difíciles de realizar	10	13.3
S/D	6	8

¿Resultó útil el material de lectura del entorno virtual como introducción para los temas?

	TOTAL	%
SI	47	62.7
NO	21	28
S/D	7	9.3

¿Por qué?

Quienes respondieron NO (n= 21)

	TOTAL	%
No lo leyeron	9	42.9
No sabían que estaba	2	9.5
Los materiales de teoría y coloquio son suficientes	3	14.3
Los libros explican mejor	1	4.8
S/D	4	19

Quienes respondieron SI (n= 47)

	TOTAL	%
Son un resumen del tema	6	12.8
Aclara el tema	12	25.8
Brinda información adicional	2	4.3
Permite adelantar los temas a las clases teóricas	3	6.4
Buena estrategia didáctica	3	6.4
S/D	22	46.8

¿te interesó realizar las actividades interactivas (pista de patinar, armado de los circuitos eléctricos)

	TOTAL	%
SI	41	54.7
NO	29	38.7
S/D	5	6.7

¿Por qué?

Quienes respondieron NO (n= 29)

	TOTAL	%
No entendidas	7	24.1
Aburridas	1	3.4
Falta de tiempo	1	3.4
Falta de interés	3	10.3
Similitud con los ejercicios de coloquio y laboratorio	2	6.9
Sin acceso a Internet	1	3.4
S/D	14	48.3

Quienes respondieron SI (n= 41)

	TOTAL	%
--	-------	---

Ayuda a firmar la teoría	2	4.9
Ayuda a comprender la teoría	9	22
Ayuda a resolver los problemas	5	12.2
Divertidos	5	12.2
Incentiva la ejercitación	3	7.3
Interesantes	9	22
S/D	14	34.1

b. ¿pudiste interactuar con tus compañeros y docentes en los foros?

	TOTAL	%
SI	20	26.7
NO	52	69.3
S/D	3	4

¿Por qué?

Quienes respondieron NO (n= 52)

	TOTAL	%
Falta de tiempo	8	15.4
Desinterés	17	32.7
No ingresaban al entorno	7	13.5
Solo leían las respuestas	3	5.8
S/D	17	32.7

c. ¿resultaron útiles los ejercicios de exámenes colocados en el Entorno Virtual?

	TOTAL	%
SI	63	84
NO	8	10.7
S/D	4	5.3

¿Por qué?

Quienes respondieron NO (n= 8)

	TOTAL	%
No los hicieron	3	37.5
No eran parecidos al parcial	1	12.5
No pudieron acceder al entorno	1	12.5
S/D	2	25

Quienes respondieron SI (n= 63)

	TOTAL	%
Para ejercitar mas	11	17.5
Como guía para el examen	17	27
Mejoran la comprensión de los temas	2	3.2
Interesantes	1	1.6
Corroborar comprensión de los temas	4	6.3
S/D	28	44.4

- d. Agrega todos los comentarios que desees incluyendo sugerencias para mejorar las actividades
- Que sea opcional
  - El foro no es necesario

11) ¿Sugerís algún tipo de cambio necesario en esta primera parte (Física General) de la materia?

- Separar el área Física General de Termodinámica, o agregar la posibilidad de exámenes diferenciales,
- Agregar horarios de consulta, principalmente cerca de las fechas del parcial,
- Hacer más cortos los coloquios de termodinámica,
- Que las teorías de Termodinámica se den de forma mas lenta,
- Que las teorías de Física las brinde Liliana,
- Brindarle mas tiempo al desarrollo de los temas mas difíciles,
- Regularizar con TP en vez con parciales,
- Que faciliten el material de teoría de Termodinámica ya sea en fotocopiadora y en entorno virtual,
- Agregar el desarrollo de la resolución de los problemas y no solamente los resultados, para verificarlos,
- Brindar mas ejercitación
- No juntar comisiones que tuvieron laboratorio con las que no lo tuvieron en un mismo horario de coloquio,
- Resolver todos los ejercicios durante el coloquio,
- Que los exámenes no sean de tipo múltiple choice

