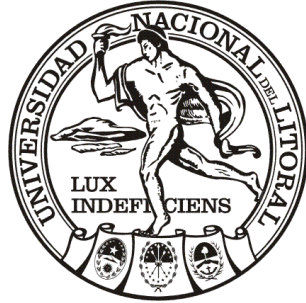


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL

**Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas**



Tesis para la obtención del Grado Académico de  
Master en Didáctica de las Ciencias Experimentales

**“ENSEÑANZA DE LA ANATOMÍA  
ORIENTADA AL DESARROLLO  
DE COMPETENCIAS EN LA CARRERA DE  
BIOINGENIERÍA”**

**LILIANA A. CASTAÑEDA**

Director de Tesis: **ALICIA M. T. COSTAMAGNA**

Lugar de realización: **Cátedra de Histología y Anatomía**

Carrera: **Bioingeniería - Facultad de Ingeniería-UNER**

**-2015-**

## *Agradecimientos*

*A la Universidad Nacional del Litoral*

*A la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas*

*Al Programa de Apoyo para la Finalización de Carreras de Posgrado de la UNER*

*En forma especial a mi Directora de Tesis, M Sc Alicia M T Costamagna, por su estímulo y dedicación a mi formación*

*A mi familia, por su apoyo permanente*

*A mis amigos*

## Índice de contenidos

Resumen	pág. 1
Abstract	pág. 2
<b>1. Introducción</b>	pág. 3
1.1 Planteo del Problema	pág. 3
1.2 Marco Teórico	pág. 4
1.2.1 Antecedentes	pág. 4
1.2.2 Definiciones y perspectivas	pág. 6
1.2.3 Debate y controversia en torno a la enseñanza por competencias	pág. 16
1.2.4 Del aprendizaje y enseñanza de las competencias	pág. 19
1.2.4.1 De la selección de las competencias académicas a desarrollar por los estudiantes	pág. 20
1.2.4.2 De la evaluación de las competencias	pág. 21
1.2.4.3 De los métodos de enseñanza para el aprendizaje de las competencias	pág. 26
1.2.4.4 Del rol del docente	pág. 30
1.3 Hipótesis	pág. 33
1.4 Objetivos	pág. 33
<b>2. Metodología</b>	pág. 34
2.1 Enfoque Metodológico	pág. 34
2.2 Diseño de la Investigación	pág. 36
2.3 Desarrollo de la Investigación	pág. 38
2.3.1 Competencias específicas a desarrollar por los estudiantes en su trayecto por la asignatura Anatomía	

e Histología. Indicadores de logro y sus niveles	pág. 40
2.3.2 Estrategias didácticas orientadas al desarrollo de las competencias disciplinares específicas formuladas	pág. 48
2.3.3 Recolección de datos	pág. 50
2.3.4 Descripción de la experiencia con los estudiantes	pág. 51
2.3.5 Tratamiento de los datos	pág. 54
<b>3. Resultados</b>	pág. 56
3.1 Evaluación del aprendizaje comprensivo logrado a través del desarrollo de competencias	pág. 56
3.2 Evaluación de que el aprendizaje comprensivo logrado está disponible y es posible de aplicarse a nuevas situaciones a través de la resolución de un nuevo problema	pág. 69
3.3 Evaluación de la mejora en el rendimiento académico	pág. 73
3.4 Entrevistas a expertos	pág. 75
3.5 Encuestas a alumnos	pág. 75
<b>4. Discusión y Conclusiones</b>	pág. 77
<b>5. Citas Bibliográficas</b>	pág. 92
Anexo 1. Entrevistas a Expertos Disciplinares	pág. 99
Anexo 2. Guía de Actividades propuestas a los alumnos	pág.108
Anexo 3. Tabla de registros según niveles –rubricas-	pág.116
Anexo 4. Encuestas a alumnos	pág.123
Anexo 5. Tratamiento de situaciones problema	pág.125

## Resumen

La enseñanza por competencias, en un marco de reflexión, surge como una alternativa de enseñanza tendiente a la superación del aprendizaje puramente memorístico hacia uno más profundo y funcional donde los conocimientos adquiridos puedan ser transferidos y aplicados a diversas situaciones de la vida real. Este trabajo se desarrolló sobre la base de entender las competencias como capacidades complejas, que integran saberes teóricos, procedimentales y del contexto, y que permiten adquirir y aplicar distintos saberes en el ámbito académico. Se propuso investigar el valor de una intervención didáctica orientada al estímulo de competencias del área Biológica, en la carrera de Bioingeniería, con la hipótesis que, la enseñanza orientada al desarrollo de competencias en el área Biológica favorece el aprendizaje disciplinar comprensivo, posible de aplicarse a nuevas situaciones, a la vez que contribuye a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes. Para esta investigación se utilizaron metodologías cuantitativa y cualitativa, dado que éstas se complementan para abarcar distintos aspectos del objeto de estudio. Se seleccionaron las competencias académicas específicas para el aprendizaje de la Anatomía e Histología Humanas, cuyo desarrollo es necesario incentivar en los estudiantes, para su disponibilidad permanente. Se establecieron sus indicadores y niveles de logro. Se diseñaron y aplicaron las estrategias didácticas orientadas al desarrollo de las competencias. El análisis de la información obtenida a partir de la experiencia realizada, muestra que: los estudiantes tuvieron una opinión favorable sobre la experiencia, que se favoreció el aprendizaje comprensivo, que los aprendizajes logrados estuvieron disponibles y fueron posibles de aplicar a nuevas situaciones y que esta forma de enseñanza, orientada al desarrollo de competencias, contribuyó positivamente a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.

## Abstract

Competence-based learning, within a reflective framework, constitutes a teaching alternative that aims at overcoming rote learning and moving towards a deeper and more functional ways of learning, which might allow for the acquisition of knowledge that can in turn be transferred and applied to diverse real-life situations. The main premise underpinning this piece, therefore, is a conception of the notion of competence as complex capacities that integrate theoretical, procedural and contextual knowledge, and that allow for the acquisition and application of different sorts of knowledge in the academic environment. The purpose of this study was to investigate the relevance that a didactic intervention aiming at fostering competences in the field of Biology might have, hypothesizing that the development of such competences might favour more rounded knowledge of the field, transferable to new situations, while contributing to improving the academic performance of the learners. To this end, both quantitative and qualitative methodologies were employed, given that these can complement each other in order to look at the subject under study from different perspectives. Specific academic competences for Anatomy and Human Histology were selected, competences whose development must be fostered so that they are readily available to students. Indicators and achievement levels were established. Didactic strategies aiming at competence development were designed and applied. The analysis of the data collected from the experience indicates that: learners show a favourable attitude towards the experience itself; a more comprehensive form of learning was fostered; the learning outcomes achieved were available and applicable to new situations; and that this competence-based teaching methodology positively contributes to improving learner academic attainment.

## **1. Introducción**

### **1.1 Planteo del Problema**

He observado a lo largo de mis años como docente en la universidad y en la asignatura Histología y Anatomía humanas que muchos de nuestros alumnos muestran una tendencia a un aprendizaje puramente memorístico a corto plazo, sin poder distinguir lo principal de lo accesorio, con dificultades para integrar los contenidos y aplicar lo estudiado. Estas deficiencias en la comprensión los llevan a un conocimiento pobre y frágil (Perkins, 1992). Muchos de estos estudiantes no han desarrollado un nivel adecuado en ciertas operaciones del pensamiento necesarias para el estudio de la materia, como son la observación, la comparación, el razonamiento lógico, el análisis y la síntesis, la argumentación, la capacidad de transferencia; además de desconocer contenidos conceptuales disciplinares básicos requeridos para un adecuado desempeño académico en la asignatura. Dentro de este grupo, algunos además, no han desarrollado destrezas cognitivas generales y autonomía en el aprendizaje, claves para los estudios superiores. Incluso algunos de ellos presentan serias dificultades para la lectura y escritura de textos complejos, bases de la actividad intelectual. El nivel de conocimiento así logrado no es el deseado y se traduce en bajo rendimiento académico.

Es necesario estimular a los estudiantes a aprender comprensivamente conceptos actuales y prepararlos para el aprendizaje futuro permanente. Se pretende un aprendizaje profundo, con énfasis en los conceptos relevantes, donde los nuevos conocimientos pueden articularse con los previos y movilizarse para ser aplicados a la variedad de situaciones que los requieran. Este tipo de aprendizaje implica para el estudiante un alto grado de compromiso por comprender la materia y su lógica y promueve en él procesos de pensamiento de orden superior.

La enseñanza por competencias, en un marco de reflexión, surge como una alternativa de enseñanza tendiente a la superación del aprendizaje puramente memorístico hacia uno más profundo y funcional donde los conocimientos adquiridos puedan ser transferidos y aplicados a diversas situaciones de la vida real.

La Bioingeniería es una carrera con fuerte formación en el área Biológica a la cuál aplican las disciplinas más clásicas de la Ingeniería como la Matemática, la Física o la Química, para las cuales el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) formuló en primer lugar las competencias requeridas ya sea para el inicio y continuidad en los estudios universitarios como para el ingeniero recién egresado. Posteriormente se formularon las competencias específicas del área Biológica (CONFEDI, 2014). El presente trabajo pretende ser una contribución a la investigación en la enseñanza orientada al desarrollo de competencias específicas en Histología y Anatomía Humanas en la carrera de Bioingeniería.

## **1.2 Marco Teórico**

### **1.2.1 Antecedentes.**

Actualmente, en numerosos países, para el diseño de los planes de estudios de distintas carreras entre las que se cuentan las ingenierías, se atiende al desarrollo en los estudiantes de competencias de aprendizaje, tanto de tipo genérico como específico disciplinar.

La Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI, en su informe a la UNESCO: La Educación Encierra un Tesoro, señala que las instituciones deberían asumir un nuevo modelo educativo en la enseñanza superior, centrado en el estudiante, con una renovación de los contenidos, métodos, prácticas y medios de transmisión del



saber, dedicando un capítulo especial a la enseñanza superior en América Latina y el Caribe (Delors et al., 1997).

En los últimos años, con la reforma de la educación universitaria iniciada en Europa y en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), se han elaborado recomendaciones con el objetivo de establecer los criterios fundamentales objeto de análisis en el proceso de homologación de los nuevos planes de estudio centrados en el desarrollo de competencias, entre ellos el proyecto *Tuning* (González & Wagenaar, 2003).

Posteriormente, a través del trabajo conjunto entre universidades europeas y de América Latina, se comenzó a trabajar Proyecto *Tuning* América Latina, con la premisa de centrarse en las competencias y destrezas basadas en el conocimiento (González, Wagenaar, & Beneitone, 2004).

A partir de 2006, el consorcio *Programme of International Student Assessment* (PISA) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, ha incorporado en sus evaluaciones el término competencia científica, para remarcar la necesidad de la aplicación del conocimiento en un contexto de situaciones reales, lejos de su reproducción irreflexiva (OCDE, 2006).

En nuestro país existen experiencias, realizadas por algunas universidades por sí o a través de proyectos impulsados por el Ministerio de Educación, en el trabajo de articulación escuela media-universidad y sobre las competencias que se requieren de un egresado de escuela media para permitir la continuidad y mejorar su rendimiento en los estudios universitarios elegidos. Un ejemplo lo constituye la experiencia desarrollada por la Universidad Nacional de Cuyo, en el marco de un trabajo para especificar los conocimientos previos necesarios para el ingreso y permanencia en la universidad

(Gutierrez & Zalba, 2010). Como producto de esta tarea se definieron competencias generales y específicas.

Desde el Consejo Regional de Planificación de la Educación Superior (CPRES), se elaboró el documento “Competencias para el acceso a la Educación Superior” donde se diagnostica que los egresados de la escuela media ingresan a la Universidad con déficit académico y propone la enseñanza basada en competencias como un proceso en el que interaccionan conocimientos, destrezas, habilidades y normas para la resolución del problema (Araujo, 2007).

El CONFEDI, ha adoptado criterios para definir las Competencias Genéricas del graduado en Ingeniería, en consonancia, ha elaborado el documento: Competencias para el ingreso y continuidad en los estudios superiores en Ingeniería, donde plasma las competencias tanto básicas como transversales y específicas de los estudiantes para el acceso y continuidad de los estudios superiores. Estuvieron formuladas inicialmente, en 2008, en los campos disciplinares de la matemática, la física y la química, propios del común de los ciclos básicos de las carreras de ingeniería. En 2014, se publicaron las competencias específicas para otras áreas, entre ellas la Biología.

Las competencias formuladas en estos documentos están referidas a “a la posibilidad de realizar correctamente las tareas o actividades de aprendizaje o de formación que les han sido propuestas a los aprendices/sujetos en formación”...y “alude a los conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes requeridos para un correcto desempeño en el rol de alumno” (Mastache, 2007, p 55).

### 1.2.2 Definiciones y perspectivas.

El empleo de la noción competencias responde simultáneamente a dos inquietudes centrales en el ámbito de la educación: una que busca impulsar un trabajo educativo

con una orientación clara hacia la resolución de problemas del entorno, y la otra, implícita, un rechazo a la perspectiva enciclopédica, centrada en la memorización, pero sobre todo que ha creado un saber escolar como parte de los rituales de las instituciones educativas, cuya relevancia empieza y termina en la escuela, careciendo de alguna utilidad o ventaja para la vida real de los individuos (Díaz-Barriga, 2011).

Al ser competencia un término que proviene de otros ámbitos, fundamentalmente el trabajo -donde se concibe como un conjunto de habilidades y destrezas que permiten un desempeño eficiente en una labor- y, la lingüística -Chomsky introdujo ya en 1964 el concepto de competencia lingüística- y, ser relativamente nuevo en educación, se hace necesario explicitar qué se entiende por competencias en educación.

Estas definiciones varían sustancialmente con el enfoque bajo el que se las entienda.

Se han identificado diferentes enfoques en el campo de las competencias: el enfoque laboral, el disciplinario, el funcional, el etimológico, los enfoques psicológicos (conductual o socioconstructivista) y el pedagógico didáctico (Díaz-Barriga, 2011).

Desde el enfoque laboral, en razón del origen de este término en el mundo del trabajo, una competencia es un desempeño en el trabajo, se asocia con las tareas que debe ser capaz de llevar a cabo el aspirante a un puesto. Desde esta perspectiva, muchas veces las competencias se definen a partir de datos de encuestas a empleadores o determinados grupos económicos, que remarcan la necesidad de formar para el mundo del trabajo. Evidentemente, si bien este enfoque hace hincapié en un aspecto sin duda importante como lo es el empleo, no considera el sentido real y amplio de la educación, que trasciende ampliamente el mundo del trabajo.

En el enfoque conductual, formulan las competencias como una serie de objetivos de desempeño. Una competencia compleja suele descomponerse en una serie de

competencias generales y desglosarlas en específicas. Para superar en parte esto, algunos proyectos, como *Tuning*, describen competencias genéricas, comunes a todas las profesiones y específicas para lo profesional particular (González & Wagenaar, 2003).

Cuando se asume la perspectiva cognoscitiva, aparecen en juego los procesos y no solamente los productos. Se procura articular conocimientos, habilidades y actitudes.

Desde la etimología del término, a partir del origen de la palabra en el latín, se busca ampliar su alcance, con los distintos usos comunes como en el deporte o profesiones, para diferenciarlo del uso que se comenzó a darle asociado a lo puramente laboral.

En el enfoque funcional, que sostiene que todo lo que se aprende debe tener una aplicación relativamente inmediata o cercana, se basa la visión de las competencias que pone el énfasis en articular lo que se aprende en la escuela con la vida cotidiana. Este enfoque se reconoce por ejemplo en las pruebas PISA (OCDE, Programme of International Student Assessment (PISA), 2006), donde a partir de 2003, aparece el término competencias. Estas pruebas, que reciben algunas críticas respecto a que no toman en cuenta ciertas características del entorno de los estudiantes, si tienen la cualidad de tratar de superar el enciclopedismo y orientar lo que se aprende en la escuela con la vida cotidiana.

El enfoque constructivista pone en un papel central al sujeto que aprende en la construcción de su propio conocimiento. Tienen relevancia el aprendizaje situado o en contexto y lo gradual del proceso de aprendizaje, atendiendo a la complejidad del conocimiento que se construye. Este aprendizaje situado no significa que deba desdeñarse la formación disciplinar, con su lógica y metodología de construcción del conocimiento. Esta enseñanza, en secuencias ordenadas desde lo disciplinar, es necesaria en muchos casos, por lo que se requiere una conexión con cuestiones de la

realidad más o menos cercana al alumno para que pueda construir significados. Este enfoque tiene muy en cuenta las etapas en el desarrollo de una competencia, que tienen que ver con la maduración del que aprende, aunque no en forma excluyente, y que por lo tanto evolucionará.

Desde lo pedagógico-didáctico, puede reconocerse en las competencias una visión que pone el interés del que aprende en un lugar central. Ese interés surge cuando el objeto de conocimiento adquiere significado para el que aprende. Así, el aprendizaje basado en problemas, casos o la enseñanza situada son algunas de las estrategias que se utilizan en la enseñanza por competencias (Díaz-Barriga, 2011).

Los diferentes enfoques y visiones de las competencias que tienen los especialistas en educación hacen que no exista un total consenso sobre el significado de este término en el ámbito educativo.

Entre todas ellas, aparecen dos concepciones de competencias muy diferentes, en cierto modo opuestas: una visión dirigida a lo laboral muy ligada al modelo conductual, que termina en una visión fragmentada que no parece superadora del modelo conductual en educación. La otra, más sistémica, se ha anclado en las perspectivas cognitivas.

Le Boterf (2001) expresa refiriéndose a una competencia: “Una construcción, a partir de una combinación de recursos propios (conocimientos, saber hacer, cualidades o aptitudes), y recursos del ambiente (relaciones, documentos, informaciones y otros) que son movilizados para lograr un desempeño” (p57). Esta definición considera la existencia de un proceso.

“La competencia es la aptitud para enfrentar eficazmente una familia de situaciones análogas, movilizando a conciencia y de manera a la vez rápida, pertinente y creativa, múltiples recursos cognitivos: saberes, capacidades,

microcompetencias, informaciones, valores, actitudes, esquemas de percepción, de evaluación y de razonamiento". (Perrenoud, 2001, p.10).

Implica la capacidad de actuar eficazmente en una situación de un tipo definido, capacidad que se apoya en los conocimientos, pero que no se reduce a ellos, ya que deben ponerse en acción coordinada varios recursos cognitivos, además de los conocimientos. Requiere tanto la identificación de las situaciones que hay que manejar, como la explicitación de los saberes, capacidades y esquemas de pensamiento y la ética (Perrenoud, 2001).

Este autor, sitúa a las competencias en la perspectiva de los aprendizajes en contextos reales y que requieren siempre movilizar la información. Esta movilización de la información, acerca el enfoque de competencias al concepto de esquema de acción de la teoría de Piaget y permite una explicación del efecto de esta movilización en la estructura cognitiva de un individuo (Perrenoud, 2006).

Para Tardif (2003), una competencia se entiende como: “un saber actuar complejo que se apoya sobre la movilización y la utilización eficaz de una variedad de recursos” (p.39). Esta definición implica que los recursos que se deben movilizar en el accionar competente deben ser seleccionados con un criterio de eficacia, y pueden ser de distintos tipos, conocimientos, actitudes, conductas, tanto internos como externos. Para este autor, el saber actuar debe ser flexible y adaptable a las situaciones y contextos que se presenten, no una repetición algorítmica de acciones. El conocimiento y la reflexión tienen un papel fundamental (Tardif, 2003).

En el proyecto *Tuning*, las competencias representan una combinación dinámica de atributos – con respecto al conocimiento y su aplicación, a las actitudes y a las responsabilidades- que describen los resultados del aprendizaje de un determinado programa, o cómo los estudiantes serán capaces de desenvolverse al finalizar el proceso

educativo (González & Wagenaar, 2003). Parece poner el énfasis en los productos y no en los procesos para aprender.

En el Proyecto DeSeCo de la OCDE, se define competencia como:

La capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada. Supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz. (OCDE, 2005, p4)

En este proyecto, se habla de competencias para la vida y se las agrupa en: usar herramientas y recursos interactivamente, capacidad de interaccionar con otros en grupos heterogéneos y capacidad de actuar autónomamente (OCDE, 2005). Plantea una visión más amplia de las competencias para su selección y desarrollo. Tienen una estructura interna, formada por una serie de recursos cognitivos y actitudes que se ponen en acción para resolver situaciones complejas en determinados contextos según ciertos criterios de calidad establecidos.

Monereo & Pozo (2007) expresan:

“Ser competente no es sólo ser hábil en la ejecución de tareas y actividades concretas, escolares o no, tal como han sido enseñadas, sino más allá de ello ser capaz de afrontar, a partir de las habilidades adquiridas nuevas tareas o retos que supongan ir más allá de lo ya aprendido” (p.13).

Lo que implica que en la competencia no solamente se domina un amplio repertorio de estrategias coordinadas para resolver una demanda específica en un determinado ámbito, sino que lo aprendido se reorganiza para transferirlo a nuevas situaciones y contextos. Es un conjunto de recursos potenciales (saber qué, saber cómo y saber cuándo y por qué) que posee una persona para enfrentarse a problemas propios

del escenario social en el que se desenvuelve. (Monereo & Pozo, 2007).

Las competencias desde el enfoque complejo son:

Procesos complejos de desempeño con idoneidad en determinados contextos, integrando diferentes saberes (saber ser, saber hacer, saber conocer y saber convivir), para realizar actividades y/o resolver problemas con sentido de reto, motivación, flexibilidad, creatividad, comprensión y emprendimiento, dentro de una perspectiva de procesamiento metacognitivo, mejoramiento continuo y compromiso ético, con la meta de contribuir al desarrollo personal, la construcción y afianzamiento del tejido social, la búsqueda continua del desarrollo económico-empresarial sostenible, y el cuidado y protección del ambiente y de las especies vivas. (Tobón, 2008: p5).

En esta definición de competencia, se destacan distintos aspectos. Uno es que son entendidas como un proceso en el cual, partiendo de determinados conocimientos y características, llevando a cabo procesos de análisis, comprensión, elaboración de propuestas y actuación, se llega a determinados resultados, como ser la resolución de un problema o la obtención de un producto. Lo complejo, hace referencia a la multidimensionalidad de saberes que deben articularse en la ejecución de una competencia. Habla de desempeños, porque sostiene que en una competencia siempre hay una actuación en una situación concreta, que debe basarse en procesos de metacognición con el fin de mejorar continuamente. El elemento idoneidad hace referencia a que esas actuaciones se corresponden con ciertos criterios de calidad que se han establecido. Incorpora el contexto, los diferentes ámbitos en que se desenvuelve la persona, dadas las características particulares que pueda tener cada uno e incorpora lo ético, como marco de valores para la actuación.

En el mismo trabajo, sostiene la visión de las competencias como un enfoque para la educación y no como un modelo pedagógico (Tobón, 2008, p7).



Para Escudero Muñoz (2008), el núcleo central de una competencia es: “la capacidad de realizar actuaciones inteligentes ante problemas complejos en contextos” (p. 10). Una acción inteligente requiere necesariamente un juicio en el accionar y está muy lejos de aplicar en forma sistemática o irreflexiva algunas habilidades. Para que el accionar esté dirigido de esta manera, es imprescindible el conocimiento y un grado importante en su comprensión, no sólo un conocimiento declarativo. La metacognición, la capacidad de reflexionar sobre la evolución de los procesos de pensamiento que guían la acción, es otro aspecto fundamental del concepto de competencia. Implica desarrollo en lo personal y social basado en la ética. Este concepto abarca varias dimensiones: cognitiva especializada, personal, ética y social y siempre dentro de un proceso de metacognición (Escudero Muñoz, 2008).

Zabalza (2008) expresa que en la competencia se ponen en acción todo el conjunto de conocimientos y habilidades que los sujetos necesitan para desarrollar un tipo de actividad.

Se desprende entonces que es necesario no solamente poseer conocimientos, sino saber usarlos, que las competencias implican conjunción y complementación entre teoría y práctica. En el ámbito de la educación, serían las funciones que los estudiantes serán capaces de desarrollar como fruto de la formación. En su visión, otro aspecto fundamental de las competencias es fomentar el aprendizaje autónomo, que requiere una adecuación de los espacios y tiempos, para permitir que los estudiantes aprendan a distribuir su tiempo, planificar su trabajo, manejar las fuentes de información. Es necesaria la progresividad, secuenciar sus niveles de dominio de acuerdo a su naturaleza y al nivel de especialización buscado para los estudiantes (Zabalza, 2008).

Para Araujo (2007), las competencias pretendidas son entendidas como capacidades que posibilitan en los estudiantes éxitos académicos basados en desarrollos autónomos,

capacidad de interpretar situaciones, resolver problemas, obrar con fundamento y realizar acciones innovadoras.

La competencia ha de identificar aquello que necesita cualquier persona para dar respuesta a los problemas a los que se enfrentará a lo largo de su vida. Por tanto, competencia consistirá en la intervención eficaz en los diferentes ámbitos de la vida mediante acciones en las que se movilizan, al mismo tiempo y de manera interrelacionada, componentes actitudinales, procedimentales y conceptuales. (Zabala & Arnau, 2007, p 45)

La acción eficaz implica la integración de actitudes, procedimientos y conocimientos. El conocimiento abarca hechos, conceptos y sistemas conceptuales y es indispensable para la acción eficaz, así como el dominio de los procedimientos y destrezas para dar respuesta a esa situación. Esta situación en la cual se movilizan la información y un conjunto de habilidades desarrolladas deberá, en el caso de la educación formal, asemejarse en todo lo posible a una situación real.

El CONFEDI, se refiere a las competencias como “la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales” (CONFEDI, 2007). Expresa que esas capacidades son complejas e integradas, que los saberes pueden ser teóricos, del contexto y procedimientos, que la competencia es un saber hacer, que aluden al desempeño profesional en un contexto profesional y que incorporan la ética y los valores. En otro documento, se definen las Competencias Académicas, diferenciándolas de las profesionales, como el “desempeño adecuado en el ámbito académico, a la posibilidad de realizar correctamente las tareas o actividades de aprendizaje que les sean propuestas” (CONFEDI, 2008).

La enseñanza por competencias puede introducirse de distintos modos.

Díaz Barriga (2006) analiza los elementos a tener en cuenta para el diseño curricular por competencias y las ubica en el debate del paradigma didáctico. Se podrían incorporar las competencias en un diseño curricular de diferentes maneras. Una, es emplear el enfoque por competencias partiendo de competencias complejas o integradoras y armar una secuencia de desarrollo de las mismas. Luego, su desarrollo va evolucionando, como en un espiral, pasando del nivel novato, a otros de saber-actuación de mayor experiencia. Esta modalidad implicaría entre otras cosas, cambiar la evaluación como se la concibe en la mayoría de los casos, de producto o resultados, por una evaluación cualitativa constituida por sucesivos informes de los niveles de desarrollo cognitivo y de procedimientos en los alumnos, así como también incorporar auto y coevaluaciones. Este tipo de organización implica que se formulen relativamente pocas competencias, pero centrales o ejes, y que se trabajen a lo largo de toda la formación. Otra forma, más cercana a lo conductual, sería descomponer las competencias formuladas en desempeños simples (Díaz Barriga, 2006). Esta última forma, evaluaría una serie de desempeños relativamente sencillos y no necesariamente la competencia en su globalidad. Otra forma, es la mixta, como propone Roe (2003), donde algunos conocimientos básicos, habilidades y destrezas deben ser aprendidos en la lógica y estructura del pensamiento disciplinar y que luego pueden movilizarse en otros momentos del mismo plan de estudios en la resolución de problemas complejos. Es decir, pueden existir dos momentos: uno de adquisición de información desde lo disciplinar y otro en su empleo en problemas específicos (Roe, 2003).

Para Zabala y Arnau (2007) la incorporación de las competencias a los currículos puede hacerse en tres niveles. Uno de ellos es plantear el aprendizaje de los mismos contenidos de las disciplinas desde una visión más funcional, donde el alumno logre

utilizarlos o aplicarlos a las situaciones reales que se les presenten, tanto en su trayecto académico como luego profesional. Esto plantea un gran desafío en lo referente a las estrategias de enseñanza y, por ende, evaluación. Otro, implicaría un cambio curricular, un nuevo diseño a partir de las competencias profesionales. En este caso, además de los cambios en las estrategias tradicionales de enseñanza, se requieren otros, más profundos, ya que algunas competencias profesionales buscadas abarcan saberes transdisciplinarios y otros que escapan a los contenidos tradicionales de las asignaturas, como por ejemplo, saber emprender. Un tercero, incorpora a la anterior, con la visión de una formación más integral de las personas que supere lo estrictamente disciplinar de la profesión, competencias relacionadas con las actitudes y valores.

Para cumplir realmente la función formativa que desempeña la universidad, es necesario entender las competencias profesionales como formativas. Los modernos diseños de programas en la universidad deben incluir ambos tipos de competencias, no se puede pensar en competencias formativas al margen de los perfiles profesionales (Zabalza, 2008).

Este trabajo se desarrolló sobre la base de entender las competencias como capacidades complejas, que integran saberes teóricos, procedimentales y del contexto, y que permiten adquirir y aplicar distintos saberes en el ámbito académico.

### 1.2.3 Debate y controversia en torno a la enseñanza por competencias.

La enseñanza por competencias ha sido objeto de debate y controversia en distintos ámbitos, y lo que es muy importante, ha sido un motivo más para reflexionar sobre la enseñanza escolarizada en general y la universitaria en particular.

Desde el punto de vista político, la controversia se originó cuando se asoció a esta formación un origen en demandas económicas y empresariales, que reclamaban una formación dirigida a satisfacer requerimientos para el empleo. Formuladas desde el enfoque laboral, terminaban descomponiéndolas en una sucesión de desempeños relativamente sencillos y valorando solamente los resultados. En algunas de estas interpretaciones del aprendizaje *por* competencias, el enfoque se acerca al modelo de objetivos, que separa medios de fines y desconoce sus influencias recíprocas al fragmentar las tareas y hacer una separación de los elementos que las forman. Los contenidos y las metodologías son entendidos como algo instrumental. Los objetivos a alcanzar se valoran solamente a través de conductas observables y cuantificables utilizando instrumentos de recolección de datos estructurados, para reconocer el nivel de logro alcanzado, se da gran relevancia al aprendizaje experiencial y se considera en cierto aspecto como acumulativo, en cuanto a una sucesión de componentes.

Esta concepción de las competencias hace que algunos autores, desde el punto de vista epistemológico, las encuadren dentro del pensamiento positivista, y recibe las mismas críticas que este enfoque aplicado a la educación. Ellas se refieren fundamentalmente a lo incompleto de su método, surgido del estudio de las ciencias físico-naturales, para conocer otros objetos de estudio que poseen propiedades diferentes como la intencionalidad y la autorreflexión.

Esta manera de entender la formación, ha sido superada y los expertos en educación adhieren hoy día a otras posturas más integrales, que contemplan diferentes aspectos, no solamente resultados y desempeños sencillos. Ponen al estudiante y su proceso de construcción del conocimiento en un lugar central, promueven metodologías para la comprensión, para el aprendizaje en contexto, la metacognición y el pensamiento crítico.

Desde el enfoque constructivista, pueden reconocerse tres cuestiones fundamentales de la enseñanza por competencias que hacen contacto con estas teorías: el papel del sujeto en la construcción de su conocimiento, el aprendizaje en contexto y la gradualidad del aprendizaje, donde el desarrollo de la competencia es un proceso.

Autores como Escudero Muñoz (2008), entienden la enseñanza *con* competencias, cercana al modelo de proceso, donde son importantes las interacciones entre contenidos bien seleccionados y organizados y la realización de experiencias y actividades que permitan entenderlos con profundidad. En esta visión, se pone énfasis en el desarrollo del pensamiento, a través de operaciones cognitivas superiores, en construir sentido sobre lo que se aprende y conexiones con situaciones y problemas complejos y reales, bases de la buena formación universitaria.

En los últimos años ha habido un mayor reconocimiento del papel y el valor de la educación en la sociedad del conocimiento. Esto puede aprovecharse en distintos sentidos: para garantizar a todas las personas una educación de mayor calidad, más justa y equitativa o, por el contrario, buscar la excelencia solo según las demandas del mercado o para algunos pocos. El conocimiento, en el caso de la universidad, se refiere a formación científica especializada, y abarca los contenidos sustantivos, los procedimientos de trabajo y de construcción del conocimiento de cada ámbito del saber y las diferentes disciplinas que lo constituyen (Escudero Muñoz, 2008).

Evidentemente, la postura política determinará cómo se definan las competencias, que tipo se seleccionen, cuáles se primen o cuáles siquiera se formulen.

Entiendo a la educación como un bien social que debe preparar para el desarrollo personal y en sociedad y procurar la igualdad de oportunidades, por lo que, las demandas de un grupo en particular no pueden sustentar por sí mismas un planteamiento educativo, que debe abarcar a toda la sociedad y promover tanto su

desarrollo conjunto como el de sus integrantes en particular. En realidad, el sesgo que puede darse a la educación, para atender a intereses particulares lejanos al interés general, es independiente al modelo de desarrollo por competencias.

No se trata de enseñar para un contexto de empleo determinado, sino de formar mentalidades, capacidad de creación, de adaptación, de enfrentar y resolver problemas. Es necesario tener en cuenta que el mundo del trabajo ha cambiado,- por lo tanto surge la necesidad de hacer adaptaciones en la formación profesional de las personas.

Se espera que los egresados universitarios sean capaces de interpretar, enjuiciar y resolver satisfactoriamente los desafíos de sus tareas y situaciones. Esto dependerá en gran medida, de la relevancia de los contenidos aprendidos y cuánto hayan movilizado sus capacidades de entender, apreciar y cuestionar la realidad desde claves científicas, sociales, culturales, políticas y humanas. Para eso obviamente, las competencias y los contenidos deben ir de la mano.

#### 1.2.4 Del aprendizaje y enseñanza de las competencias.

Algunos autores han realizado propuestas sobre el modo de llevar adelante la formación en competencias, entre ellos, Tardif (2003), que propone una serie de fases o pasos que, en forma general, pueden aplicarse para el diseño de una formación en competencias en el ámbito universitario y que incluyen:

- 1) Determinar las competencias que serán contempladas por el programa;
- 2) Determinar el grado de desarrollo de las competencias al final del programa;
- 3) Determinar los recursos internos que los estudiantes deberán adquirir y
- 4) Determinar las modalidades de evaluación de las competencias;
- 5) Planificar el escalonamiento de las competencias sobre el conjunto de la formación;

6) Determinar los métodos de enseñanza/aprendizaje;

7) Determinar la organización del trabajo de los profesores y de los estudiantes durante las actividades de aprendizaje;

8) Establecer las modalidades de seguimiento de los aprendizajes.

Como puede observarse, estas fases corresponden al desarrollo e implementación de una formación por competencias para una carrera o titulación, lo que ampliamente ejecuta los propósitos del presente trabajo. Por esta razón, se las tomó como una orientación y a continuación, se presentan las cuestiones estudiadas con mayor énfasis por considerarse más pertinentes a los objetivos y alcances de la investigación.

#### ***1.2.4.1 De la Selección de las competencias académicas a desarrollar por los estudiantes.***

Gonzalez y Wagenaar (2003) proponen seleccionar las competencias con una metodología inductiva a través de encuestas a tres grupos: empleadores, graduados y académicos.

Otros autores proponen seleccionar grandes áreas de competencias partiendo del perfil académico-profesional de cada titulación, para luego concretar las competencias específicas que se desarrollarán en cada una de las asignaturas o módulos del Plan de Estudios (Villa Sánchez & Poblete Ruiz, 2004).

Falcó Pegueroles (2005), propone que las competencias profesionales, que están determinadas por necesidades de la sociedad, deben ser el punto de partida para definir las competencias del estudiante.

Bolívar (2008) cuestiona la metodología inductiva y sostiene que la clasificación de competencias lograda de ese modo será contingente y dependiente del contexto y de débil conceptualización.



También se propone la interpretación de las competencias de la titulación desde un área o disciplina concretas (Blanco & Ramos, 2009).

En la formulación de las competencias debe aparecer un grado de concreción suficiente para enfocar las acciones formativas, pero con una generalización tal, que evite el reduccionismo de un listado de acciones precisas a realizar (Mérida Serrano & García Cabrera, 2005).

Es necesario tener en cuenta también, que desde otra perspectiva, el punto de vista cognitivo en la enseñanza de las ciencias, un dado currículo de ciencias debe tener como un fin explícito en sí mismo, la presentación sistemática de un cuerpo organizado de conocimientos (Ausubel, Novak, & Hanesian, 1986), por lo que, no pueden estar ausentes los conocimientos disciplinares y su metodología de construcción en la formulación de las competencias.

#### ***1.2.4.2 De la evaluación de las competencias.***

La importancia de la evaluación como proceso dinámico y continuo es que permite de manera objetiva comprobar el logro de los objetivos planteados.

Es necesario considerar no sólo su función certificadora, sino la formativa, las cuales han de ser necesariamente complementarias.

Dado que el crecimiento de un estudiante en una competencia dada es un proceso de naturaleza continua y, en adhesión al paradigma constructivista, la evaluación no debe limitarse a cuantificar resultados sino también a la valoración de los procesos.

Biggs (2005), remarca la importancia del alineamiento constructivo para un buen sistema de enseñanza, esto es, debe existir una relación de correspondencia entre las actividades de aprendizaje establecidas en los objetivos y el método y la evaluación de

la enseñanza. De esta manera todos los aspectos están en acuerdo para apoyar el adecuado aprendizaje del estudiante.

Por lo tanto, se deben definir paralela e integradamente los métodos de enseñanza y los sistemas de evaluación de acuerdo a las competencias a alcanzar.

Monereo (2003) propone superar la “cultura del examen” y avanzar hacia la evaluación auténtica. Dado que las competencias se ponen en acción en contextos problemáticos que se definen por su autenticidad, es decir, que se perciben como reales y relevantes, es que deberán recrearse estas situaciones en el aula para su evaluación. Se requieren métodos cercanos a la realidad, con una participación genuina de los estudiantes, como lo son por ejemplo: la resolución de casos y problemas. Este autor, plantea modificar en primer lugar la evaluación, por los profundos efectos que ésta tiene sobre el aprendizaje y pensar a qué problemas tendrá que enfrentarse el estudiante, tanto los típicos y más frecuentes como los emergentes. También, valora a la evaluación en cuanto a que ofrece indicadores de cómo aprende el alumno, para que el profesor pueda efectuar los cambios necesarios y el propio estudiante regular su aprendizaje. Para avanzar hacia la evaluación auténtica, recomienda utilizar los medios disponibles a partir de lo que ya se está haciendo, en lo que llama “proximidad ecológica” (p81). Las actividades de evaluación se desprenden directamente de situaciones reales de aprendizaje en las que están involucrados los alumnos.

Poder transformar la evaluación en una herramienta de conocimiento, en especial para profesores y alumnos, es posible si se toman en consideración algunas cuestiones y se preservan y desarrollan otras. Hay que entender la evaluación como parte de la enseñanza y el aprendizaje y no dissociada de ellos. Cuando el docente analiza y reflexiona sobre los contenidos a enseñar y las metodologías con que lo hará en base a su postura epistemológica, constituye un primer paso para avanzar en una mejora de la

evaluación. Pueden elaborarse instrumentos de evaluación que pongan de manifiesto no solamente la adquisición de conocimientos como hechos y conceptos, sino también del desarrollo de los procesos de pensamiento que permiten avanzar en ese conocimiento. La condición es que se haya trabajado en tal dirección antes, durante el período de enseñanza y aprendizaje. Las actividades diseñadas podrán propiciar nuevos aprendizajes cuando promuevan en los estudiantes un avance en sus procesos cognitivos. Los criterios de evaluación del trabajo de los alumnos son a la vez objetivos del aprendizaje y sustentan la elección de las metodologías de enseñanza y aprendizaje (Celman, 1998).

Aparecen coincidencias importantes entre reconocidos investigadores, en lo referente a la evaluación de las competencias como parte del aprendizaje, y a la utilización de las metodologías más apropiadas para que tengan carácter integrador, a la vez que contemplen los distintos tipos de componentes que las forman.

La evaluación en la formación universitaria cumple dos funciones fundamentales y complementarias; por una parte, la función de certificación de unos aprendizajes exigidos y, por otra, la función formativa para favorecer el logro de dichos aprendizajes, esto es, de las competencias o de los elementos de las competencias.

Dado que la competencia, como resultado de aprendizaje, implica la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes y su movilización en una determinada situación, la evaluación debe abarcar los tres tipos de adquisiciones y realizarse a partir de la actividad que realiza el alumno. Debe valorar lo que el estudiante es capaz de hacer en una determinada situación, teniendo como referencia de valoración los criterios de lo que debería hacer y cómo. La evaluación del proceso de desarrollo de competencias, como proceso de aprendizaje, debe aportar datos que permitan interpretar la evolución de los estudiantes en su formación. En este sentido, la utilización de las tareas de

aprendizaje como evidencia para la evaluación facilita la integración y la coherencia entre el aprendizaje y la evaluación, al mismo tiempo que facilita una evaluación del proceso de aprendizaje y no sólo de los resultados (Villardón Gallego, 2006).

Como los componentes de una competencia son de diferente naturaleza (conocimientos, habilidades y destrezas, actitudes y valores), para lograr el alineamiento de la evaluación con las competencias es necesario el uso combinado e integrado de diferentes estrategias y procedimientos que promuevan el desarrollo de todos ellos. Además, las actividades evaluativas a realizar, deben ser tanto de tipo final, certificadora de logros, como formativas y continuas, con distintos procedimientos y técnicas, para permitir la valoración más amplia que requieren las competencias, que exceden a las pruebas tradicionales tipo test. (De Miguel Díaz, et al., 2006).

Evaluar las competencias es un procedimiento que genera valor a lo que las personas aprenden. La evaluación de las competencias permite una retroalimentación entre los estudiantes, los docentes, las instituciones educativas y eventualmente, la sociedad, ya que todos pueden obtener información cualitativa y cuantitativa del grado de desarrollo de las competencias (Tobón, 2008).

La evaluación es a la vez efecto y causa de los aprendizajes. La evaluación debe reorientarse para controlar que los resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje aseguren la consecución del objetivo: la adquisición de la competencia; pero también constituye una oportunidad de generar y desarrollar nuevos contenidos formativos (Cano, 2008).

En la formación por competencias, las actividades para el aprendizaje y la evaluación son similares. Sin embargo las actividades de evaluación evolucionan y se modifican según el grado de aprendizaje de una competencia. En un principio se puede trabajar sobre los distintos componentes de una competencia para luego centrarse en su

integración, en una evaluación global de la competencia, cercana a su función certificadora (Fernandez March, 2010).