**Anexo 10**

**ENCUESTA ALUMNOS 5to. Año Licenciatura en Nutrición**

**1) ¿Cuál/es de los siguientes conceptos físicos se recuperan en la/s asignatura/s que cursaste en la carrera de Licenciatura en Nutrición? Marca con una cruz el/los que consideras que se recuperan en las asignaturas que cursaste hasta el momento.**

- Cinemática. Concepto de velocidad y aceleración. Movimiento en una dimensión.
- Dinámica: Interacciones de los cuerpos. Fuerzas de acción y reacción.
- Conservación de la energía y Transformaciones energéticas en distintos sistemas. Concepto de Trabajo. Teorema de Trabajo y Energía.
- Conservación de la masa y de la energía para fluidos. Estudio de presiones a distintas profundidades en un fluido. Fuerzas sobre un líquido en movimiento. Ley de continuidad. Ecuación de Bernoulli.
- Concepto de fuerza electromotriz (f.e.m.), diferencia de potencial, corriente y resistencia eléctrica.

**2) ¿Cuál/es de ellos consideras de importancia para tu carrera? ¿Por qué?**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Anexo 11**

**GUIÓN ENTREVISTA EN PROFUNDIDAD DOCENTES**

**1) ¿Cuál/es de los siguientes conceptos físicos se recuperan en la/s asignatura/s que tiene a su cargo en la carrera de Licenciatura en Nutrición?**

- Cinemática. Concepto de velocidad y aceleración. Movimiento en una dimensión.
- Dinámica: Interacciones de los cuerpos. Fuerzas de acción y reacción.
- Conservación de la energía y Transformaciones energéticas en distintos sistemas. Concepto de Trabajo. Teorema de Trabajo y Energía.
- Conservación de la masa y de la energía para fluidos. Estudio de presiones a distintas profundidades en un fluido. Fuerzas sobre un líquido en movimiento. Ley de continuidad. Ecuación de Bernoulli.
- Concepto de fuerza electromotriz (f.e.m.), diferencia de potencial, corriente y resistencia eléctrica.

**2) ¿Cuál/es de ellos considera de importancia para su asignatura? ¿Por qué?**

**3) ¿Considera que los estudiantes que cursan la asignatura vinculan y comprenden estos conceptos desde la disciplina Física?**

**4) ¿Qué estrategias considera apropiadas para poder destacarlos y afianzar su comprensión?**



Anexo 12

Resolución C.D. N° 300/2018

1918-  
2018  
En el año  
del centenario  
de la Reforma  
Universitaria



Expte. N° 0917533-18.

SANTA FE, 25 de abril de 2018.

VISTO las presentes actuaciones por las que la Lic. Sandra Daniela RAVELLI, eleva la propuesta de nueva integración de la Comisión de Seguimiento Curricular perteneciente a la carrera de Licenciatura en Nutrición, oportunamente dispuesta por Resolución C.D. N° 489/16, y

CONSIDERANDO:

Que se tuvo en cuenta lo dispuesto en el Artículo 2° del Régimen Único de Enseñanza de la FBCB/ESS y lo dispuesto por Resolución CD N° 141/18, en relación al Reglamento de funcionamiento de las Comisiones de Seguimiento Curricular de las carreras de la FBCB y ESS, y

TENIENDO EN CUENTA el dictamen conjunto de las Comisiones de Interpretación y Reglamentos y de Enseñanza, aprobado en sesión ordinaria del día de la fecha,

EL CONSEJO DIRECTIVO  
DE LA FACULTAD DE BIOQUIMICA Y CIENCIAS BIOLÓGICAS  
RESUELVE:

ARTICULO 1°.- Dejar sin efecto la Resolución CD N° 489/16, de fecha 18 de mayo de 2016.