La evaluación de una competencia tendrá como punto de partida una situación real. Para una evaluación final, con fines de acreditación, la resolución final de la situación o problema que demuestra la competencia, podría ser suficiente. Pero, cuando lo que se quiere evaluar son los procesos que lleva a cabo el alumno para ir desarrollando las competencias, para intervenir en ellos de manera apropiada, es necesario implementar una evaluación de proceso, formativa y apreciar todas las acciones que se deben llevar a cabo para conseguir una actuación competente (Fernandez March, 2010).

Del análisis de cada competencia específica, podrán definirse indicadores de logro. Éstos permitirán valorar el grado de desarrollo que van alcanzando los alumnos en los diferentes componentes de las competencias, a través de la realización de actividades planificadas siempre en función de la resolución de la situación o problema planteado.

Cada indicador podrá mostrar el grado de dominio alcanzado en uno o varios de los componentes de la competencia ya sean de naturaleza factual, conceptual, procedimental o actitudinal. Dado que cada componente se aprende de modo distinto, las actividades diseñadas para su aprendizaje y evaluación estarán planteadas en concordancia.

Las competencias, como constructos complejos, requieren también procesos complejos para su evaluación, con medios e instrumentos variados y acordes a las diferentes competencias y contextos de los estudiantes. Es necesario tener en cuenta que en el ámbito de las instituciones educativas, aunque se trate de la universidad, las situaciones o problemas que se planteen a los alumnos serán aproximaciones más o menos cercanas a los reales.

La evaluación de las competencias requiere una valoración sistemática del desempeño de los estudiantes, por medio de la comparación entre los criterios y las evidencias que muestran el grado de dominio que se posee en torno a una actuación determinada ante problemas pertinentes del contexto (Tobón, Pimienta Prieto, & García Fraile, 2010).

Para cada una de las competencias deben establecerse los criterios de evaluación y las fuentes de información para evidenciar los logros de los estudiantes. La valoración del desarrollo de una competencia, tanto en forma global como a través de la discriminación de los distintos niveles de logro, requiere de una inferencia. Es necesario identificar previamente que razonamiento o capacidad evidencia cada resultado para otorgar mayor validez a la evaluación (Villardón Gallego, 2006).

#### ***1.2.4.3 De los métodos de enseñanza para el aprendizaje de las competencias.***

El aprendizaje de una competencia requiere significatividad y funcionalidad. Por definición, requieren movilizar conocimientos, procedimientos y actitudes en un accionar en contexto (Zabala & Arnau, 2007).

Para un aprendizaje significativo se requiere poder vincular los nuevos contenidos con los conocimientos previos. Por eso es necesario que la distancia entre los nuevos contenidos y lo que ya se sabe sea la adecuada. Se establecerán múltiples relaciones entre lo nuevo a aprender y los esquemas de conocimiento existentes lo cual dependerá en gran medida del nivel de desarrollo de las capacidades cognitivas del estudiante (Ausubel, Novak, & Hanesian, 1986).

Las actividades para el aprendizaje de las competencias deberán reunir ciertas características. Una de ellas, es que sean significativas, es decir, sean un reto posible

para el alumno, lo motiven y promuevan su actividad mental, su autonomía para el aprendizaje y su autoestima.

Otra, es que dada la complejidad de las situaciones reales, la cantidad de variables que se presenten sean las adecuadas para el alumno.

También el carácter procedimental, con una secuencia de actividades en orden y complejidad gradual, donde la guía y ayuda también sea gradual hasta terminar con el trabajo independiente de los estudiantes. Estos distintos tipos de actividades son necesarios para aprender los distintos componentes de las competencias (Zabala & Arnau, 2007).

Son necesarias formas de enseñanza que introduzcan dificultades en forma progresiva, que permitan al estudiante hacer un proceso personal de desarrollo de la competencia para dar respuestas a situaciones cercanas a la vida real.

En el diseño de las estrategias para el aprendizaje de las competencias, resulta pertinente tener en cuenta el desarrollo de procesos de pensamiento asociados al desarrollo de las competencias buscadas: observar y describir, inferir, discriminar, formular preguntas investigables, hipótesis y predicciones, diseñar y realizar experimentos, comprender textos y buscar información, teorizar y argumentar.

La capacidad de actualizar destrezas cognitivas, aplicándolas a nuevas situaciones, se incrementa notablemente cuando la práctica y la teoría son abordadas como una unidad, donde el desarrollo de la práctica es el motor de búsqueda de la teoría y ésta, a su vez, es promotora del perfeccionamiento y recreación de la práctica. Las referencias al oficio potencian estas situaciones y afianzan la autenticidad del discurso pedagógico (Costamagna, Minella, & Fuentes, 2004).

La presentación de los contenidos desde su funcionalidad contribuye en gran medida a que el estudiante les atribuya sentido, y por lo tanto mejora su predisposición al

aprendizaje.

El papel activo del alumno es esencial para lograr un aprendizaje profundo. Esa actividad no necesariamente se refiere a actividad física, sino fundamentalmente a la actividad mental, que implica el planteo de lo que Piaget llamó un conflicto cognitivo y la acomodación de los nuevos conocimientos y reelaboración de nuevos esquemas (Piaget, 1978).

En la enseñanza por competencias, el objeto de estudio son situaciones y problemas del mundo real, para lo cual las intervenciones pedagógicas se basan en situaciones o problemas cercanos a los alumnos. El desafío entonces está en partir de problemas reales y a la vez respetando la estructura lógica de las disciplinas, fundamental para no cometer errores conceptuales.

Por lo tanto, esa situación real será un punto de partida que dará mayor grado de significatividad a los contenidos disciplinares que el alumno aprenderá. De este modo, los contenidos siguen la lógica del campo disciplinar, pero la selección de los mismos no se realiza justificándose en la lógica de la asignatura sino en su pertinencia para la resolución de problemas reales, cercanos a los alumnos. Los contenidos disciplinares se formalizan para luego poder aplicarse a nuevas situaciones.

Si bien esta organización permite incorporar la enseñanza para el desarrollo de competencias en las carreras que conservan su organización por asignaturas o disciplinas, presenta el riesgo de reducir la complejidad propia de las competencias, limitando el número de relaciones que pueden establecerse en lo interdisciplinar y más aún meta disciplinar. Será necesario entonces que, a medida que los estudiantes avanzan en la carrera, puedan ir ofreciendo soluciones cada vez más elaboradas desde lo interdisciplinar.



No se puede enseñar a resolver la enorme diversidad de situaciones con las que podrían enfrentarse, sino a utilizar mecanismos de actuación que les permitan resolver. El conocimiento del grado de adquisición de la competencia no puede basarse en los extremos de “se observa” la competencia o “no se observa”, sino que el reconocimiento de varios grados es fundamental en un proceso formativo (Tobón, 2008).

Como los distintos componentes de las competencias son de diversa naturaleza, será necesario tener en cuenta los distintos tipos de aprendizaje que requieren esos componentes.

El aprendizaje de contenidos factuales requiere su memorización para lo cual pueden ayudar la organización o asociaciones que se establezcan entre los hechos a memorizar. Lo aprendido podrá ser utilizado en una actuación competente cuando pueda reproducirse oportunamente al identificar el concepto asociado.

Los conceptos, en su carácter abstracto requieren de su comprensión. El proceso de elaboración y construcción personal del concepto requiere una fuerte actividad mental. Se habrán aprendido cuando puedan utilizarse para la interpretación o comprensión de un fenómeno o situación o bien los hechos o situaciones concretas puedan asociarse al concepto que los incluye. Es evidente que este tipo de aprendizaje siempre permite profundizar o ampliar el grado de conocimiento.

Los procedimientos se aprenden a través de procesos de ejercitación a partir de modelos expertos. Este proceso deberá ser tutelado en mayor medida en un principio para ir disminuyendo paulatinamente la ayuda, a medida que se van aprendiendo. Para que no se transforme en un aprendizaje mecánico es necesaria la reflexión sobre cómo y en qué condiciones se realizan estas actividades, teniendo en cuenta los contenidos teóricos del procedimiento que se desarrolla y su funcionalidad.

El dominio procedimental es clave en el aprendizaje de las competencias, por lo que debe tenerse en cuenta básicamente el aprendizaje de procedimientos al que se suman las actividades de aprendizaje de hechos y conceptos y actitudes (Zabala & Arnau, 2007). Fundamentalmente si estos contenidos procedimentales no se limitan a habilidades o destrezas de ejecución sino fundamentalmente se refieren a operaciones del pensamiento necesarias para el aprendizaje comprensivo buscado.

Los contenidos procedimentales no se pueden dissociar del objeto de conocimiento ya que, ellos se relacionan en gran parte con el tipo y calidad de las actividades mentales que se ponen en juego para conocer (Celman, 1998).

Dado que las actitudes poseen componentes cognitivos, afectivos y conductuales, se requieren elaboraciones personales complejas para su aprendizaje. Las actitudes se aprenden a partir de modelos o a través de vivencias continuadas en determinados entornos, pero especialmente se aprende cuando se hace una reflexión que lleva a un posicionamiento personal ante un conflicto. Esa reflexión requiere conocimiento de los diferentes modelos de actuación, análisis y valoración de los factores en sentido positivo y negativo lo que lleva no sólo a una toma de posición sino a valorar la propia actuación (Zabala & Arnau, 2007).

#### ***1.2.4.4 Del rol del docente.***

En la enseñanza por competencias, la intervención del docente deberá ser una ayuda adecuada al proceso de construcción del alumno. Así, va ajustando la dificultad entre lo que el alumno sabe y lo nuevo a aprender, creando zonas de desarrollo próximo (Vygotski, 1988).

Parece por tanto evidente que, si de lo que se trata es de formar las competencias y cualidades humanas básicas que se consideran valiosas para el ciudadano del siglo XXI,

la tarea del docente no consistirá sólo ni principalmente en enseñar contenidos disciplinares descontextualizados, sino en definir y plantear situaciones en las cuales los alumnos puedan construir, modificar y reformular conocimientos, actitudes y habilidades, es decir, promover que los alumnos experimenten por sí mismos la relación entre experiencia y saber (Contreras, 2010).

De acuerdo con Jiménez & Sanmartí (1997), los docentes generan contextos de aprendizaje y a partir de ellos los alumnos desarrollan determinadas capacidades:

\*Desarrollar destrezas cognitivas y de razonamiento científico para interpretar los fenómenos dentro del modelo y la teoría que lo originó.

\*Desarrollar destrezas experimentales relacionadas con los procedimientos y en una visión que supera lo procedimental, la resolución de problemas (como visión superadora del método científico estándar).

\*Desarrollar el pensamiento crítico para opinar y tomar decisiones fundadas.

El proceso de enseñanza que realiza el docente debe ser congruente con las competencias a desarrollar y con los contenidos necesarios para ello. Debe seleccionar las estrategias que propicien la construcción de conocimiento y la adquisición de las competencias buscadas (Cepeda Dovala, 2004).

El docente se enfrenta al reto de educar para que el estudiante vaya adquiriendo mayor autonomía y también en la resolución de problemas complejos en grupos, como un equipo.

Deberá jerarquizar los objetivos y planificar las actividades conducentes a su logro, tanto individual como grupal (Blanco & Ramos, 2009).

Es necesario que el docente revea la relación teoría-práctica, busque espacios curriculares de integración y metodologías de aprendizaje y enseñanza, que propicien un acercamiento a la realidad profesional como vía para conseguir un aprendizaje

significativo, profundo y constructivo, que permita a los estudiantes seguir aprendiendo de manera permanente. Es así que el papel del profesor es acompañar, guiar, evaluar, apoyar al aprendiz mientras sea necesario, va cediendo terreno a medida que el alumno va logrando autonomía e independencia en su aprendizaje. (Fernandez March, 2006).

Zabalza (2003) destaca la importancia de la docencia universitaria como territorio profesional que requiere de una formación específica. La formación de los docentes favorece que planifiquen el proceso de enseñanza–aprendizaje, seleccionen y presenten los contenidos disciplinares de manera comprensible, gestionen las metodologías de trabajo y las tareas de aprendizaje, sean capaces de evaluar los aprendizajes y sus procesos, ejerzan el rol de tutor y lo que es muy importante, reflexionen e investiguen sobre la enseñanza.

Enseñar competencias implica diseñar estrategias para cada uno de sus componentes, en lo posible, de forma interrelacionada. Enseñar esquemas de actuación para que sean aplicados de forma estratégica según las variables que plantea la situación real objeto de estudio. La respuesta a las necesidades educativas pasa por el dominio de múltiples estrategias metodológicas, aplicadas de forma flexible teniendo en cuenta las características de los contenidos, de los objetivos propuestos y de los estudiantes (Zabala & Arnau, 2007).

De lo expuesto surge que el docente planificará su tarea formativa para el desarrollo de la competencia coordinando los objetivos de aprendizaje que se pretenden alcanzar; los contenidos que se van a trabajar; los métodos y técnicas que se pueden utilizar; los recursos que se necesitan emplear; las evidencias que se esperan recopilar; y los métodos e instrumentos de evaluación del logro que se van a aplicar. Además, debe organizar toda la secuencia didáctica en el tiempo disponible. El docente debe tener

dominio del saber científico y capacidad para seleccionar y adaptar para sus estudiantes problemas significativos de la vida real.

### **1.3 Hipótesis**

La enseñanza orientada al desarrollo de competencias en el área Biológica favorece el aprendizaje disciplinar comprensivo, posible de aplicarse a nuevas situaciones, a la vez que contribuye a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.

### **1.4 Objetivos**

#### **Objetivo general**

- Investigar el valor de una intervención didáctica orientada al estímulo de competencias del área Biológica, en la carrera de Bioingeniería.

#### **Objetivo específico**

- Indagar acerca de las competencias académicas específicas para el aprendizaje de la Anatomía e Histología Humanas, cuyo desarrollo es necesario incentivar en los alumnos, para su disponibilidad permanente.

#### **Objetivos particulares**

- Identificar las competencias académicas a desarrollar por los estudiantes.
- Analizar indicadores de logro de las competencias académicas
- Lograr estrategias didácticas orientadas al desarrollo progresivo de las competencias académicas.
- Inferir resultados de las estrategias diseñadas.

## **2. Metodología**

### **2.1 Enfoque Metodológico**

Teniendo en cuenta lo particular de los fenómenos educativos, en cuanto a su complejidad y carga de subjetividad, es que se requiere una metodología de investigación que considere su naturaleza.

En esta investigación se utilizaron metodologías cuantitativa y cualitativa, dado que éstas se complementan para abarcar distintos aspectos del objeto de estudio.

Las relaciones que se establecen entre los individuos y entre ellos y el conocimiento son por naturaleza ricas y múltiples y por lo tanto requieren no solo de la visión positivista, cuantitativa, sino que es necesario recurrir además a paradigmas más interpretativos para ahondar en su comprensión (Arnal, del Rincón, & Latorre, 1992).

Se recupera del paradigma positivista la búsqueda de relaciones, antes-después en cuanto a la aplicación de determinadas estrategias didácticas y el desarrollo de competencias académicas en los estudiantes, y en cuanto a la posibilidad de la cuantificación de aspectos observables.

Se reconoce el paradigma interpretativo en el estudio de los hechos en su contexto natural para comprenderlos e interpretarlos. Desde este punto de vista son tan importantes las características observables del acontecimiento educativo como la interpretación subjetiva que le conceden sus participantes. Lo que ocurre en las aulas tiene tanto una dimensión objetiva, manifestaciones observables, como una dimensión subjetiva, los significados que esos hechos tiene para quienes participan (Rodríguez Gómez, Gil Flores, & García Jiménez, 1996).

Desde las posturas positivistas más estrictas, la participación del investigador reduce su objetividad. Sin embargo, desde lo interpretativo, la participación contribuye a la

comprensión de los hechos y, las observaciones y datos recogidos son válidos en tanto logren ser representaciones auténticas de la realidad. Lejos de ser una desventaja, le permite al investigador enriquecer los datos primarios a través de la percepción de actitudes y valores. El conocimiento teóricamente fundado del investigador participante, ofrece un marco para la explicación y reflexión crítica de sus observaciones.

Para poder apreciar las transformaciones producidas en los sujetos durante la intervención educativa, resulta un hecho central captar el significado de las acciones y los sucesos, para ahondar en ellos, pasando de la observación a la comprensión (Costamagna, 2008).

La observación, como técnica para la valoración de las competencias, provee información sobre el grado o nivel de dominio de los estudiantes sobre las competencias, por su actuación en contextos semejantes a los reales y permite detectar las dificultades para intervenir de forma pertinente.

Es necesario que la observación sea planificada y sistemática, que estén muy claros qué datos se van a recoger y cómo se van a registrar y que sea posible de realizar en tiempo y espacio sobre todos y cada uno de los estudiantes.

Para evaluar otros aspectos, que escapan a la observación, se requirió la opinión de expertos disciplinares y de los estudiantes.

Se realizaron entrevistas semiestructuradas con los expertos disciplinares. Se les formularon a todos las mismas preguntas, y se incluyó espacio para otras opiniones que quisieran expresar. Los datos recogidos se utilizaron fundamentalmente para lograr consensos en las competencias seleccionadas.

Para recabar las opiniones de los estudiantes sobre su experiencia de aprendizaje con la estrategia diseñada orientada al desarrollo de competencias, se aplicó una encuesta diseñada a tal efecto.

## **2.2 Diseño de la Investigación**

Esta investigación surgió de la conjunción de tres cuestiones:

\*Un problema detectado en el aprendizaje-enseñanza de la asignatura Histología y Anatomía en la carrera de Bioingeniería: la tendencia al aprendizaje puramente memorístico.

\*El interés de la investigadora en el aprendizaje y la enseñanza para la comprensión y en particular de contenidos procedimentales, entendidos no solamente como destrezas o habilidades para la ejecución de métodos y técnicas sino, y fundamentalmente, en los procesos y operaciones del pensamiento que intervienen en el hecho de aprender.

\*Los antecedentes en la enseñanza para el desarrollo de competencias en los distintos niveles de la enseñanza y en particular en el universitario en las carreras de Ingeniería y las Ciencias de la Salud, como una opción válida para la mejora de los aprendizajes.

En el caso de esta investigación, se hizo una aproximación a la idea de Tardif (2003), ya que la carrera de Bioingeniería está organizada en asignaturas. Por lo tanto, en esta investigación se trabajó con la meta del desarrollo de competencias disciplinares específicas en concordancia con la organización curricular de la carrera en asignaturas. Se planteó una primera hipótesis de trabajo, proponiendo la enseñanza para el desarrollo de competencias como modo de superar el problema detectado.

Se comenzó a construir el marco teórico en base a los antecedentes recabados y a las opiniones, posturas e investigaciones en el tema por expertos.



A medida que se avanzaba en el estudio de las bases teóricas, se avanzaba también en la comprensión del problema y se fue ajustando la hipótesis y los objetivos del trabajo. Este proceso se realizó en forma recurrente.

Este avance en el estudio del tema permitió seleccionar un enfoque y elaborar un diseño para la investigación, definiendo las variables y metodología para recolectar y tratar los datos obtenidos, que permitieron valorar la experiencia realizada.

Para el estudio del constructo, fue necesario definir las variables operativas, para las cuales es importante tanto su valoración cuantitativa como los aspectos interpretativos que pueden surgir desde la reflexión a partir de los datos recogidos. Así, las estrategias didácticas se constituyen en variable independiente y el desarrollo de competencias disciplinares específicas, como variable dependiente.

Dentro de la complejidad del proceso de enseñanza aprendizaje, se hace necesario reconocer la existencia de otras variables intervinientes, como las características de los estudiantes y del entorno, las cuales se describen para esta experiencia en particular.

➤ Para apreciar que la aplicación de las estrategias didácticas diseñadas favorece el aprendizaje comprensivo, se analizaron los niveles de logros de los estudiantes en los distintos componentes de cada una de las competencias.

➤ Además, es necesario verificar que el aprendizaje logrado está disponible y es posible de aplicarse a nuevas situaciones. Se analizaron entonces los niveles de logro en un nuevo caso problema planteado.

➤ Para apreciar que la enseñanza orientada al desarrollo de competencias contribuye a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes, se analizaron las calificaciones obtenidas por cada alumno en la evaluación parcial de acreditación. Se comparó la calificación obtenida en los temas desarrollados con la estrategia diseñada

para esta investigación respecto a la calificación obtenida en la evaluación de temas desarrollados en forma tradicional.

- Para evaluar otros aspectos de la propuesta didáctica se recabó la opinión de:
  - expertos disciplinares, que se expresaron en una entrevista respecto a la pertinencia de las competencias seleccionadas y
  - los estudiantes, que se expresaron a través de una encuesta voluntaria respecto a su valoración de la contribución de la propuesta a su aprendizaje.

### **2.3 Desarrollo de la Investigación**

Una parte esencial en esta investigación, fue seleccionar las competencias disciplinares específicas que deben desarrollar los estudiantes a través de su trayecto por la asignatura Histología e Anatomía, para contribuir de manera positiva a su formación como Bioingeniero.

Fue necesario en primera instancia decidir sobre la metodología para su selección y luego, formular con claridad las que se consideraron pertinentes, conjugando concisión y amplitud.

Para la formulación de competencias específicas para la disciplina Anatomía humana macro y microscópica, se partió de:

a) el perfil del Bioingeniero, como horizonte de formación y, b) lo que la Asignatura desde su cuerpo organizado de conocimientos puede aportar a la misma, tanto de un modo directo como contribuyendo a los requerimientos de otros espacios curriculares siguientes en la carrera.

Todo este proceso se sustentó en:

a) la conceptualización expuesta en el marco teórico - construido en base a consulta bibliográfica y documental e informes de investigaciones previas- y

b) la propia experiencia docente de la investigadora en la asignatura de la carrera, guiada por el pensamiento y la reflexión.

Se tuvieron también en cuenta:

c) opiniones de expertos disciplinares, con el objetivo de consensuar las competencias específicas formuladas, quienes se expresaron respondiendo un cuestionario semiestructurado (Se adjuntan en anexo 1).

Otra parte importante fue, una vez seleccionadas las competencias, y en base al análisis de sus componentes, establecer los indicadores de logros para cada una de ellas y los niveles de desarrollo que se esperaba alcancen y superen los alumnos.

Fue necesario establecer previo a la intervención didáctica, indicadores de desarrollo de cada una de las competencias, centrados en puntos críticos del aprendizaje, para su valoración, tanto por parte del docente como de los alumnos. Le da consistencia a la evaluación y proporciona a los estudiantes una orientación y una referencia sobre su aprendizaje.

Cada indicador de logro surgió entonces de un análisis sobre las acciones y procesos que debe realizar el estudiante para lograr la competencia, que por definición posee componentes de los dominios conceptual, procedimental y actitudinal.

Es evidente que, para cada indicador, pueden lograrse diferentes niveles en su ejecución. Se aspira que los estudiantes logren, al menos, el nivel satisfactorio en cada uno de los indicadores de cada competencia seleccionada; luego de la aplicación secuenciada de las estrategias diseñadas y con la tutela del docente, para ir haciendo los ajustes necesarios según una evaluación en proceso.

Luego, se requiere de una integración de los componentes en una evaluación más global, expresión del desarrollo de las competencias como un todo. Para esto se tiene en cuenta que los alumnos logren el nivel satisfactorio en todos los componentes de una competencia, pero, a su vez, también se evalúa la capacidad de su integración a través del tratamiento de situaciones problema orientado a su resolución, ya que, además de los indicadores de logro específicos, se ponen en juego otras formas de procesamiento del conocimiento adquirido, en función de la activación para su disponibilidad.

2.3.1 Competencias específicas a desarrollar por los estudiantes en su trayecto por la asignatura Anatomía e Histología. Indicadores de logro y sus niveles.

***\*Competencia I: Analiza modelos gráficos de estructuras anatómicas para obtener información y realizar inferencias que le permitan comprender dicha estructura.***

Los modelos resultan elementos imprescindibles para la comprensión de los conceptos científicos por parte de los estudiantes. En ello se sustenta su consideración para la formulación de competencias disciplinares específicas. Con el propósito de aprovechar el potencial del trabajo con los modelos, se requiere: conocer sus partes, cómo se relacionan entre sí, para poder obtener información a partir de los mismos y, en un nivel mayor de complejidad, formular inferencias y construir modelos a partir de datos pertinentes y valorarlos críticamente. Se establecen así sus indicadores de logro.

***Indicadores de logro***

- Identifica y relaciona las partes del modelo
- Obtiene información
- Realiza inferencias

- Construye modelos gráficos

Para cada uno de estos indicadores es necesario definir previamente los aspectos observables que caracterizan cada nivel de logro. Se muestran en la tabla M1.

**Tabla M1**

**Competencia:** *Analiza modelos gráficos de estructuras anatómicas para obtener información y realizar inferencias que le permitan comprender dicha estructura.*

indicador de logro	niveles		
	no satisfactorio	satisfactorio	notable
identifica y relaciona las partes del modelo	no identifica la mayor parte de los componentes del modelo o sus relaciones	identifica las partes del modelo y como se relacionan entre si	propone modificaciones pertinentes a los modelos presentados
obtiene información	no puede obtener los datos principales que aporta el modelo	obtiene los datos principales que aporta el modelo	discrimina que tipo de información aporta el modelo y sus limitaciones
realiza inferencias	no puede hacer deducciones a partir de los datos	deduce otras características a partir de los datos	deduce características y articula con otras disciplinas
construye modelos y los evalúa	el modelo no expresa la mayor parte de la información	el modelo expresa la mayor parte de la información	evalúa la expresión de la información en el modelo confeccionado

Para cada uno de los indicadores de logro se establecieron las características que permitieron identificar sus niveles

**\*Competencia II:** *Relaciona morfología y función de las estructuras con las propiedades de los tejidos que las constituyen para realizar inferencias.*

La estrecha relación entre morfología y función es un hecho central en la Biología, permite hacer deducciones y comprender los diseños de la naturaleza para, eventualmente producir un diseño protésico de una estructura anatómica. Las

características y propiedades de los tejidos sustentan las de los órganos y estructuras que constituyen, de modo que para profundizar la comprensión en un nivel de organización es necesario avanzar también en la de los niveles adyacentes.

### ***Indicadores de logro***

- Conoce las propiedades de los tejidos
- Conoce la morfología de las estructuras
- Conoce la función de las estructuras
- Establece relación entre morfología y función
- Establece relación entre propiedades del tejido con morfología y función

Para cada uno de estos indicadores se definen previamente los aspectos observables que caracterizan cada nivel de logro. Se muestran en la tabla M2.

**Tabla M2**

**Competencia: *Relaciona morfología y función de las estructuras con las propiedades de los tejidos que las constituyen para realizar inferencias.***

indicador de logro	niveles		
	no satisfactorio	satisfactorio	notable
Conoce las propiedades de los tejidos	comete errores al caracterizar los tejidos	caracteriza correctamente los tejidos	infiere características a partir de sus componentes
Conoce la morfología de las estructuras	comete errores al describir las estructuras	describe correctamente las estructuras	diferencia las características principales de las accesorias
Conoce la función de las estructuras	comete errores al explicar el rol de la estructura	explica el rol de la estructura	plantea su funcionamiento en distintas situaciones

Establece relación morfología y función	no logra establecer conexión entre morfología y función	conecta características morfológicas con funciones	infiere características morfológicas a partir de funciones y a la inversa
Establece relación entre propiedades del tejido con morfología y función	no logra conectar características de los tejidos con morfología y función	conecta características de los tejidos con morfología y función	infiere características morfo-funcionales macroscópicas a partir de las microscópicas y a la inversa

Para cada uno de los indicadores de logro se establecieron las características que permitieron identificar sus niveles

***\*Competencia III: Interpreta las imágenes de la anatomía humana provistas por la tecnología biomédica para ampliar su comprensión espacial***

La comprensión espacial de las estructuras anatómicas es un hecho clave para el aprendizaje de la anatomía. El pasaje de la imagen plana a la tridimensionalidad constituye un escollo para muchos estudiantes. El trabajo con proyecciones y los cortes virtuales de las estructuras resulta una estrategia muy útil para superar esa dificultad.

***Indicadores de logro***

- Reconoce las estructuras y las ubica en el cuerpo
- Relaciona espacialmente las estructuras
- Interpreta los planos de corte

Para cada uno de estos indicadores se definen previamente los aspectos observables que caracterizan cada nivel de logro. Se muestran en la tabla M3.

Tabla M3

**Competencia: *Interpreta las imágenes de la anatomía humana provistas por la tecnología biomédica para ampliar su comprensión espacial***

indicador de logro	niveles		
	no satisfactorio	satisfactorio	notable
Reconoce las estructuras y las ubica en el cuerpo	comete errores en el reconocimiento de estructuras o en su ubicación	muestra las principales estructuras y su localización	muestra la mayoría de las estructuras y su localización
Relaciona espacialmente las estructuras	comete errores al situar las estructuras vecinas	sitúa las estructuras vecinas	asocia accidentes o detalles de las estructuras
Interpreta los planos de corte	comete errores al identificar las estructuras	identifica las estructuras en imágenes de cortes de TAC o RNM	identifica el nivel del plano de corte

Para cada uno de los indicadores de logro se establecieron las características que permitieron identificar sus niveles

***\*Competencia IV: Domina la nomenclatura anatómica actual para interpretar la bibliografía e interrelacionarse con pares y docentes en lenguaje científico.***

El conocimiento y la correcta utilización de la terminología científica específica por los estudiantes son imprescindibles para poder comprender la información que tienen a disposición y poder comunicarse con pares y docentes. Cada término podrá utilizarse apropiadamente cuando se lo pueda asociar al concepto que lo abarca.

***Indicadores de logro***

- Conoce la terminología
- Asocia los términos con los conceptos
- Comprende la terminología de la bibliografía
- Se expresa correctamente



Para cada uno de estos indicadores se definen previamente los aspectos observables que caracterizan cada nivel de logro. Se muestran en la tabla M4.

**Tabla M4**

**Competencia: *Domina la nomenclatura anatómica actual para interpretar la bibliografía e interrelacionarse con pares y docentes en lenguaje científico.***

indicador de logro	niveles		
	no satisfactorio	satisfactorio	notable
Conoce la terminología	Desconoce los términos	Conoce los nombres de las estructuras principales	Conoce los nombres de la mayoría de las estructuras
Asocia los términos con los conceptos	No relaciona los términos con los conceptos que lo abarcan	Relaciona los principales términos con los conceptos que lo abarcan	Relaciona la mayoría de los términos con los conceptos que lo abarcan
Comprende la terminología de la bibliografía	No interpreta las principales descripciones de los textos	Interpreta correctamente las principales descripciones de los textos	Interpreta correctamente la mayoría de las descripciones de los textos
Se expresa correctamente	No utiliza la terminología correcta en la expresión escrita y oral	Utiliza la terminología correcta en la expresión escrita y oral	Utiliza ampliamente y con fluidez la terminología correcta en la expresión escrita y oral

Para cada uno de los indicadores de logro se establecieron las características que permitieron identificar sus niveles

**\*Competencia V: *Aplica los conocimientos histológicos y anatómicos para resolver problemas de la bioingeniería.***

La resolución de problemas reales del ámbito de la bioingeniería, aplicando los conocimientos y habilidades pertinentes y valorando los resultados obtenidos, resulta una actividad que permite integrar las competencias desarrolladas, y donde se evidencian distintos niveles de desempeños de comprensión.

Un primer nivel evidencia retención de información. Poder reformular el problema, permite ir más allá de la información suministrada, requiere explicarlo de otro modo, evidenciando un grado mayor de apropiación. Presentar un problema a los alumnos como un reto a resolver, les lleva a identificar lo que necesitan aprender. La búsqueda y selección de información pertinente a la resolución del problema revela, más allá de la habilidad concreta, procesos de comparación y contrastación necesarios para una selección correcta de las fuentes. Esta reflexión teórica sobre el material obtenido, puede llevar a plantear nuevas hipótesis o refinar las propuestas en primer término. El diseño de un camino de resolución, pone de manifiesto la aplicación del conocimiento en un contexto específico. Finalmente, valorar los resultados, requiere del análisis reflexivo.

El conocimiento previo sobre un tema, es condición necesaria para una primera identificación y comprensión del problema. Difícilmente pueda hallarse un problema en una cuestión que se desconoce. En el caso de este estudio, los alumnos van adquiriendo conocimientos sobre el sistema en estudio a través de una presentación general del mismo en una clase de tipo expositiva y fundamentalmente en los encuentros en trabajos prácticos donde, con la orientación de las guías escritas y la docente, interaccionan con el material natural, los diferentes modelos, libros de texto y material multimedia, se promueve el desarrollo de las competencias requeridas. La elaboración del conocimiento, en simultáneo con su adquisición, facilita el recuerdo. Las situaciones problema se presentan entonces a los alumnos para su tratamiento y ofrecen una oportunidad no solo para aplicar conocimientos sino para adquirirlos y profundizarlos para la resolución del problema. Para la resolución de problemas complejos es necesaria su interpretación y juicio desde el primer momento y en toda su

realización. Se podrán modificar y profundizar en la práctica si es que la misma es sometida a análisis, reflexión y crítica (Escudero Muñoz, 2008).

El tratamiento de estos problemas orientado a su resolución a través del desarrollo de competencias, si bien no se realiza en un ámbito laboral sino en el de la facultad, plantea situaciones cercanas a la realidad del ejercicio profesional del bioingeniero. Por tratarse de estudiantes del 2do año de la carrera, según el Plan de Estudios 2008 vigente, es necesario adaptarlos, limitando el número de variables o reduciendo su complejidad. Los conocimientos histológicos y anatómicos que se precisan aplicar o transferir para la resolución de las cuestiones planteadas también se necesitan para comprender acabadamente el problema. Esta construcción de conocimiento no puede dissociarse del procedimiento de obtención de información de diversas fuentes y del diseño de un camino para su resolución. La autoevaluación de la propuesta y los criterios explicitados, ponen de manifiesto el compromiso personal del estudiante. En estas situaciones se muestran además las competencias anteriormente formuladas –manejo de la nomenclatura, comprensión espacial de las estructuras, análisis de modelos, relación estructura-función– y aparece lugar para la creatividad en la construcción de modelos.

### ***Indicadores de logro***

- Comprende el problema
- Reformula el problema
- Obtiene información
- Diseña un camino de resolución
- Evalúa los resultados

Para cada uno de estos indicadores se definen previamente los aspectos observables que caracterizan cada nivel de logro. Se muestran en la tabla M5.

Tabla M5

**Competencia:** *Aplica los conocimientos histológicos y anatómicos para resolver problemas de la bioingeniería.*

indicador de logro	niveles		
	no satisfactorio	satisfactorio	notable
Comprende el problema	no identifica las cuestiones clave del problema	identifica las cuestiones clave del problema	identifica todos los detalles del problema formulado
Reformula el problema	no puede explicar el problema de otro modo	explica el problema de otro modo	amplía los interrogantes
Obtiene información	no selecciona toda la información necesaria	selecciona información pertinente	compara distintas fuentes
Diseña un camino de resolución	sigue un camino errático	plantea concretamente los pasos a seguir	evalúa previamente distintas opciones
Evalúa los resultados	no verifica que sus hallazgos respondan al problema	verifica que sus hallazgos respondan al problema	analiza críticamente los resultados obtenidos

Para cada uno de los indicadores de logro se establecieron las características que permitieron identificar sus niveles

2.3.2 Estrategias didácticas orientadas al desarrollo de las competencias disciplinares específicas formuladas.

¿Qué cualidades deben tener las estrategias didácticas para que promuevan el desarrollo de esas competencias disciplinares específicas?

Las estrategias didácticas orientadas a promover el desarrollo de competencias deben contribuir a superar los problemas detectados. Deben promover una ventaja sobre el aprendizaje puramente memorístico, dando lugar a una comprensión más profunda que permita la utilización crítica de los conocimientos adquiridos.

Para ello se requiere que las actividades planteadas en la estrategia tengan significatividad, es decir, que los alumnos puedan vincular los nuevos contenidos con los conocimientos previos, a través de una secuencia de actividades ordenadas y de complejidad gradualmente creciente, que requieran movilizar conocimientos, procedimientos y actitudes. Deben ser un desafío posible para el alumno, promover su actividad mental y resultar motivadoras. Es necesario también que estas actividades estén relacionadas o sean parte de situaciones reales.

Este modo de presentar los contenidos desde su funcionalidad, contribuye grandemente a que el estudiante les encuentre sentido, y por lo tanto, mejore su predisposición al aprendizaje, al acercarse a situaciones próximas a las que pueden enfrentarse en su vida profesional.

Se debe tener en cuenta la complejidad de las situaciones reales, e ir adecuando progresivamente la cantidad de variables que se presentan a las condiciones del alumno así como el volumen de la información.

Como cada una de las competencias seleccionadas comprende componentes de diversa índole, las actividades variarán de acuerdo al tipo de aprendizaje que requiera cada una.

Las distintas actividades deben promover en el alumno la comprensión conceptual, la construcción de conocimiento operativo y el compromiso con su proceso de aprendizaje.

En todos los casos es indispensable que fomenten un papel activo del alumno en cuanto a su actividad mental, para lograr pasar, de la incorporación de información, que se logra con un aprendizaje puramente memorístico, a la adquisición de conocimientos funcionales, en el sentido de poder operar con ellos en tanto se ha producido su acomodación y reelaboración dentro del esquema mental de cada uno.

En adhesión a la idea de que la formación y la evaluación están estrechamente ligadas, al punto que la segunda orienta a la primera, es que las actividades que se plantean para promover los aprendizajes, deben poder vincularse con los indicadores de desarrollo de los diferentes componentes de la competencia.

El seguimiento personalizado de los avances en el desarrollo de los aspectos constitutivos de cada competencia (conocimientos, habilidades y actitudes) que se utilizan en la resolución de las actividades, constituye una evaluación formativa en sí misma.

En base a estas premisas, se elaboraron las estrategias y secuencias didácticas que se aplicaron a los alumnos para favorecer el aprendizaje de las competencias formuladas. Se aplicaron a 2 cohortes de estudiantes.

Las guías de actividades confeccionadas especialmente para esta intervención, y que utilizaron los grupos de estudiantes durante esta experiencia, se presentan en el anexo 2.

### 2.3.3 Recolección de datos.

La recolección de los datos que permitieron valorar la experiencia se llevó a cabo a través de:

\*observación participante con registro estructurado y no estructurado de desempeños.

\*encuesta a alumnos

\*análisis de las calificaciones de las evaluaciones de acreditación

Se diseñaron los instrumentos para la recolección y registro de datos:

\*Tablas de registro con criterios según niveles, - a las cuales suele llamárseles “*rubricas*”, en un intento de hacer una equivalencia con el término inglés “*rubrics*”-.

Fueron confeccionadas *ad hoc* para permitir el registro de los niveles alcanzados por cada uno de los estudiantes en cada uno de los indicadores de logro. Este tipo de instrumento de registro permite asociar características específicas de un desempeño con un componente de la competencia, que es un concepto abstracto. Permite el registro sistemático, objetivo y ordenado de los logros de cada estudiante en cada uno de los indicadores y además facilita la retroalimentación a los alumnos. Se presentan en el anexo 3.

\*Encuestas a alumnos

Se elaboró una encuesta orientada a indagar en lo general sobre la valoración global de la experiencia, y en lo particular sobre su papel motivador, lo accesible de los contenidos y el tiempo insumido en las actividades. Además, se incluyó un espacio para otros comentarios que los estudiantes quisieran expresar. Se presenta en el anexo 4.

#### 2.3.4 Descripción de la experiencia con los estudiantes.

##### *Ámbito Académico*

Este proyecto se desarrolló en la Facultad de Ingeniería de la UNER, en la Cátedra de Histología y Anatomía de la carrera de Bioingeniería. Allí se dicta la asignatura Histología y Anatomía Humana en el segundo año de la carrera, con una duración de 14 semanas, y una carga horaria presencial de 5 horas semanales, distribuidas en partes

iguales en clases teóricas y clases de trabajos prácticos. Para su cursado es necesaria la condición regular en Biología Celular y Molecular, de acuerdo al Plan de Estudios 2008, vigente.

### *Recursos*

Para esta intervención se seleccionó el tema: Sistema ósteo-artro muscular humano (SOAM) por su importancia en la formación del bioingeniero, que puede realizar su labor en el ámbito de la biomecánica, del diseño de prótesis y ortesis, de la estimulación eléctrica funcional muscular, entre otros que requieren conocimientos del tema.

Se dispuso de:

- \* Material natural (piezas óseas humanas conservadas) incluyendo cortes de las mismas que permiten ver su interior

- \* Modelos de tamaño natural del esqueleto, de diferentes articulaciones y músculos, en materiales sintéticos

- \*Imágenes provistas por la tecnología biomédica (placas radiográficas, de TAC y RNM)

- \*Textos y atlas específicos en papel y virtuales

- \*Guías de actividades propuestas (se presentan en el anexo 2)

### *Población de alumnos*

La experiencia se realizó en 2 cohortes de alumnos, 23 en la primera y 26 en la segunda, 49 estudiantes en total. Se distribuyeron en 2 comisiones de trabajos prácticos por cada cohorte.

Los estudiantes que participaron de esta experiencia fueron en total 26 mujeres y 23 varones de entre 19 y 20 años y que cursaban por primera vez la asignatura.



Sus conocimientos previos directamente relacionados con los nuevos a aprender durante esta experiencia abarcan Biología celular y molecular y los tejidos que constituyen las estructuras del sistema óseo-artro muscular a nivel molecular y de la microscopía óptica y electrónica, cuyo estudio se realizó en una unidad temática anterior dentro del cursado de Histología y Anatomía Humanas.

### *Organización del trabajo*

El trabajo con los alumnos se organizó a lo largo de 5 semanas de la siguiente manera:

\*La totalidad de los alumnos participaron de una clase, de 2,30 hs de duración, donde se explicitaron los objetivos de la unidad temática y se les explicaron cuestiones básicas y generales del tema a modo de introducción a su estudio, y también sobre la metodología de trabajo.

\*A lo largo de las 5 clases de trabajos prácticos (de 2,30 hs de duración cada una) donde, con la guía de la docente y la interacción con los recursos disponibles, los alumnos fueron desarrollando las competencias formuladas. En estos encuentros se fueron tomando registros de los niveles de logro de los indicadores de las competencias. A la vez, se fueron señalando a cada alumno sus logros con la intención de mejorar aquellos no satisfactorios.