ARTICULO 2°.- Integrar la nueva Comisión de Seguimiento Curricular para la Carrera de Licenciatura en Nutrición, en un todo de acuerdo a lo dispuesto por Resolución CD N° 141/18, con los siguientes miembros:

Representante de la Sra. Decana:

Lic. Sandra Daniela RAVELLI – DNI N° 21.692.251

Representantes Docentes:

MSc. Liliana del Valle ORTIGOZA – DNI N° 13.589.784

Lic. María de los Milagros GUDIÑO – DNI N° 33.212.937

Lic. Melisa Soledad SIMONELLA – DNI N° 33.039.651

Representante Graduado:

Lic. María Agustina SARQUIS – DNI N° 35.359.547

Representantes Estudiantiles:

Srta. Ayelén Nahir URBINE – DNI N° 36.837.726

Srta. Jessica Natalia VIGNOLO – DNI 37.701.604

ARTICULO 3°.- Inscribirse, comuníquese y hágase saber mediante correo electrónico a Secretaría Académica, Coordinadora de la Carrera de Licenciatura en Nutrición, Departamento Personal, Departamento Alumnado, Departamento Bedelía, Centros de Estudiantes de la FBCB y ESS, Oficina de Comunicación Institucional e interesados. Cumplido, archívese.

RESOLUCION C.D. N°: 300

Sra. Adriana Neerhi Vidacina  
Secretaría Administrativa  
Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas

Bloq. Adriana E. Ortolani  
DECANA  
Fac. de Bioquímica y Cs. Biológicas  
U.N.L.

Universidad Nacional del Litoral  
Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas

Ciudad Universitaria UNL  
CC 242 – S3000ZAA – Santa Fe – Argentina  
+54 (342) 4575215/216/209/206 – int. 116/300  
Fax: +54 (342) 4575221  
prosecad@fcb.unl.edu.ar/administrativa@fcb.unl.edu.ar  
Web: www.fcb.unl.edu.ar

Anexo 13

Resolución C.D.N° 1178/2018

1918-  
2018 En el año  
del centenario  
de la Reforma  
Universitaria



Expte. FBCB-0950476-18.

SANTA FE, 7 de noviembre de 2018.

VISTO las presentes actuaciones por las que Secretaría Académica eleva el Proyecto "Trayectos de Formación Docente No Estructurados", dirigido a docentes de esta Facultad y de la Escuela Superior de Sanidad "Dr. Ramón Carrillo", y

CONSIDERANDO:

Que la propuesta realizada es concordante con la preocupación por la formación de los profesores de las universidades argentinas, encontrándose en el centro de los debates sobre las políticas públicas de la educación superior;

Que la FBCB y ESS no son ajenas a esta problemática, creando a partir de esta propuesta un ámbito de formación no estructurado que jerarquice la función docente y brinde herramientas estratégicas a la hora de su implementación en el aula;

Que siendo de importancia comprender que la actividad docente no sólo involucra la experticia disciplinar, necesaria pero no suficiente, sino que además, es imprescindible crear espacios de discusión formativos acerca de la carrera docente, las estrategias didácticas y otros temas que son centrales a la hora de comprender la función de los educadores universitarios,

Que la Coordinación del proyecto estará a cargo de la Secretaría Académica, la que a su vez propone la formación de una Comisión de Seguimiento Curricular, y

TENIENDO EN CUENTA el dictamen de la Comisión de Enseñanza, aprobado en sesión ordinaria del día de la fecha,

EL CONSEJO DIRECTIVO  
DE LA FACULTAD DE BIOQUÍMICA Y CIENCIAS BIOLÓGICAS  
RESUELVE:

ARTICULO 1º.- Aprobar el Proyecto "Trayectos de Formación Docente No Estructurados", dirigido a docentes de esta Facultad y de la Escuela Superior de Sanidad "Dr. Ramón Carrillo", el que como anexo forma parte de la presente.