\*En los encuentros tutoriales y trabajo extra-áulico: Se plantearon los problemas seleccionados para su tratamiento (se presentan en anexo 5). Los alumnos fueron resolviendo los mismos en tiempo extra-áulico y en encuentros tutoriales semanales con la docente, que los guio en el desarrollo de las actividades y la recuperación de saberes pertinentes. Todas las actividades fueron conducentes a la resolución de la situación problema planteada. También tuvieron acceso a todo el material disponible en el

laboratorio. Trabajaron en grupos de entre tres y cuatro integrantes, para promover la participación activa de todos, constituidos por ellos mismos de acuerdo a su disponibilidad horaria extra-áulica. Las intervenciones docentes se fueron regulando según las necesidades de cada grupo y fueron disminuyendo a medida que los alumnos progresaban, para otorgar más autonomía.

\*Luego cada grupo realizó una producción escrita de su trabajo y también lo expusieron en forma oral al resto de la clase.

\*Para el nuevo problema sobre el que trabajó cada grupo, se seleccionó una situación diferente, con el propósito de que apliquen un esquema de actuación y no un algoritmo memorizado.

\*Para cada alumno, se registró en las *rubricas* el nivel alcanzado en cada uno de los indicadores de logro de cada competencia, de acuerdo a las pautas preestablecidas, según su desempeño en el desarrollo de las tareas propuestas en las clases de trabajos prácticos y en la resolución del problema planteado.

\*Se aplicaron las encuestas diseñadas que fueron respondidas en forma voluntaria por un grupo de alumnos.

#### 2.3.5 Tratamiento de los datos.

La información obtenida se sometió a análisis cuantitativo. Se obtuvieron los porcentajes de estudiantes que alcanzaron cada uno de los diferentes niveles en cada indicador de logro de cada competencia y analizaron a través de la construcción de gráficos de barras.

Se analizaron las calificaciones obtenidas en la evaluación parcial de acreditación por cada uno de los alumnos. Se obtuvieron los porcentajes de puntos obtenidos en el tema SOAM, en cuya enseñanza se aplicó la metodología didáctica orientada al

desarrollo de competencias, diseñada para esta investigación. Se obtuvieron los porcentajes de puntos obtenidos en el resto de los temas evaluados, los cuales fueron trabajados con una metodología donde el alumno es menos activo (clase expositiva y trabajo mostrativo en laboratorio).

Esta evaluación, tal como se tomaba habitualmente en la asignatura, consistió en una prueba clásica de lápiz y papel que valoraba fundamentalmente contenidos factuales y conceptuales.

Se calcularon las medias de estas 2 calificaciones.

La diferencia entre esas medias fue analizada estadísticamente mediante la aplicación del test *t de Student*.

El análisis cualitativo, para avanzar en la comprensión del proceso de aprendizaje que realizaron los estudiantes, se realizó por análisis e interpretación de la información obtenida de los datos cuantitativos y las encuestas a alumnos.

### 3. Resultados

#### 3.1 Evaluación del aprendizaje comprensivo logrado a través del desarrollo de competencias

A continuación se presentan los datos obtenidos mediante registro en las *rubricas* de los niveles de logro de cada estudiante en cada indicador para cada una de las competencias, agrupándolos en los niveles: NS (no satisfactorio), S (satisfactorio) y N (notable).

Con los resultados registrados en las *rubricas* se elaboraron gráficos de barras para una mejor visualización y posterior análisis.

**Competencia I: Analiza modelos gráficos de estructuras anatómicas para obtener información y realizar inferencias que le permitan comprender dicha estructura.**

En la figura R1 y tabla R1 se muestran los resultados de la evaluación de esta competencia. Se observa que en los 4 indicadores de logro de esta competencia, la gran mayoría de los alumnos alcanzó y superó el nivel satisfactorio, entre el 71 y el 100%. En el primero de ellos, identifica las partes y sus relaciones, la totalidad de los alumnos alcanzó o superó este nivel. En los 2 indicadores siguientes, si bien hubo alumnos que no alcanzaron el nivel satisfactorio, el porcentaje que lo logró o superó fue mayor al 90%. Sin embargo, este porcentaje se redujo en el cuarto indicador: construye modelos gráficos y los evalúa, donde llamativamente, el 29% no alcanzó el nivel satisfactorio. Se observa también que esta disminución en el nivel del logro, ocurrió fundamentalmente en alumnos que lograron el nivel satisfactorio en los otros

indicadores, mientras que, los que lograron el nivel notable en los primeros indicadores, se mantuvieron o aún se superaron.

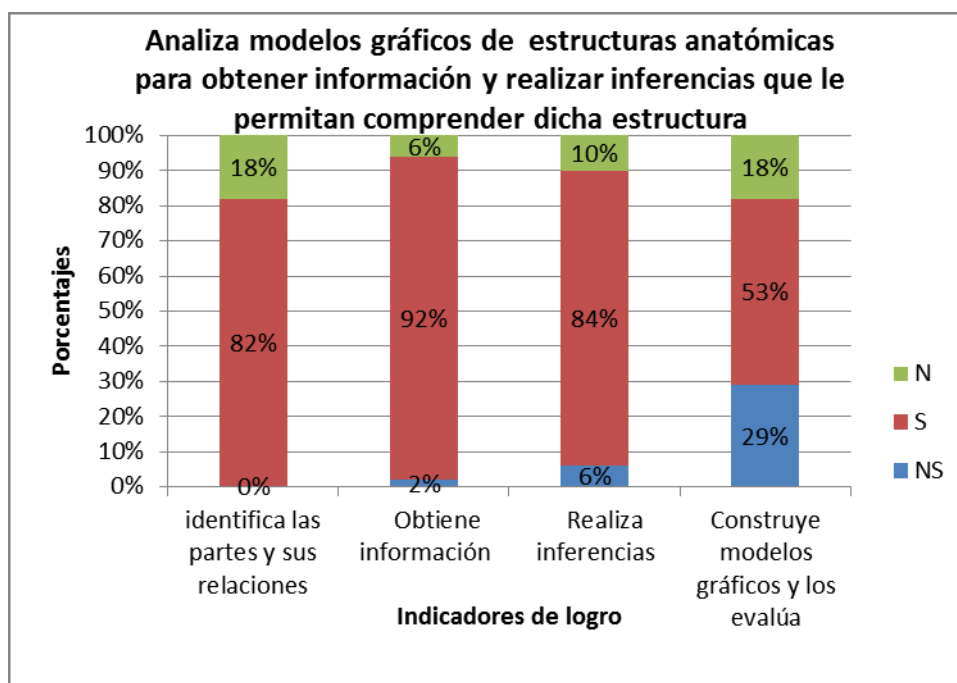


Figura R1. Porcentaje de los alumnos que alcanzó cada nivel de logro en cada indicador.

Tabla R1

**Analiza modelos gráficos de estructuras anatómicas para obtener información y realizar inferencias que le permitan comprender dicha estructura.**

alumno	Identifica las partes del modelo y sus relaciones			Obtiene información			Realiza inferencias			Constuye modelos gráficos y los evalúa		
	NS	S	N	NS	S	N	NS	S	N	NS	S	N
1			x		x			x				x
2		x			x			x			x	
3		x			x			x				x
4		x			x			x			x	
5		x			x			x			x	
6		x			x			x			x	
7		x			x			x		x		
8			x		x				x			x
9		x			x			x			x	
10			x			x			x			x
11		x			x			x			x	
12		x			x			x		x		
13		x			x			x			x	
14		x			x			x			x	
15		x			x			x			x	
16		x			x			x		x		
17		x			x			x		x		
18		x			x			x		x		
19		x			x			x			x	

20	x				x			x		x		
21	x				x			x			x	
22	x				x		x			x		
23		x			x				x			x
24	x				x			x			x	
25		x				x			x			x
26	x				x			x			x	
27		x			x			x			x	
28	x		x					x		x		
29		x			x			x				x
30	x				x			x			x	
31		x				x			x			x
32	x				x			x		x		
33	x				x			x			x	
34	x				x			x		x		
35	x				x			x			x	
36	x				x			x			x	
37	x				x			x		x		
38	x				x			x			x	
39	x				x			x			x	
40	x				x			x			x	
41	x				x			x				x
42	x				x			x			x	
43	x				x			x			x	
44		x			x			x			x	
45	x				x			x		x		
46	x				x		x			x		
47	x				x		x			x		
48	x				x			x			x	
49	x				x			x			x	
porcentaje	0	82	18	2	92	6	6	84	10	29	53	18

Tabla 1: Nivel alcanzado por cada uno de los alumnos en cada indicador de la competencia

### Registro de datos no estructurados:

Los alumnos propusieron algunas modificaciones acertadas a los modelos gráficos que se les presentaron, por ejemplo:

\*desplazar el eje sobre el que rota la apófisis odontoides, ya que en realidad, no está en el centro de la vértebra como parecería indicarlo el modelo propuesto (Fig. R1a).

\*asociar las articulaciones con palancas (Fig. R1b).



Fig. R1a



Fig. R1b

**Competencia II: Relaciona morfología y función de las estructuras con las propiedades de los tejidos que las constituyen para realizar inferencias.**

En la figura R2 y tabla R2 se muestran los resultados de la evaluación de esta competencia. Se observa que, si bien para todos los indicadores de la competencia, el porcentaje de alumnos que logró o superó el nivel satisfactorio es alto, como mínimo el 77% y máximo el 98%, aparece en 4 de estos indicadores una cantidad de alumnos mayor, entre el 12 y el 27%, que no lograron el nivel satisfactorio. Entre los alumnos que no lograron el nivel satisfactorio en el quinto indicador: establece relación entre propiedades del tejido con morfología y función, se encuentran los que tuvieron dificultades con las propiedades de los tejidos. Los otros 3 indicadores: conoce la morfología de las estructuras, la función y la relación morfología función, muestran que los porcentajes de estudiantes que lograron y superaron el nivel satisfactorio es más alto, entre 88 y 98%, y a la vez presenta menor dispersión en los niveles logrados.

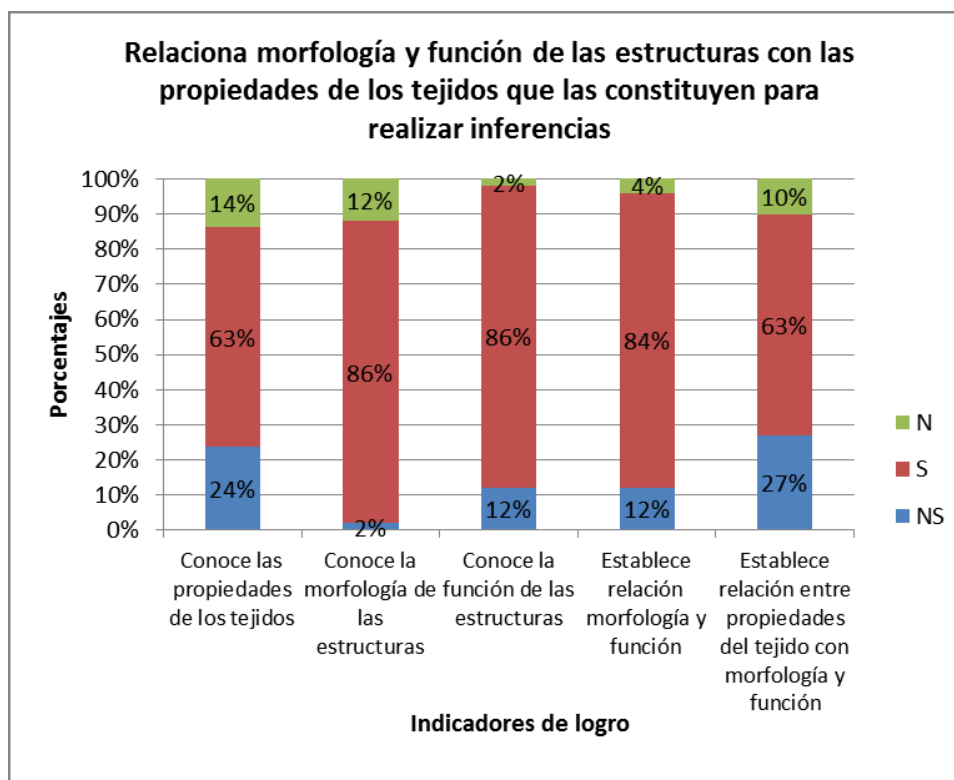


Figura R2. Porcentaje de los alumnos que alcanzó cada nivel de logro en cada indicador.

Tabla R2

**Relaciona morfología y función de las estructuras con las propiedades de los tejidos que las constituyen para realizar inferencias.**

alumno	Conoce las propiedades de los tejidos			Conoce la morfología de las estructuras			Conoce la función de las estructuras			Establece relación morfología y función			Establece relación entre propiedades del tejido con morfología y función		
	NS	S	N	NS	S	N	NS	S	N	NS	S	N	NS	S	N
1			x		x			x			x				x
2		x			x			x			x				x
3		x			x			x			x				x
4		x			x			x			x		x		
5		x				x		x				x			x
6		x			x			x			x				x
7	x			x			x			x			x		
8			x			x		x			x				x
9		x			x			x			x				x
10			x			x		x				x			x
11		x			x			x			x				x
12	x				x			x			x		x		
13		x			x			x			x				x
14		x			x			x			x				x
15	x				x		x			x			x		
16	x				x		x			x			x		
17		x			x			x			x				x
18		x			x			x			x				x
19		x			x			x			x				x
20	x				x			x			x		x		
21		x			x			x			x				x
22	x				x			x			x		x		
23			x			x			x		x				x
24		x			x			x			x				x
25			x			x		x			x				x
26		x			x			x			x				x
27		x			x			x			x				x
28	x				x		x			x			x		
29		x			x			x			x				x
30		x			x			x			x				x
31			x		x			x			x				x
32	x				x			x			x		x		
33			x			x		x			x				x
34	x				x			x			x		x		
35		x			x			x			x				x
36		x			x			x			x				x
37		x			x			x			x				x
38		x			x			x			x				x
39		x			x			x			x				x
40		x			x			x			x				x
41		x			x			x			x				x
42		x			x			x			x				x
43		x			x			x			x				x
44		x			x			x			x				x
45	x				x		x			x			x		
46	x				x		x			x			x		
47		x			x			x		x			x		
48		x			x			x			x				x
49	x	x			x			x			x				x
<b>porcentaje</b>	<b>24%</b>	<b>63%</b>	<b>14%</b>	<b>2%</b>	<b>86%</b>	<b>12%</b>	<b>12%</b>	<b>86%</b>	<b>2%</b>	<b>12%</b>	<b>84%</b>	<b>4%</b>	<b>27%</b>	<b>63%</b>	<b>10%</b>

Tabla R2: Nivel alcanzado por cada uno de los alumnos en cada indicador de la competencia



### Registro de datos no estructurados:

El conocimiento pobre de las propiedades de los tejidos, fundamentalmente se manifestó en: el caso del conjuntivo denso y la formación de la cápsula articular y en el del conjuntivo denso regular y la formación de tendones y ligamentos.

### Competencia III: Interpreta las imágenes de la anatomía humana provistas por la tecnología biomédica para ampliar su comprensión espacial.

En la figura R3 y tabla R3 se muestran los resultados de la evaluación de esta competencia.

Los datos obtenidos muestran que en los 3 indicadores de logro de esta competencia, la gran mayoría de los alumnos, entre el 78 y el 84%, alcanzó y superó el nivel satisfactorio. Aquellos alumnos que no lograron el nivel satisfactorio en el indicador: reconoce las estructuras y las ubica en el cuerpo, son los mismos que no lo alcanzaron para los otros indicadores, a lo que se sumaron otros con dificultad fundamentalmente en la interpretación de los planos de corte.

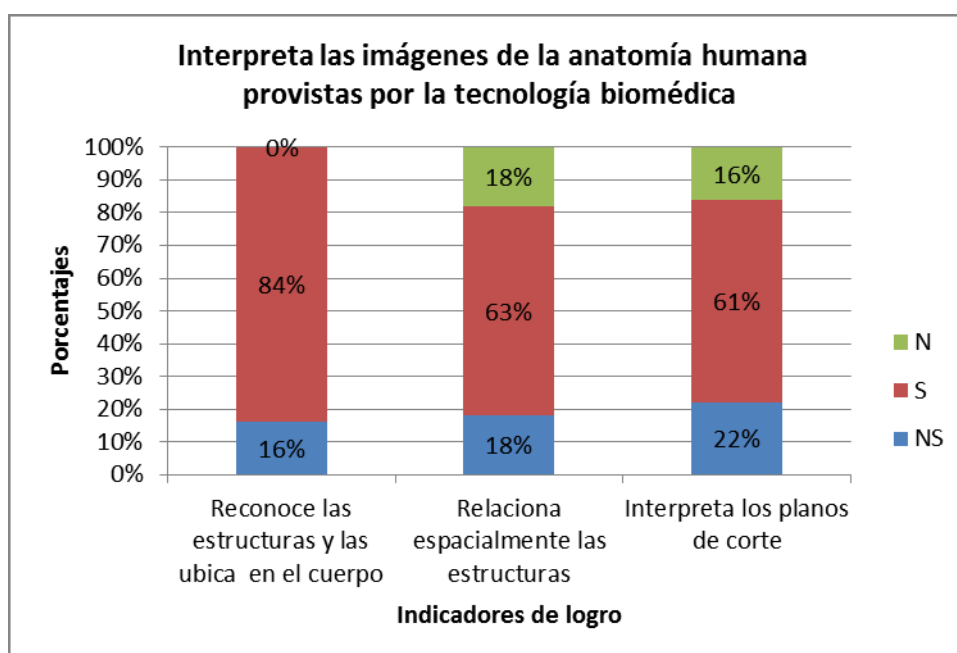


Figura R3. Porcentaje de los alumnos que alcanzó cada nivel de logro en cada indicador.

Tabla R3

**Interpreta las imágenes de la anatomía humana provistas por la tecnología biomédica para ampliar su comprensión espacial.**

alumno	Reconoce las estructuras y las ubica en el cuerpo			Relaciona espacialmente las estructuras			Interpreta los planos de corte		
	NS	S	N	NS	S	N	NS	S	N
1		x			x			x	
2		x			x			x	
3		x			x			x	
4		x			x			x	
5		x			x			x	
6		x			x			x	
7	x			x			x		
8		x				x			x
9		x			x			x	
10		x			x				x
11		x			x			x	
12	x			x			x		
13		x			x			x	
14		x			x			x	
15	x			x			x		
16	x			x			x		
17		x			x			x	
18		x			x			x	
19		x			x		x		
20		x			x			x	
21		x			x			x	
22		x			x			x	
23		x				x			x
24		x			x			x	
25		x				x			x
26		x			x			x	
27		x			x			x	
28		x		x			x		
29		x				x			x
30		x				x		x	
31		x				x			x
32	x			x			x		
33		x				x		x	
34	x			x			x		
35		x			x			x	
36		x			x			x	
37		x			x			x	
38		x			x			x	
39		x			x			x	
40		x				x		x	
41		x				x			x
42		x			x			x	
43		x			x			x	
44		x			x				x
45		x			x		x		
46	x			x			x		
47	x			x			x		
48		x			x			x	
49		x			x			x	
<b>porcentaje</b>	<b>16%</b>	<b>84%</b>	<b>0%</b>	<b>18%</b>	<b>63%</b>	<b>18%</b>	<b>22%</b>	<b>61%</b>	<b>16%</b>

Tabla R3: Nivel alcanzado por cada uno de los alumnos en cada indicador de la competencia

**Competencia IV: Domina la nomenclatura anatómica actual para interpretar la bibliografía e interrelacionarse con pares y docentes en lenguaje científico.**

En la figura R4 y tabla R4 se muestran los resultados de la evaluación de esta competencia.

La mayoría de los estudiantes alcanzaron o superaron el nivel satisfactorio en los indicadores de esta competencia, entre el 78 y el 92%. Aquellos que no alcanzaron el nivel satisfactorio en el indicador: conoce la terminología, tampoco lo alcanzaron en los otros indicadores. Aparece un 10 % de los alumnos que, si bien lograron comprender la terminología y asociar los términos con los conceptos, no logran luego expresarse correctamente a la hora de presentar sus producciones.

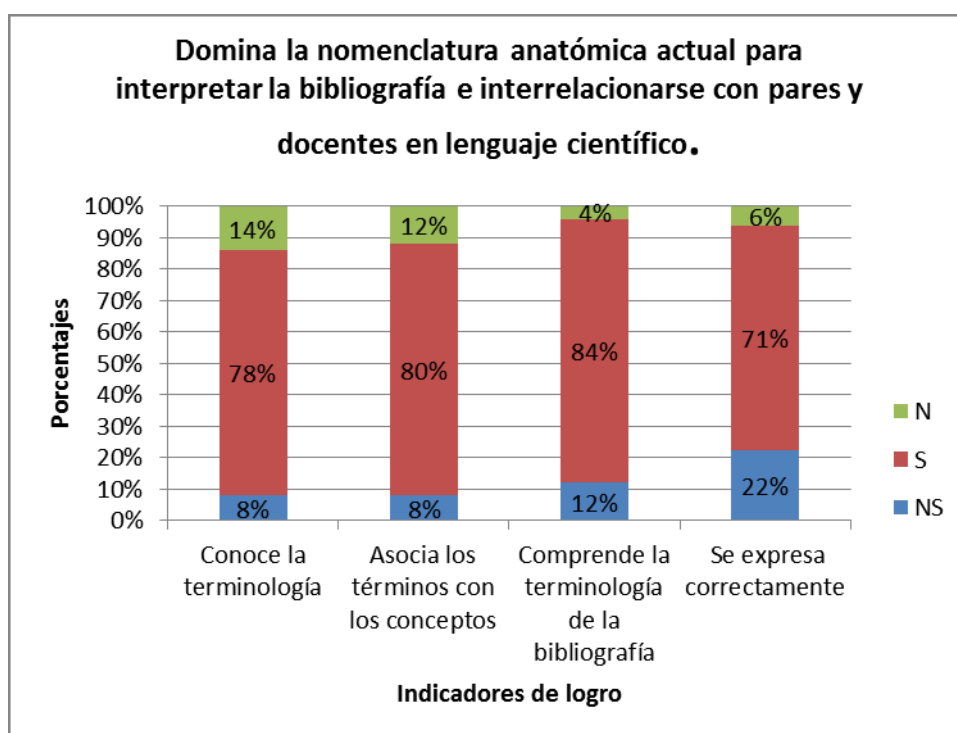


Figura R4. Porcentaje de los alumnos que alcanzó cada nivel de logro en cada indicador.