ARTICULO 2º.- Designar a los integrantes de la Comisión de Seguimiento Curricular, la que quedará conformada de la siguiente manera:

Coordinador del Proyecto: Secretario Académico Dr. Jorge Guillermo RAMOS  
Coordinadora de la carrera de Bioquímica: Dra. Carolina Melania Isabel VEAUTE  
Coordinadora de la carrera de Licenciatura en Biotecnología: Dra. Angela Guillermina FORNO  
Coordinadora de la carrera de Licenciatura en Nutrición: Lic. Sandra Daniela RAVELLI  
Docentes Investigadoras: Mag. Liliana del Valle ORTIGOZA, Dra. María Silvana REYES, Dra. Ana Patricia FABRO y Mag. Marcela Alicia MANUALE.

ARTICULO 3º.- Inscribirse, comuníquese por Secretaría Administrativa y hágase saber por correo electrónico a Secretaría Académica, Director de la Escuela Superior de Sanidad "Dr. Ramón Carrillo", Oficina de Comunicación Institucional e interesadas. Cumplido, archívese.

RESOLUCIÓN C.D. N°: 1178

Téc. Adriana N. Vidachea  
SECRETARÍA ADMINISTRATIVA  
Fac. de Bioquímica y Cs. Biológicas

Universidad Nacional del Litoral  
Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas

Bioq. Adriana E. Ortigoza  
DECANA  
Fac. de Bioquímica y Cs. Biológicas  
U.N.L.

Ciudad Universitaria.  
CC 242 53000 Santa Fe.  
Tel: (0342) 4575206/209/215  
Fax: 0342- 4575221  
Email: informes@fbc.unl.edu.ar  
www.fbc.unl.edu.ar