Tabla R4

**Domina la nomenclatura anatómica actual para interpretar la bibliografía e interrelacionarse con pares y docentes en lenguaje científico.**

alumno	Conoce la terminología			Asocia los términos con los conceptos			Comprende la terminología de la bibliografía			Se expresa correctamente		
	NS	S	N	NS	S	N	NS	S	N	NS	S	N
1			x		x			x				x
2		x			x			x			x	
3		x			x			x			x	
4		x			x			x			x	
5		x				x		x				x
6		x			x			x			x	
7	x			x			x			x		
8			x			x		x			x	
9		x			x			x			x	
10			x			x		x				x
11		x			x			x			x	
12		x			x			x			x	
13		x			x			x			x	
14		x			x			x			x	
15	x			x			x			x		
16	x			x			x			x		
17		x			x			x			x	
18		x			x			x			x	
19		x			x			x			x	
20		x			x			x		x		
21		x			x			x			x	
22		x			x			x		x		
23			x			x			x		x	
24		x			x			x			x	
25			x			x			x		x	
26		x			x			x			x	
27		x			x			x			x	
28		x			x		x			x		
29		x			x			x			x	
30		x			x			x			x	
31			x		x			x			x	
32		x			x			x		x		
33			x			x		x			x	
34		x			x			x		x		
35		x			x			x			x	
36		x			x			x			x	
37		x			x			x			x	
38		x			x			x			x	
39		x			x			x			x	
40		x			x			x			x	
41		x			x			x			x	
42		x			x			x			x	
43		x			x			x			x	
44		x			x			x			x	
45		x			x					x		
46	x			x			x			x		
47		x			x			x		x		
48		x			x			x			x	
49		x			x			x			x	
<b>porcentaje</b>	<b>8%</b>	<b>78%</b>	<b>14%</b>	<b>8%</b>	<b>80%</b>	<b>12%</b>	<b>12%</b>	<b>84%</b>	<b>4%</b>	<b>22%</b>	<b>71%</b>	<b>6%</b>

Tabla R4: Nivel alcanzado por cada uno de los alumnos en cada indicador de la competencia

**Competencia V: Aplica los conocimientos histológicos y anatómicos para resolver problemas de la bioingeniería- por grupos-.**

En la figura R5a y tabla R5a se muestran los resultados de la evaluación de esta competencia a través de la presentación escrita del 1º trabajo de tratamiento de problemas orientado a su resolución realizado por cada grupo.

Los datos recogidos muestran que la totalidad de los grupos evidenció lograr o superar el nivel satisfactorio en 2 de los indicadores: comprende el problema y obtiene información. Solamente 1 grupo no logró reformular el problema a pesar de evidenciar comprensión del mismo y de haber obtenido información pertinente para su resolución. La mayoría, el 81%, logró o superó el nivel satisfactorio al plantear los pasos a seguir para la resolución del problema y para evaluar si las respuestas halladas se correspondían al problema. Un 19%, 4 de los grupos, no alcanzaron el nivel satisfactorio para estos 2 últimos indicadores. El mismo número de grupos, 4, alcanzó sin embargo el nivel notable en la evaluación de los resultados.

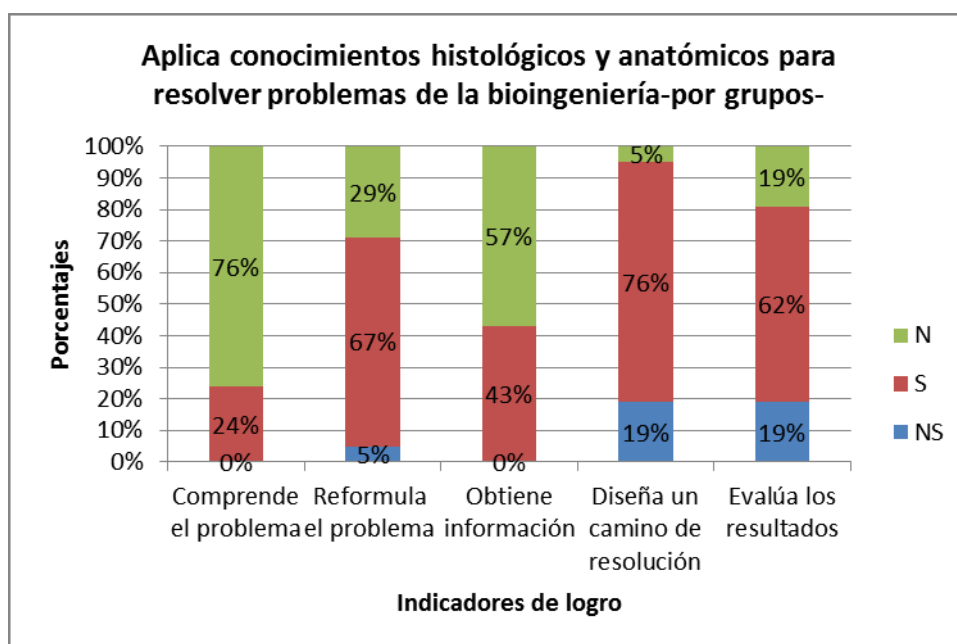


Figura R5a. Porcentaje de los grupos que alcanzó cada nivel de logro en cada indicador.

Tabla R5a

**Aplica los conocimientos histológicos y anatómicos para resolver problemas de la bioingeniería- por grupos-.**

alumnos	Comprende el problema			Reformula el problema			Obtiene información			Diseña un camino de resolución			Evalúa los resultados		
	NS	S	N	NS	S	N	NS	S	N	NS	S	N	NS	S	N
GRUPO 1			x		x				x		x				x
GRUPO 2		x			x			x			x				x
GRUPO 3			x		x				x		x				x
GRUPO 4			x			x			x		x				x
GRUPO 5			x		x			x			x				x
GRUPO 6		x			x			x		x			x		
GRUPO 7			x		x				x		x				x
GRUPO 8			x		x				x		x				x
GRUPO 9			x		x			x		x			x		
GRUPO 10		x				x			x		x				x
GRUPO 11			x		x			x			x				x
GRUPO 12			x			x			x		x				x
GRUPO 13			x			x			x			x			x
GRUPO 14			x		x				x		x				x
GRUPO 15		x			x			x		x			x		
GRUPO 16		x			x			x			x				x
GRUPO 17			x		x				x		x				x
GRUPO 18			x			x			x		x				x
GRUPO 19			x			x			x		x				x
GRUPO 20		x		x				x		x			x		
GRUPO 21			x		x			x			x				x
porcentaje	0	24%	76%	5%	67%	29%	0	43%	57%	19%	76%	5%	19%	62%	19%

Tabla R5a: Nivel alcanzado por cada uno de los grupos en cada indicador de la competencia

**Competencia V: Aplica los conocimientos histológicos y anatómicos para resolver problemas de la bioingeniería- por integrante de cada grupo-.**

Cuando expusieron oralmente el trabajo, aparecieron diferencias entre los integrantes de un mismo grupo, como se muestra en la tabla R5b y figura R5b.

Para una mejor visualización, se corresponden los colores de cada grupo con los de sus integrantes.

Este registro personalizado muestra que el 100% de los alumnos logró o superó el nivel satisfactorio en los indicadores: comprende el problema y obtiene información. Respecto a: reformula el problema, 4 alumnos, el 8%, no logró el nivel satisfactorio en

forma individual; 2 de estos alumnos formaron 1 grupo que, por lo tanto, tampoco logró el nivel deseado en ese indicador. Los otros 2 alumnos, formaron parte de diferentes grupos que sí lo lograron. La mayoría, el 78%, logró o superó el nivel satisfactorio al plantear los pasos a seguir para la resolución del problema y para evaluar si las respuestas halladas se correspondían al problema. Un 22%, 11 alumnos, no alcanzaron el nivel satisfactorio para estos 2 últimos indicadores. Entre estos alumnos, 6 correspondieron a los 2 integrantes de 3 grupos, que por lo tanto tampoco lo lograron, mientras que, los otros 5, formaron parte de distintos grupos que sí alcanzaron el nivel satisfactorio en estos indicadores. Solo 2 alumnos alcanzaron el nivel notable en el indicador: diseña un camino de resolución y ambos formaban un mismo grupo.

El 14%, 7 alumnos, alcanzó el nivel notable en la evaluación de los resultados. De ellos, 5 se correspondieron a la totalidad de los integrantes de 2 grupos y los otros 2 alumnos integraron diferentes grupos.

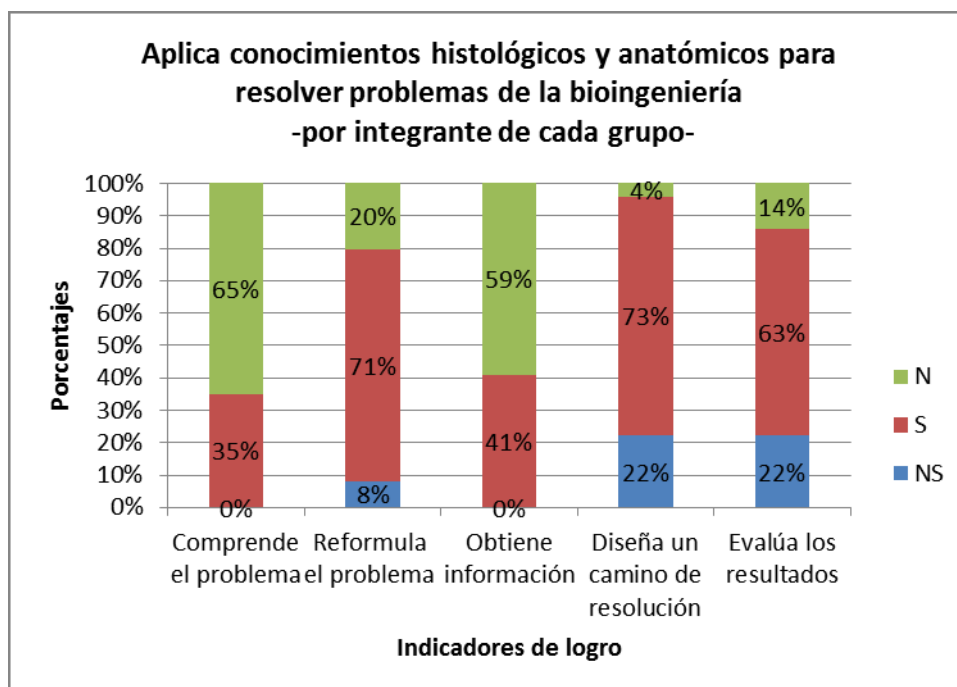


Figura R5b. Porcentaje de los alumnos que alcanzó cada nivel de logro en cada indicador.

Tabla R5b

**Aplica los conocimientos histológicos y anatómicos para resolver problemas de la bioingeniería- por integrante de cada grupo-.**

alumno	GRUPO	Comprende el problema			Reformula el problema			Obtiene información			Diseña un camino de resolución			Evalúa los resultados		
		NS	S	N	NS	S	N	NS	S	N	NS	S	N	NS	S	N
1	1			x		x				x		x				x
2	1			x		x				x		x				x
3	1			x		x				x		x				x
4	2			x		x			x			x				x
5	2			x		x			x			x				x
6	3			x		x				x		x				x
7	3		x		x				x		x			x		
8	3			x		x				x		x				x
9	4			x			x			x		x				x
10	4			x			x			x		x				x
11	4			x			x			x		x				x
12	5		x		x				x		x			x		
13	5			x		x			x			x				x
14	5			x		x			x			x				x
15	6		x			x			x		x			x		
16	6		x			x			x		x			x		
17	7			x		x				x		x				x
18	7		x			x				x		x			x	
19	8			x		x				x		x				x
20	8		x			x				x	x					x
21	8			x		x				x		x				x
22	8		x			x				x	x				x	
23	9			x		x			x		x				x	
24	10		x			x				x		x				x
25	10		x				x			x		x				x
26	11			x		x			x			x				x
27	11			x		x			x			x				x
28	12			x		x				x		x				x
29	12			x			x			x		x				x
30	13			x		x				x			x			x
31	13			x			x			x			x			x
32	14			x		x				x		x				x
33	14			x			x			x		x				x
34	15		x			x			x		x				x	
35	15		x			x			x		x				x	
36	16		x			x			x			x				x
37	16		x			x			x			x				x
38	16		x			x			x			x				x
39	17			x		x				x		x				x
40	17			x		x				x		x				x
41	18			x			x			x		x				x
42	18			x		x				x		x				x
43	19			x			x			x		x				x
44	19			x			x			x		x				x
45	19		x			x				x		x				x
46	20		x			x			x		x				x	
47	20		x			x			x		x				x	
48	21			x		x			x			x				x
49	21			x		x			x			x				x
porcentaje		0%	35%	65%	8%	71%	20%	0	41%	59%	22%	73%	4%	22%	63%	14%

Tabla R5b: Nivel alcanzado por cada uno de los alumnos en cada indicador de la competencia

(El alumno 23 aparece solo porque sus compañeros de grupo (que tuvieron logros menores), no concluyeron el cursado).



### 3.2 Evaluación de que el aprendizaje comprensivo logrado está disponible y es posible de aplicarse a nuevas situaciones a través de la resolución de un nuevo problema.

En la figura R5c y tabla R5c se muestran los resultados de esta evaluación a través de la presentación escrita de un trabajo de resolución de un nuevo problema realizado por cada grupo.

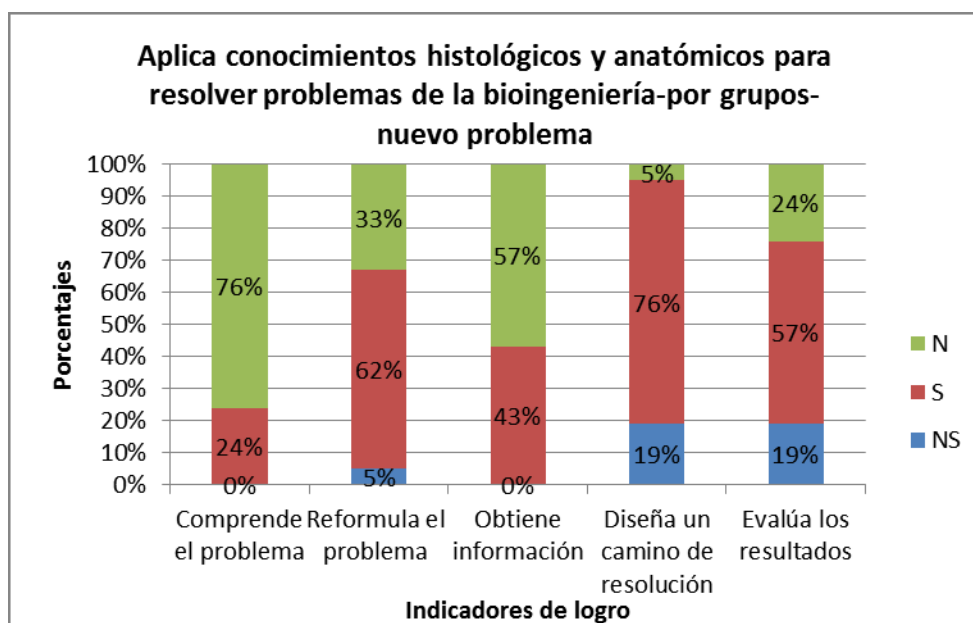


Figura R5c. Porcentaje de los grupos que alcanzó cada nivel de logro en cada indicador en la resolución de un nuevo problema

Los datos recogidos muestran que nuevamente en los indicadores: comprende el problema y obtiene información, la totalidad de los grupos evidenció lograr o superar el nivel satisfactorio. El grupo que no logró reformular el problema a pesar de evidenciar comprensión del mismo y de haber obtenido información pertinente para su resolución, fue el mismo que en ocasión del primer problema planteado. La mayoría, el 81%, logró o superó el nivel satisfactorio al plantear los pasos a seguir para la resolución del problema y para evaluar si las respuestas halladas se correspondían al problema. Los mismos 4 grupos que no alcanzaron el nivel satisfactorio para estos 2 últimos indicadores en el caso del primer problema, tampoco lo lograron en este caso. Para el

indicador: evalúa los resultados, se incrementó a 24% los grupos que lograron el nivel notable.

Tabla R5c

**Aplica los conocimientos histológicos y anatómicos para resolver problemas de la bioingeniería- por grupos-(nuevo problema).**

GRUPO	Comprende el problema			Reformula el problema			Obtiene información			Diseña un camino de resolución			Evalúa los resultados		
	NS	S	N	NS	S	N	NS	S	N	NS	S	N	NS	S	N
1			x			x			x		x				x
2			x		x			x			x			x	
3			x		x				x		x			x	
4			x			x			x		x				x
5			x		x			x			x			x	
6		x			x			x		x			x		
7			x			x			x		x				x
8			x		x				x		x			x	
9			x		x			x		x			x		
10		x				x			x		x			x	
11			x		x			x			x			x	
12			x		x				x		x			x	
13			x			x			x				x		x
14			x			x			x		x			x	
15		x			x			x		x			x		
16		x			x			x			x			x	
17			x		x				x		x				x
18			x		x				x		x			x	
19			x			x			x		x				x
20		x			x			x		x			x		
21			x		x			x			x			x	
porcentaje	0%	24%	76%	5%	62%	33%	0	43%	57%	19%	76%	5%	19%	57%	24%

Tabla R5c: Nivel alcanzado por cada uno de los grupos en cada indicador de la competencia

Al igual que en el primer problema, cuando expusieron oralmente el trabajo, aparecieron diferencias entre los integrantes de un mismo grupo, como se muestra en la

figura R5d y tabla R5d. Para una mejor visualización, se corresponden los colores de cada grupo con los de sus integrantes.

El registro personalizado muestra que en los indicadores: comprende el problema y obtiene información, los niveles de logros de cada uno de los estudiantes se mantuvieron iguales entre los dos problema planteados, el 100% logró o superó el nivel satisfactorio. Con respecto al indicador: reformula el problema, todos los estudiantes mantuvieron su nivel de logro y además se incrementó del 20 al 27%, 3 estudiantes, los que superaron el nivel satisfactorio pasando a notable. En cuanto a: diseña un camino de resolución, el 100% de los estudiantes mantuvieron su nivel de logro. También se mantuvieron los niveles de logros de cada estudiante en el indicador: evalúa los resultados y además se incrementó del 14 al 20%, 3 estudiantes, los que superaron el nivel satisfactorio pasando a notable.

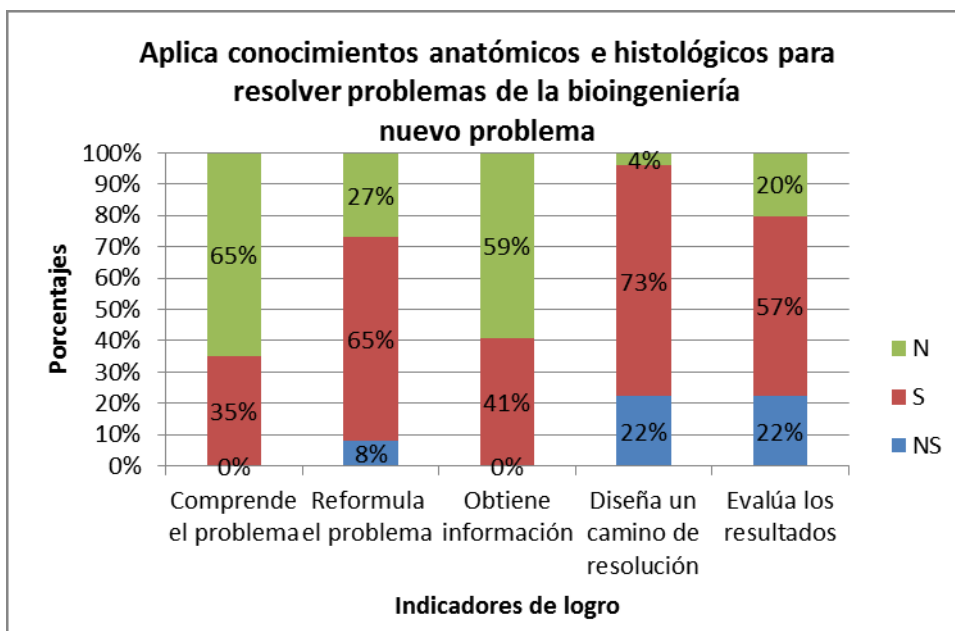


Figura R5d. Porcentaje de los alumnos que alcanzó cada nivel de logro en cada indicador en la resolución de un nuevo problema. Registro tomado durante la exposición oral.

Tabla R5d

**Aplica los conocimientos histológicos y anatómicos para resolver problemas de la bioingeniería- por integrante de cada grupo- (nuevo problema).**

alumno	GRUPO	Comprende el problema			Reformula el problema			Obtiene información			Diseña un camino de resolución		Evalúa los resultados			
		NS	S	N	NS	S	N	NS	S	N	NS	S	N	NS	S	N
1	1			x				x			x					x
2	1			x		x					x					x
3	1			x		x					x					x
4	2			x		x			x				x			x
5	2			x		x			x				x			x
6	3			x		x				x						x
7	3		x		x				x			x				
8	3			x				x			x					x
9	4			x				x			x					x
10	4			x				x			x					x
11	4			x				x			x					x
12	5		x		x				x			x			x	
13	5			x		x			x				x			x
14	5			x		x			x				x			x
15	6		x			x			x			x			x	
16	6		x			x			x			x			x	
17	7			x				x			x			x		x
18	7		x			x					x				x	
19	8			x		x					x			x		x
20	8		x			x					x		x			x
21	8			x		x					x			x		x
22	8		x			x					x		x			x
23	9			x		x			x			x				x
24	10		x			x					x			x		x
25	10		x					x					x			x
26	11			x		x			x				x			x
27	11			x		x			x				x			x
28	12			x		x					x			x		x
29	12			x				x					x			x
30	13			x		x					x			x		x
31	13			x				x						x		x
32	14			x		x					x			x		x
33	14			x				x					x			x
34	15		x			x			x			x			x	
35	15		x			x			x			x			x	
36	16		x			x			x				x			x
37	16		x			x			x				x			x
38	16		x			x			x				x			x
39	17			x		x					x			x		x
40	17			x		x					x			x		x
41	18			x				x					x			x
42	18			x		x					x			x		x
43	19			x				x			x			x		x
44	19			x				x			x			x		x
45	19		x			x					x			x		x
46	20		x			x			x			x			x	
47	20		x			x			x			x			x	
48	21			x		x			x				x			x
49	21			x		x			x				x			x
porcentaje		0%	35%	65%	8%	65%	27%	0	41%	59%	22%	73%	4%	22%	57%	20%

Tabla R5d: Nivel alcanzado por cada uno de los alumnos en cada indicador de la

competencia. Registro tomado durante la exposición oral.

### 3.3 Evaluación de la mejora en el rendimiento académico

En la figura R6 y tabla R6, se muestran los porcentajes de puntos obtenidos por cada estudiante en la evaluación de acreditación. Como se observa en la figura R6, para la mayoría de los estudiantes (69%), es mayor el porcentaje de los puntos en juego obtenido en el tema SOAM, en cuya enseñanza se aplicó la metodología didáctica orientada al desarrollo de competencias, con respecto al porcentaje de los puntos en juego obtenido en los otros temas evaluados, los cuales fueron trabajados con una metodología donde el alumno es menos activo (clase expositiva y trabajo mostrativo en laboratorio).

En la tabla 6 se muestran, en la columna de la izquierda, los puntos obtenidos en el tema SOAM, y en la columna de la derecha, los obtenidos en el resto de los temas. En la última fila se muestran las medias obtenidas para cada columna. La diferencia entre las medias resultó significativa cuando se aplicó la prueba de hipótesis según *t de Student* ( $t=2.61$   $p < 0.05$ ).

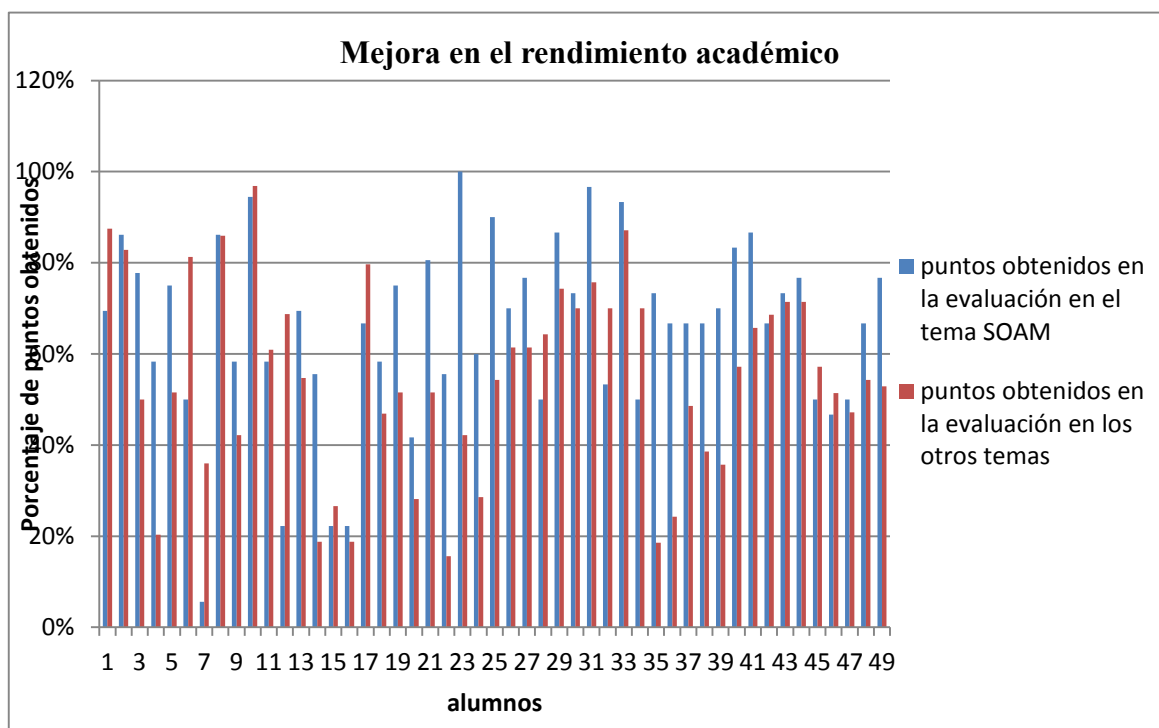


Figura R6. Porcentaje de puntos obtenido por cada alumno en SOAM y en los otros temas

Tabla R6

**Comparación entre las medias de los porcentajes de puntos obtenidos**

alumno	puntos obtenidos en la evaluación en el tema SOAM	puntos obtenidos en la evaluación en los otros temas
1	69%	88%
2	86%	83%
3	78%	50%
4	58%	20%
5	75%	52%
6	50%	81%
7	6%	36%
8	86%	86%
9	58%	42%
10	94%	97%
11	58%	61%
12	22%	69%
13	69%	55%
14	56%	19%
15	22%	27%
16	22%	19%
17	67%	80%
18	58%	47%
19	75%	52%
20	42%	28%
21	81%	52%
22	56%	16%
23	100%	42%
24	60%	29%
<b>25</b>	90%	54%
26	70%	61%
27	77%	61%
28	50%	64%
29	87%	74%
30	73%	70%
31	97%	76%
32	53%	70%
33	93%	87%
34	50%	70%
35	73%	19%
36	67%	24%
37	67%	49%
38	67%	39%
39	70%	36%
40	83%	57%
41	87%	66%
42	67%	69%
43	73%	71%
44	77%	71%
45	50%	57%
46	47%	51%
47	50%	47%
48	67%	54%
49	77%	53%
<b>media</b>	<b>65%</b>	<b>55%</b>

Tabla R6: Diferencia entre las medias significativa *t de Student* ( $t=2.61$   $p < 0.05$ ).

### **3.4 Entrevistas a expertos disciplinares**

Se realizaron entrevistas focalizadas a expertos disciplinares a fin de consensuar las competencias específicas formuladas en cuanto a pertinencia, importancia y secuenciación para su aprendizaje.

Los expertos se expresaron en forma coincidente en que todas las competencias formuladas eran pertinentes. Señalaron como las más importantes la relación entre morfología y función de las estructuras y las propiedades de los tejidos que las forman, la comprensión espacial de las estructuras y la resolución de problemas (se adjuntan en anexo 1)

### **3.5 Encuestas a alumnos**

Se analizaron las expresiones de un grupo de estudiantes en una encuesta orientada a indagar sobre su valoración de la experiencia, en distintos aspectos.

La encuesta, voluntaria y anónima, fue completada por 14 alumnos (se presentan en anexo 4).

En las tablas R7a, b y c, se presentan los resultados de las mismas.

Se observa que la amplia mayoría (el 93%) valoró la experiencia como positiva y para un alumno (el 7%) lo fue parcialmente.

En los diferentes ítems encuestados, las valoraciones fueron positivas en el 100% de los casos, excepto para un alumno, que tuvo dificultades con su planificación de tareas y para quien las actividades le demandaron más tiempo del que consideraba adecuado. La mayoría (10 alumnos) se expresaron positivamente con respecto a resolver problemas de la bioingeniería y/o ver las aplicaciones de los temas estudiados. Un alumno expresó que le sirvió para seleccionar la información.

A la pregunta: ¿Crees que las actividades desarrolladas en el tema SOAM favorecieron tu aprendizaje? Respondieron:

Tabla R7a

alumno	si	parcialmente	no
I	x		
II	x		
III	x		
IV		x	
V	x		
VI	x		
VII	x		
VIII	x		
IX	x		
X	x		
XI	x		
XII	x		
XIII	x		
XIV	x		
porcentaje	93%	7%	0%

Tabla R7a: Respuestas de los alumnos sobre lo favorable de las actividades realizadas para su aprendizaje.

Cuando se consultó sobre los distintos aspectos que consideraron favorables o no, respondieron:

Tabla R7 b

	aprendizaje de conceptos	búsqueda de información	trabajo en equipo	planificación de tareas	conocer aplicaciones concretas de los contenidos
¿En cuáles aspectos favoreció tu aprendizaje?	100%	100%	100%	93%	100%
¿En cuáles aspectos no fue favorable?				7%	

Tabla R7 b: Respuestas de los alumnos sobre los aspectos favorables o no de las actividades realizadas.

En la consulta abierta sobre lo que quisieran expresar, dijeron:

- \*A mí personalmente me llevó mucho tiempo (1 alumno)
- \*Me parece muy bueno resolver problemas de la bioingeniería y ver las aplicaciones de los temas que estudiamos (Expresiones semejantes) (10 alumnos)
- \*Me sirvió para seleccionar la información (1 alumno)



#### 4. Discusión y Conclusiones

Esta investigación permitió valorar distintos aspectos de la intervención realizada, orientada al desarrollo de competencias disciplinares específicas para la disciplina Anatomía e Histología dentro de la formación del Bioingeniero.

Un aspecto importante fue seleccionar esas competencias, para lo cual fue necesario evaluar las metodologías propuestas por distintos autores.

Se optó por la selección en base a la reflexión buscando la conjunción entre el perfil del Bioingeniero, el cuerpo organizado de conocimientos que la Histología y Anatomía aportan a su formación, la conceptualización del marco teórico, las opiniones de expertos y la propia experiencia docente de la investigadora en la carrera.

En cuanto a las opiniones de los expertos disciplinares, se observó amplia coincidencia con la autora en cuales debían ser las competencias formuladas y su importancia, así como en aspectos de su didáctica.

Se lograron establecer los indicadores de logro y sus niveles para cada una de las competencias formuladas, a través del análisis de los procesos que realizan los estudiantes, para lograr un nivel en la competencia acorde a su recorrido en la carrera.

Se logró el diseño de las estrategias didácticas orientadas al desarrollo de las competencias.

El análisis de la información obtenida del registro de los desempeños de los estudiantes permitió elaborar algunas conclusiones:

Respecto a la competencia: **Analiza modelos gráficos de estructuras anatómicas para obtener información y realizar inferencias que le permitan comprender dicha estructura**, la totalidad de los alumnos logró identificar y relacionar las partes de los modelos que se les propusieron y obtener información de los mismos. Esto denota procesos de asociación entre conceptos y objetos y análisis de sus relaciones. Para ellos

el modelo representa datos de la realidad, por lo que pudieron relacionar la producción científica –el modelo- con las estructuras anatómicas naturales que observaban. En aquellos indicadores que ponen de manifiesto procesos más complejos, aparecieron dificultades en un grupo pequeño de alumnos, el 4%, que no logró deducir otras características a partir de los datos, mientras que el 96% alcanzó o superó el nivel satisfactorio. El 71 % de los alumnos logró el nivel de logro satisfactorio en la construcción de modelos y evaluaron su producción para detectar la concordancia entre el modelo y datos reales que debía expresar. En todos los indicadores apareció un porcentaje importante de alumnos que alcanzaron el nivel notable. Evaluaron los modelos presentados y en algunos casos propusieron modificaciones acertadas a los mismos, en el sentido de corresponderse en mayor medida con la realidad. En otros casos pudieron articular la información provista por el modelo con contenidos de otras disciplinas.

Esta experiencia evidenció que se trata de un tipo de actividad muy propicia para favorecer la comprensión y el desarrollo de la competencia, ya se trate de los modelos propuestos en los manuales o, más aún, los que los mismos alumnos construyan o modifiquen. Esta actividad propicia la profundización en lo conceptual disciplinar y el desarrollo de las capacidades de observación y análisis.

Se han publicado trabajos sobre los modelos en la enseñanza que coinciden en esta valoración, como el de análisis crítico de modelos morfológicos de diferentes estructuras a nivel microscópico y ultra estructural (Costamagna et al, 2011).

En cuanto a la competencia: **Relaciona morfología y función de las estructuras con las propiedades de los tejidos que las constituyen para realizar inferencias**, más del 70% de los estudiantes alcanzó o superó el nivel de logro satisfactorio.

Para un grupo importante de estudiantes, una dificultad sustancial fue un conocimiento insuficiente en las propiedades de los tejidos que constituyen las estructuras del SOAM, esto determinó que no logren relacionar o hacer una inferencia entre la forma y función de una dada estructura y las características de los tejidos que las constituyen.

El desarrollo de esta competencia se asocia marcadamente con los procesos de análisis, para lograr un grado importante de comprensión y conocimiento operativo, superando los modelos tradicionales donde se pondera mayormente el aspecto puramente memorístico. La integración entre la anatomía micro y macroscópica y los aspectos funcionales promueven no solamente una mejora en los aprendizajes sino también una visión más integrada del organismo humano.

Desde el punto de vista de la formación del bioingeniero, esta competencia cobra especial importancia por todos sus campos directos de aplicación, como por ejemplo biomateriales y diseños protésicos.

En la competencia: **Interpreta las imágenes de la anatomía humana provistas por la tecnología biomédica para ampliar su comprensión espacial.**, el 77% de los estudiantes logró o superó el nivel satisfactorio en todos los indicadores. Esta competencia es relevante no solamente para una mejor comprensión tridimensional de las estructuras corporales, sino por su relación directa con uno de los campos de desempeño del bioingeniero, la tecnología de producción de bioimágenes.

Las dificultades que tuvo un grupo de alumnos en la ubicación de algunas estructuras en el cuerpo, resultó condicionante para el logro de los demás indicadores. La mayor dificultad estuvo en la interpretación tridimensional de las estructuras.

Otro grupo alcanzó un desempeño notable logrando identificar detalles de las estructuras en las imágenes y el nivel del plano de corte.

Los resultados hallados en esta investigación fueron coincidentes en líneas generales, con los publicados por otros autores, observándose la mayor dificultad en identificar algunas estructuras en las imágenes de los cortes virtuales provistos por la tecnología biomédica. Es decir, pasar de interpretar imágenes planas a las tridimensionales y los planos de corte de éstas (Inzunza, D'Acuña, & Bravo, 2003).

Respecto al trabajo tanto con los modelos gráficos como con las imágenes provistas por la tecnología biomédica, se coincide con la observación de autores que señalan que es necesario trabajar sobre estas representaciones científicas para que los estudiantes superen la interpretación icónica para avanzar hacia la de experto, entendiéndolo como representación científica con determinada distancia entre esta representación visual y el concepto científico (Galagovsky & Adúriz-Bravo, 2001).

En la investigación, se utilizaron las imágenes provistas por la tecnología biomédica para promover la comprensión tridimensional de las estructuras y se valoró positivamente esta actividad para el aprendizaje. Estos resultados coinciden con los presentados por Algieri et al. (2012), en un trabajo sobre enseñanza del aparato locomotor, en el que observaron que los mejores aprendizajes se lograron con las actividades que utilizaban reconstrucciones tridimensionales de las imágenes anatómicas. Se han publicado también trabajos recientes realizados en otras universidades de nuestro país sobre la utilización de imágenes aportadas por la tecnología biomédica para la enseñanza de la anatomía, como el de Baldoncini et al. (2010) con imágenes endoscópicas o el de Bendersky et al. (2012) con imágenes de RNM y radiografías.

Si bien, desde sus inicios, el estudio de la anatomía humana se basó en el estudio de material cadavérico, este recurso no siempre está disponible para nuestros estudiantes. Los modelos se constituyen así en un recurso valioso. Sin embargo, se coincide en que

el modelo gráfico bidimensional no necesariamente ayuda a la comprensión espacial de las estructuras (García-Hernández, 2003), hecho que se supera con el estudio de modelos tridimensionales (López Farías, Sandoval Marchant, Giménez Mon, & Rosales Villarroel, 2011).

Los datos proporcionados por los niveles de logros de la competencia: analiza modelos gráficos de estructuras anatómicas para obtener información y realizar inferencias que le permitan comprender dicha estructura, comparados con los de la competencia: interpreta las imágenes de la anatomía humana provistas por la tecnología biomédica para ampliar su comprensión espacial, son coincidentes con estos estudios. En efecto, no todos los alumnos que lograron el nivel satisfactorio en la interpretación de modelos gráficos, lograron el mismo nivel al pasar a la tridimensionalidad.

Entre los recursos empleados para la enseñanza, con las estrategias diseñadas para esta tesis, se utilizaron tanto modelos tridimensionales como material natural. Se han realizado estudios para evaluar diferencias en el rendimiento de los estudiantes en las evaluaciones, si realizaron su aprendizaje con modelos tridimensionales o con material cadavérico (Portugal, et al., 2011), en esa oportunidad no aparecieron diferencias. Un aspecto a tener en cuenta con los modelos, es que son invariantes, lo cual es señalado como un aspecto desfavorable en algunos estudios, (Collipal Larre & Silva Mella, 2011). No obstante, para nuestros alumnos, esto puede facilitar el aprendizaje en un principio, al reducir la complejidad que implican todas las variaciones anatómicas.

Respecto a la competencia: **Aplica los conocimientos histológicos y anatómicos para resolver problemas de la bioingeniería**, la totalidad de los alumnos evidenció comprensión del problema, aunque un 9%, no logró reformularlo. Todos desarrollaron suficiente habilidad para buscar y seleccionar la información pertinente, sin embargo, a

la hora de diseñar los pasos a seguir, un 13% no logró hacerlo en forma autónoma ni evaluar los resultados.

La aplicación de la metodología de aprendizaje basado en problemas fue un hecho positivo, ya que permitió a la amplia mayoría de los estudiantes alcanzar logros satisfactorios en todos los indicadores.

Se mostraron comprometidos con la tarea a realizar y motivados por tratarse de problemas cercanos a los de la vida profesional.

Lograron realizar finalmente una muy buena búsqueda y selección de información, incorporando otras fuentes a la bibliografía indicada por la cátedra.

Trabajaron en grupos correctamente, participando todos los integrantes, lo cual se evidenció en los encuentros tutoriales, aunque con diferentes logros.

El desarrollo de esta competencia permitió a los alumnos apreciar la importancia de los conocimientos aportados por la Anatomía e Histología en la formación del Bioingeniero y además, comenzar a integrar conocimientos entre distintas disciplinas. Se espera que esto último se incremente notoriamente a medida que los estudiantes avancen en la carrera, que es fundamentalmente interdisciplinar.

Si para esta competencia, se comparan los logros en las producciones grupales respecto a los desarrollos individuales de los integrantes de cada grupo, se observa que los grupales fueron iguales o mayores a los individuales, lo cual justifica y alienta a seguir aplicando la metodología del trabajo grupal.

Si bien la competencia: trabaja en grupos, no se formuló específicamente para ser estudiada en este trabajo -por no tratarse de una competencia disciplinar específica- puede valorarse positivamente como un desarrollo no solo deseable sino también necesario en la formación, por el componente actitudinal que reflejan, más allá de los mejores logros grupales que individuales.

La modalidad de Aprendizaje Basado en Problemas, fue implementada para la carrera de Medicina de la UNL a partir de 2002. Se han publicado resultados del análisis de las valoraciones de los estudiantes sobre su comprensión de los contenidos disciplinares, con la realización de las diferentes actividades que propone esta metodología (Barbach, Chamizo, Fabro, Fuentes, & Costamagna, 2008). Esas opiniones fueron favorables, en particular para las actividades donde los alumnos se sienten más protagonistas, como el estudio de casos y las prácticas de microscopía, que consideraron relevantes para la resolución de los problemas planteados.

La actividad de resolución de problemas implica además, que el alumno utilice el conocimiento científico que posee para identificar cuestiones factibles de ser investigadas y resueltas, adquirir nuevos conocimientos, dar explicaciones científicas y extraer conclusiones basándose en pruebas o evidencias. Todas estas, subcompetencias dentro de la competencia científica.

Otros autores han evaluado la competencia científica en alumnos universitarios en nuestro medio, concluyendo que su desarrollo es pobre al ingreso y aumenta luego de la instrucción, hacia la finalización de la carrera (Falicoff, Domínguez Castiñeiras, & Odetti, 2014). Esto constituye por lo tanto, una razón más para aplicar la estrategia de resolución de problemas para promover el desarrollo de competencias.