Anexo 14

Resultados encuestas de opinión alumnos período 2005-2010

**ENCUESTA ALUMNOS 2015**

Nº.	Año Ingreso	Año Egreso	CONCEPTOS RECUPERADOS					IMPORTANCIA CARRERA					¿Por qué?	
			Clasificación	Definición	Cómo enseñarla?	Cómo enseñar?	FEM - Clases	Clasificación	Definición	Cómo enseñarla?	Cómo enseñar?	FEM - Clases		SEN - FEM -
1	2010	2015	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	NINGUNO, NO ENCUENTRO RELACIÓN CON LA CARRERA
2	2010	2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO HE LOGRADO HABER LOS RECUPERADO, NO LOS CONSIDERO IMPORTANTES.
3	2009	2015	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	SIRVEN DE BASE PARA OTRAS MATERIAS, EJEMPLO FISIOLOGIA
4	2009	2015	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	RELACIONES CON CUESTIONES FISIOLOGICAS Y SITUACIONES PATOLOGICAS
5	2009	2015	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	RELACIONES DE CADA UNO CON OTRAS MATERIAS DE LA CARRERA
6	2009	2015	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	IMPORTANTES PARA LA CARRERA
7	2009	2015	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	PARA ENTENDER LOS PROCESOS FISIOLOGICOS DE LA PERSONA
8	2009	2015	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	PARA ENTENDER OTRAS MATERIAS Y LOS PROCESOS FISIOLOGICOS
9	2009	2015	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	COMO BASE PARA ENTENDER OTRAS MATERIAS
10	2009	2015	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	AYUDA PARA ENTENDER OTRAS MATERIAS
11	2009	2015	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	TR. APLICABLE A LA UTILIZACION DE ENERGIA POR PARTE DEL CUERPO (FISIOLOGIA Y O
12	2009	2015	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	VER COMO TRABAJA EL CUERPO CON LOS DISTINTOS INTERCAMBIOS CON EL MEDIO Y LA M
13	2009	2015	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	APLICACION PARA CALCULO DEL GASTO ENERGETICO
14	2009	2015	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	IMPORTANTE PARA FORMULACION DE ALIMENTOS
15	2009	2015	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	SE RECUPERA EN FISIOLOGIA HUMANA
16	2009	2015	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	IMPORTANTES PARA ENSEÑAR A ESTUDIAR ORGANIZARSE
17	2009	2015	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	NINGUNO
18	2009	2015	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	NINGUNO
19	2009	2015	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	NO HAY RELACION DIRECTA EN LA CARRERA
20	2009	2015	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	NINGUNO
21	2009	2015	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	NO ENTENSO PORQUE TENEMOS FISICA EN NUESTRA CARRERA
22	2009	2015	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	RELACIONES DE TRANSFORMACIONES CON FORMULACION DE ALIMENTO, RELACIONES
23	2009	2015	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	ENTENDER TEMAS DE MATERIAS POSTERIORES FISIOLOGIA, TECNOLOGIA, DESARROLLO DE
24	2009	2015	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	RELACIONES CON PATOLOGIAS COMO OBESIDAD Y DESNUTRICION
25	2009	2015	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	EXPLICAN PROCESOS REACCIONES QUE AUNQUE NO VEAMOS SON EL ORIGEN DE MUCHAS O
26	2008	2015	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	UTILES PARA COMPRENDER FUNCIONAMIENTO DEL CUERPO (FISIOLOGIA) Y FORMULACION
27	2008	2015	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	NO EXPLICA PORQUE
28	2008	2015	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	NO EXPLICA PORQUE
29	2008	2015	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	EXPLICAN SITUACIONES BASICAS DE NUESTRO CUERPO COMO DE LOS ALIMENTOS.
30	2008	2015	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	IMPORTANTE CONCEPTO DE TRABAJO Y ENTENDER COMO LA ENERGIA CONTENIDA EN LOS
31	2008	2015	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	CONCEPTOS QUE TIENEN QUE VER CON FORMULACION DE ALIMENTOS, NO TODOS SE LLEGA
32	2008	2015	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	DINAMICA Y CINEMATICA PARA ENTENDER INTERACCION DE COMPONENTES ALIMENTARIO
33	2008	2015	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	POSIBILITA EL CALCULO DE LA ENERGIA INGERIDA Y CALORIAS GASTADAS
34	2008	2015	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	NINGUNA PORQUE NO ENCUENTRO RELACION CON MI PROFESION FUTURA
35	2008	2015	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	RELACIONES CON SITUACIONES PATOLOGICAS OBESIDAD Y DESNUTRICION FISIOLOGICAS
36	2007	2015	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	MUY UTIL EN FISIOLOGIA (SISTEMA NERVIOSO MUSCULAR)
37	2007	2015	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	PARA EXPLICARLO VISTO EN FUNDAMENTOS DE ALIMENTACION Y NUTRICION
38	2007	2015	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	RELACIONES CON GASTO ENERGETICO (INGRESO-EGRESO)
39	2007	2015	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	RELACIONES CON FISIOLOGIA Y ANATOMIA (SISTEMA NERVIOSO, POTENCIAL DE ACCION)
40	2007	2015	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	AYUDA A ENTENDER FISIOLOGIA (UNIDAD DE SISTEMA NERVIOSO)
41	2007	2015	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	RETOMADOR EN MATERIAS DE 4TO. Y 3R. AÑO(FEM)
42	2007	2015	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	PERMITE CONOCER MÁS SOBRE ALIMENTOS, CANALES DE INGRESO, PÉRDIDA DE NUTRIENTE

Anexo 14

Resultados encuestas de opinión alumnos período 2005-2010

43	2006	2005	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	VELOCIDAD Y ACELERACIÓN PARA ANÁLISIS DE CRECIMIENTO NORMAL, CONSERVACIÓN D
44	2006	2005	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0 NO EXPLICA PORQUE
45	2006	2005	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	IMPORTANTE APLICADOS EN OTRAS MATERIAS (BIOLOGIA CELULAR Y MOLECULAR, FISIOL
46	2006	2005	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1 NINGUNA
47	2006	2005	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	RELACION CON TRANSFORMACIONES ENERGÉTICAS EN LA INGESTIÓN DE ALIMENTOS TRAA
48	2007	2005	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	UTIL PARA FISILOGIA
49	2005	2005	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1 ME GUSTARIA QUE SE VEAN CON UN ESFUERZO MAS AMPLIO APUNTANDO A LA APLICAC
50	-	2005	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1 NO RESPONDE
51	-	2005	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0 NO EXPLICA PORQUE
			5	8	39	42	22	1	5	29	26	14	11
			9,8	15,7	76,5	82,4	41,1	3,9	9,8	56,9	51,0	27,5	21,6

ENCUESTA ALUMNOS 2006

Nro.	Año Ingreso	Año Egreso	CONCEPTOS RECUPERADOS					IMPORTANCIA CARRERA					Por qué?
Cinemática Dinámica Cas con Casos ma FEM - CCinemática Dinámica Cas con Casos ma FEM - SIN IMP.													
1	2010	2006	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1 NO CONTESTA
2	2010	2006	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	PARA RELACIONAR FORMAS EN QUE SE TRANSFORMA LA ENERGIA DE LOS ALIMENTOS EN E
3	2010	2006	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	SE RECUPERA EN FISILOGIA HUMANA PARA ENTENDER EL FUNCIONAMIENTO DE DISTINTO
4	2010	2006	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	IMPORTANTE PARA LA FISILOGIA
5	2010	2006	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1 NO CONTESTA
6	2010	2006	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	SE VINCULAN CON MATERIAS DE LOS ULTIMOS AÑOS Y LA VIDA MISMA
7	2009	2006	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	UTIL PARA FORMULACIÓN Y DESARROLLO DE ALIMENTOS
8	2009	2006	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	IMPORTANTE EN LA HIDRATACIÓN DURANTE EL DEPORTE
9	2009	2006	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	PARA EL CÁLCULO DE MATERIA Y ENERGIA PARA CONOCIMIENTO GENERAL
10	2009	2006	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0 NO CONTESTA
11	2009	2006	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	APORTAN CONCEPTOS NECESARIOS PARA EL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL CUERPO
12	2009	2006	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	IMPORTANTE SI SE ESPECIALIZA EN DEPORTIVA PARA LA UTILIZACION DE EQUIPOS
13	2009	2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 NINGUNO DE ELLOS SE UTILIZAN EN MATERIAS DE LA CARRERA
14	2009	2006	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1 NO CONTESTA
15	2009	2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 NO HEMOS VUELTO A APLICAR NINGUN CONCEPTO
16	2009	2006	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	IMPORTANTE PARA FORMULACIÓN Y DESARROLLO DE ALIMENTOS Y PARA ANÁLISIS EN LA
17	2009	2006	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1 NO CONTESTA
18	2009	2006	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1 NO CONTESTA
19	2008	2006	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1 NO CONTESTA
20	2008	2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 NO HEMOS VUELTO A APLICAR NINGUN CONCEPTO
21	2008	2006	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1 NO CONTESTA
22	2008	2006	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1 NO CONTESTA
23	2008	2006	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1 CONSIDERO TODOS IMPORTANTES PORQUE CONTRIBUYEN A LA FORMACIÓN COMO FUT
24	2008	2006	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1 NINGUNO DE ELLOS SE UTILIZAN EN MATERIAS DE LA CARRERA
25	2007	2006	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1 NO CONTESTA
26	2007	2006	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1 NINGUNO
27	2006	2006	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	PARA COMPRENDER TEMAS DE FISILOGIA, EJ FISILOGIA RENAL
28	2006	2006	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0 NO EXPLICA PORQUE
29	2006	2006	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0 NO EXPLICA PORQUE
30	2006	2006	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0 NO EXPLICA PORQUE
31	2006	2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 NINGUNO DE ELLOS SE UTILIZAN EN MATERIAS DE LA CARRERA
32	2006	2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 NINGUNO DE ELLOS SE UTILIZAN EN MATERIAS DE LA CARRERA
33	2006	2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 NINGUNO DE ELLOS SE UTILIZAN EN MATERIAS DE LA CARRERA
			9	9	19	17	3	3	3	11	6	4	17
			27,3	27,3	57,6	50,5	9,1	9,1	9,1	33,3	18,2	12,1	51,5