Respecto a la competencia: **Domina la nomenclatura anatómica actual para interpretar la bibliografía e interrelacionarse con pares y docentes en lenguaje científico**, resultó en un principio bastante dificultoso para los estudiantes dada la cantidad de nombres a recordar. A medida que se desarrollaron las actividades y, que fueron encontrando el sentido semántico de los términos, fueron avanzando en el logro de los indicadores. Para ello fue necesario trabajar sobre la terminología en todas las actividades.

En nuestro país, desde hace varios años, se han llevado a cabo diseños y experiencias innovadoras en la enseñanza de la Histología y Anatomía en las carreras de Medicina y Ciencias de la Salud. Al respecto, numerosas publicaciones, muestran mejoras en los aprendizajes cuando se utilizan metodologías donde los alumnos tienen un papel activo. Si bien, éstos son trabajos diferentes a la presente investigación, algunos aspectos pueden compararse.

Respecto a la utilización de diferentes estrategias para promover el aprendizaje comprensivo, como se utilizaron en esta investigación, se han publicado distintos trabajos que coinciden en su valoración positiva como parte de una metodología centrada en el alumno.

Dentro de los trabajos innovadores se destacan los trabajos con Entornos Virtuales de Enseñanza Aprendizaje (EVEA), (Avila & Samar, 2011), donde destacan los beneficios en el aprendizaje de la histología con la utilización de metodologías mixtas que incluyen actividades con imágenes virtuales de cortes de tejidos.

En la experiencia realizada, la implementación de actividades variadas, que promueven el papel activo del alumno, fue positiva para el aprendizaje y así lo valoraron los estudiantes. Otros autores (Fabro, Gómez, & Costamagna, 2010), han evaluado las opiniones de los estudiantes respecto a la realización de actividades diversas realizadas ya sea en modalidad presencial como virtual y fueron valoradas positivamente, fundamentalmente en lo referente al trabajo con imágenes.

Las actividades realizadas para favorecer el desarrollo de las competencias, fueron importantes además, para introducir a los estudiantes en las tecnologías empleadas en la Bioingeniería. Uno de los campos de intervención muy importantes dentro de esta rama de la Ingeniería, es el del logro de diferentes tipos de imágenes del cuerpo, que actualmente son imprescindibles como herramientas de diagnóstico. Uno de los



expertos entrevistados, el Dr. Ávila, consideró importante que los alumnos conozcan las tecnologías usadas por la bioingeniería, cuestión en la cual se acuerda y para la que, las actividades llevadas a cabo permitieron una buena introducción. Así mismo, los problemas de la bioingeniería y sus tecnologías abren las puertas al pensamiento crítico sobre su rol en la salud y en distintos aspectos de la vida en sociedad como por ejemplo, el ético. Esta cuestión no fue registrada en forma sistemática en la investigación, en la forma en que ha sido abordada por otros autores (Cornejo, et al., 2013). Sin embargo, abre las puertas para la investigación futura de este componente de las competencias, el aspecto ético en la Bioingeniería.

La intervención realizada mostró que se lograron mejoras en el aprendizaje de contenidos de Histología y Anatomía, cuando se emplearon estrategias diversas de enseñanza para promover el desarrollo de competencias disciplinares, incluyendo el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). En forma coincidente con esta investigación, se han observado los mejores resultados en las evaluaciones en los grupos de estudiantes que habían cursado las clases con metodología de ABP y mejores aún, los que habían combinado ABP y mapas conceptuales (Baena-Extremera & Granero-Gallegos, 2012). Se han obtenido mejores resultados en la evaluación de competencias con la utilización de metodologías mixtas (casos, prácticas, trabajo grupal e individual) que con la tradicional (lección magistral y prácticas) (Gal-Iglesias, Busturia-Berrade, & Garrido-Astray, 2009).

La integración morfo-funcional para el aprendizaje de las estructuras permitió avanzar en la comprensión y otorgar sentido y una visión más amplia a lo que se estudia. Se han publicado resultados de diferentes experiencias de aprendizaje integrado morfología-función, con resultados también favorables (Schencke & Hidalgo, 2011).

Las estrategias didácticas empleadas en esta investigación, para propiciar el desarrollo de competencias, fueron variadas y siempre promovieron el papel activo del alumno. En un trabajo donde estudiaron los estilos de aprendizaje de los alumnos ingresantes a una Facultad de Ingeniería, encontraron como predominante la forma de aprendizaje activo (Ventura, Palou, Széliga, & Angelone, 2014). Si bien no se cuenta con un estudio sistemático de este tipo en nuestra Facultad, podría inferirse que la situación sería semejante por tratarse de carreras de Ingeniería de Universidades Públicas de nuestro país.

Respecto a la **disponibilidad y posibilidad de aplicación del aprendizaje logrado**, si se analizan y comparan los logros de cada alumno en la resolución de un nuevo caso problema se observa que se mantuvo el nivel de logros e incluso mejoró en algunos casos pasando del nivel satisfactorio al notable, lo que denota que el aprendizaje comprensivo logrado estuvo disponible para ser aplicado en una nueva situación.

Otros autores evaluaron varios aspectos del desarrollo de competencias entre los estudiantes y graduados en Medicina en el Instituto Universitario Italiano de Rosario, concluyendo que la enseñanza por competencias lograba aprendizajes construidos y significativos y que además los graduados los utilizaban adecuadamente, es decir, están disponibles a través del tiempo (Secchi, León, Bordino, Turiella, & Navío, 2013).

Respecto a la mejora en el rendimiento académico, en esta investigación, en la evaluación de acreditación, los alumnos obtuvieron en promedio un porcentaje mayor en el tema SOAM, en cuya enseñanza se aplicó la metodología didáctica orientada al desarrollo de competencias, respecto de los otros temas evaluados, que fueron trabajados con una metodología donde el alumno es menos activo. Esta diferencia entre las medias fue significativa cuando se aplicó la prueba de hipótesis según *t de Student* ( $t=2.61$   $p < 0.05$ ).

Estos resultados muestran que **hubo una mejora en el rendimiento académico.**

Algunos autores han planteado sus reservas respecto al aprendizaje de hechos y conceptos en la enseñanza por competencias. Sin embargo, en base a la interpretación de los datos aportados por las calificaciones, en esta investigación el aprendizaje de hechos y conceptos no se vio disminuido, por el contrario hubo una mejora. Estos resultados abonan la idea que la enseñanza orientada al desarrollo de competencias académicas no está dissociada del aprendizaje de hechos y conceptos.

La valoración de los logros asociados a las distintas competencias, permite apreciar el conocimiento significativo adquirido de los hechos y conceptos superando la pura memorización.

El estudio del cuerpo de conocimientos histológicos y anatómicos dentro de un contexto de situaciones semejantes en cierta medida a las del ejercicio profesional, actúa como un estímulo motivador para los estudiantes al poner de manifiesto la pertinencia de la adquisición de esos conocimientos. La enseñanza situada, donde los estudiantes se enfrentaron a situaciones próximas a las posibles de su futura vida profesional, tuvo una recepción favorable por parte de los alumnos, como lo muestran sus opiniones expresadas en las encuestas. Allí, nuestros estudiantes mostraron una amplia mayoría de opiniones favorables en los distintos ítems consultados. Especialmente, en el apartado donde expresaron libremente sus opiniones, manifestaron acuerdo con conocer aplicaciones concretas de los conocimientos histológicos y anatómicos para la resolución de problemas reales de la Bioingeniería. Respecto al tiempo que insumen las actividades, considerado excesivo por una alumna, es esperable que una vez internalizados los esquemas de actuación, éste se reduzca.

Un aspecto importante en la evaluación de las competencias formuladas es, desde el punto de vista cuantitativo, que para todas ellas, al menos el 70% de los estudiantes

alcanzó el nivel satisfactorio en todos los indicadores. De todos modos, es necesario considerar que estos números reflejan una aproximación al nivel de logro o dominio de las competencias hasta ese momento, con una intervención relativamente corta, dentro de todo el trayecto de los estudiantes en la carrera. Es probable y deseable, que la formación promueva que un grado de desarrollo mayor se logre en un momento posterior, a medida que los estudiantes van madurando y enfrentándose a nuevas situaciones.

Un aspecto señalado por muchos autores es la falta de alineación entre los métodos de enseñanza y los de evaluación. Así, Galván, Gastaldi, & Manuale (2011) estudiaron este grado de correlación para la carrera de Medicina Veterinaria en la UNL. Hallaron que en todas las asignaturas utilizaban diseños adecuados para favorecer el desarrollo de las competencias buscadas y que las estrategias empleadas tenían buena aceptación por parte de los alumnos. Sin embargo, a la hora de las evaluaciones, expresaron que se enfatizaba comprobar la retención de conceptos en desmedro de las demás competencias.

En la investigación llevada a cabo, las competencias fueron evaluadas utilizando los mismos indicadores que para su desarrollo. Esto permitió alinear la evaluación con el resto del proceso de enseñanza y se constituyó en una evaluación auténtica que utilizó como instrumento, las propias tareas que se desarrollaron en las prácticas de enseñanza.

A la hora de comparar logros entre las metodologías tradicionales y la diseñada para propiciar el desarrollo de competencias, puede hacerse de un modo parcial, ya que en el caso de las evaluaciones tradicionales, se pondera fundamentalmente la retención de hechos y conceptos, quedando fuera del foco el resto de las competencias. No obstante, para estos contenidos, los estudiantes obtuvieron mayores logros a través de la estrategia de desarrollo de competencias que con la tradicional.

El desarrollo de esta investigación permitió detectar distintas dificultades concernientes a los distintos actores de la misma.

Desde la perspectiva de los alumnos, acostumbrados a un papel más pasivo, receptor de información, en un principio les costó organizarse más autónomamente. Esto fue mejorando a medida que avanzaron las semanas y el desarrollo de las tareas en la gran mayoría de los casos.

También inicialmente tuvieron dificultades en seleccionar información, fuera de la proporcionada por la bibliografía seleccionada por la cátedra o que obtuvieran en la biblioteca de la facultad, fundamentalmente en cuanto a la confiabilidad de las fuentes obtenidas a través de internet. Este aspecto también mejoró con el avance de las actividades hasta lograr finalmente una adecuada selección de información de diversas fuentes.

Otra de las dificultades detectadas en algunos estudiantes fue lograr el análisis crítico de los resultados obtenidos en la resolución de problemas. Fue necesario señalar particularmente este aspecto en los encuentros tutoriales. Finalmente la gran mayoría logró corroborar que las respuestas encontradas se correspondieran a las cuestiones planteadas y un número importante logró además hacer un análisis crítico de esos resultados.

Desde la perspectiva del profesor, la presentación de los casos problema, en cuanto a adaptar la dificultad y la cantidad de variables existentes en los problemas reales de la bioingeniería para constituirlos en un reto posible para alumnos del 2º año de la carrera, fue una de las dificultades a sortear. Lo fue también adaptar todo el diseño de enseñanza al tiempo disponible de los alumnos, quienes tienen una carga horaria presencial total considerable.

El registro en las llamadas *rubricas*, clase a clase, de los logros de los estudiantes en los distintos indicadores, requirió un esfuerzo considerable, que pudo realizarse por tratarse de grupos relativamente pequeños de alumnos. Evidentemente, este registro personalizado de logros requiere de una relación docente alumno más elevada de la existente en muchos casos en la universidad.

El registro de logros en los diferentes indicadores de cada competencia, permite identificar las dificultades y centrarse en su superación. Al respecto de las dificultades detectadas, sería pertinente reforzar las acciones en: la construcción y autoevaluación de los modelos diseñados, la comprensión de las características y propiedades de los tejidos para asociarlas adecuadamente con la morfología y función de las estructuras anatómicas, la comprensión espacial de las estructuras y la utilización correcta de la terminología científica en la expresión oral y escrita. En cuanto a la resolución de problemas, mayor concreción en los pasos a seguir y evaluación de las soluciones o respuestas halladas.

En próximos trabajos cabría valorar la evolución en el desarrollo de las competencias desarrolladas durante esta intervención y de otras nuevas competencias a incorporar a medida que los estudiantes avanzan en la carrera.

Puede concluirse entonces que, en la experiencia realizada, la aplicación de la metodología didáctica diseñada para propiciar el desarrollo de competencias disciplinares específicas, favoreció el aprendizaje comprensivo, como muestran los niveles de logro alcanzados en los distintos componentes de las competencias.

Los aprendizajes logrados estuvieron disponibles y fueron posibles de aplicar a nuevas situaciones, como se evidenció a través de la resolución de nuevos problemas planteados.

Esta forma de aprendizaje, orientada al desarrollo de competencias, mejoró el rendimiento académico de los estudiantes en la unidad temática en que se aplicó la estrategia didáctica diseñada, con respecto a las unidades temáticas desarrolladas con un papel menos activo por parte de los alumnos.

## 5. Citas Bibliográficas

- Algieri, R., Mazzoglio y Nabar, M., Dogliotti, C., Gazzotti, A., Jiménez Villarruel, H., Rey, L., & Gómez, A. (2012). Especificidades pedagógicas en la utilización de un EVEA para la enseñanza del aparato locomotor. *Rev. Arg. Anat. Onl.*, 3(4), 109-115.
- Araujo, J. (2007). Competencias para el acceso a la Educación Superior. Buenos Aires: CPRES.
- Arnal, J., del Rincón, D., & Latorre, A. (1992). Investigación educativa. Fundamentos y metodología. Barcelona: Labor.
- Ausubel, D., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1986). Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo (2 ed.). México: Trillas.
- Avila, R. E., & Samar, M. E. (2011). Proyecto Histología Virtual: ODONTOWEB. *International journal of odontostomatology*, 5(1), 13-22.
- Baena-Extremera, A., & Granero-Gallegos, A. (2012). Los Mapas Conceptuales y el Aprendizaje Basado en Problemas en el Aprendizaje de Contenidos Anatómico-fisiológicos en Opositores al Cuerpo de Profesores de Educación Secundaria. *International Journal of Morphology*, 30(1), 230-237.
- Baldoncini, M., Ruiz, R. I., Aucia, N., Quintero, D., Ruiz, R. A., & Ibarzabal, J. (2010). Endoscopias Intracardiacas y su Aplicación para la Docencia Anatómica. *Revista Argentina de Anatomía Online*, 1(2), 65 –69. <http://www.anatomia-argentina.com.ar/revistadeanatomia-2010vol1n2.htm>
- Barbach, N., Chamizo, E., Fabro, A., Fuentes, M., & Costamagna, A. (2008). Método de aprendizaje basado en problemas: la comprensión de contenidos disciplinares en medicina. *FABICIB*, 12(1), 185-196.
- Bendersky, M., Gómez, C., Mileo, F., Romano, F. E., Invernó, Y., & Bratti, G. (2012). Listas de Verificación para el Aprendizaje de Anatomía por Imágenes. *Revista Argentina de Anatomía Online*, 3(3), 81 –85.



<http://www.anatomia-argentina.com.ar/revistadeanatomia-2012vo3ln3.htm>

- Biggs, J. B. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Narcea.
- Blanco, A., & Ramos, B. L. (2009). *Desarrollo y evaluación de competencias en Educación Superior*. Madrid: Narcea Ediciones.
- Bolívar, A. (2008). El discurso de las competencias en España: educación básica y educación superior. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 6(2), 1-23.
- Cano, E. (2008). La evaluación por competencias en la educación superior. *Profesorado: revista de currículum y formación del profesorado*, 12(3), 1-16.
- Celman, S. (1998). ¿Es posible mejorar la educación y transformarla en herramienta de conocimiento? En A. Camilloni, S. Celman, E. Litwin, & M. Palou de Maté, *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. Buenos Aires: Paidós.
- Cepeda Dovala, J. M. (2004). Metodología de la enseñanza basada en competencias. *Revista Iberoamericana de Educación*.
- Collipal Larre, E., & Silva Mella, H. (2011). Estudio de la Anatomía en Cadáver y Modelos Anatómicos: Impresión de los Estudiantes. *International Journal of Morphology*, 24(9), 1181-1185.
- CONFEDI. (mayo de 2007). Primer Acuerdo sobre Competencias Genéricas. Obtenido de <http://www.confedi.org.ar/documentos>
- CONFEDI. (24-26 de noviembre de 2008). XLIV Reunión. Comisión de Enseñanza. Obtenido de CONFEDI: <http://www.confedi.org.ar/documentos>
- CONFEDI. (2014). *Competencias en Ingeniería*. Mar del Plata: Universidad Fasta Ediciones.
- Contreras, P. (2010). Ser y saber en la formación didáctica del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*( 68 ), 61-81.
- Cornejo, J., Santilli, H. B., Roble, M. B., Martín, A. M., Barrero, C., & Barbiric, D. (2013). Las cuestiones éticas y sociales en la formación del ingeniero. Tres estudios de caso en bioingeniería. *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería*, 2(4), 7-15.

- Costamagna, A. (2008). Las prácticas de evaluación de un grupo de profesores de ciencias naturales . *Aula Universitaria*(10).
- Costamagna, A. M., Minella, K. M., & Fuentes, M. B. (2004). Los Contenidos Procedimentales de la Currícula de Bioquímica. *Aula Universitaria*, 1(6), 57-66.
- Costamagna, A., Fabro, A., Benmelej, A., Reus, V., Bertona, L., & Cabagna, M. (2011). Utilización de la modalidad b-learning para el análisis crítico de modelos morfológico. *FABICIB*(15), 60 - 73.
- De Miguel Díaz, M., Alfaro Rocher, I., Apodaca Urquijo, P., Arias Blanco, J., García Jiménez, E., Lobato Fraile, C., & Pérez Boullosa, A. (2006). Modalidades de Enseñanza Centradas en el Desarrollo de Competencias. Obtenido de Universidad de Oviedo: <http://www.uniovi.es/publicaciones>
- Delors, J., Amagi, I., Carneiro, R., Chung, F., Geremek, B., Gorham, W., . . . Nanzhao, Z. (1997). *La educación encierra un tesoro: informe para la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo Veintiuno*. París: Unesco.
- Díaz Barriga, Á. (2006). El enfoque de competencias en la educación: ¿Una alternativa o un disfraz de cambio? . *Perfiles educativos*, 28(111), 7-36.
- Díaz-Barriga, Á. (2011). Competencias en educación. Corrientes de pensamiento e implicaciones para el currículo y el trabajo en el aula. *Revista iberoamericana de educación superior*, 2(5), 3-24.
- Escudero Muñoz, J. M. (2008). Las competencias profesionales y la formación universitaria: posibilidades y riesgos. *REDU. Revista de docencia universitaria*, 6(2), 1-20.
- Fabro, A. P., Gómez, P., & Costamagna, A. (2010). Propuesta B-Learning para la Enseñanza de Anatomía e Histología. *FABICIB*, 14(1), 56-69.
- Falcó Pegueroles, A. (2005). Orientar la asignatura de Anatomía y Fisiología hacia las competencias profesionales de enfermería. Propuesta de un proyecto docente. *Educación Médica*, 8(4), 208-215.

- Falicoff, C. B., Domínguez Castiñeiras, J. M., & Odetti, H. S. (2014). Competencia científica de estudiantes que ingresan y egresan de la Universidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 133-154.
- Fernández March, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI*(24), 35 - 56.
- Fernández March, A. (2010). La evaluación orientada al aprendizaje en un modelo de formación por competencias en la educación universitaria. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 8(1), 11 – 34.
- Galagovsky, L. R., & Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales: el concepto de " modelo didáctico analógico". *Enseñanza de las ciencias*, 19(2), 231-242.
- Gal-Iglesias, B., Busturia-Berrade, I. D., & Garrido-Astray, M. C. (2009). Nuevas metodologías docentes aplicadas al estudio de la fisiología y la anatomía: estudio comparativo con el método tradicional. *Educación médica*, 12(2), 117-124.
- Galván, S., Gastaldi, R., & Manuale, M. (2011). Enseñanza y evaluación de competencias en medicina veterinaria. *Aula Universitaria*, 1(13), 79-90.
- García-Hernández, F. (2003). Evaluación del Aprendizaje Práctico de la Anatomía Humana para Odontología en la Iniversidad de Antofagasta, Chile. *International Journal of Morphology*, 21(1), 43-47.
- González, J. W., & Wagenaar, Y. (2003). *Tuning Educational Structures in Europe. Informe Final. Fase Uno*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- González, J., Wagenaar, R., & Beneitone, P. (2004). Tuning-América Latina: un proyecto de las universidades. *Revista iberoamericana de educación*, 35(1), 151-164.
- Gutierrez, N., & Zalba, E. (2010). Educación Basada en Competencias. Desarrollos conceptuales y experiencias en la Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza: EDIUNC.
- Inzunza, O., D'Acuña, E., & Bravo, H. (2003). Evaluación práctica de anatomía. Rendimiento de los alumnos de primer año de medicina ante distintas formas de preguntar. *International Journal of Morphology*, 21(2), 131-136.

- Jimenez, P., & Sanmartí, N. (1997). ¿Qué ciencia enseñar?: objetivos y contenidos en la educación secundaria. En L. Del Carmen, *Cuadernos de formación de profesores*. Barcelona: ICE/horsori.
- Le Boterf, G. (2001). *Ingeniería de las competencias*. Barcelona: Gestión 2000/EPISE.
- López Farías, B., Sandoval Marchant, C., Giménez Mon, A., & Rosales Villarroel, P. (2011). Valoración de la Actividad de Modelos Anatómicos en el Desarrollo de Competencias en Alumnos Universitarios y su Relación con Estilos de Aprendizaje, Carrera y Sexo. *International Journal of Morphology*, 29(2), 568-574.
- Mastache, A. (2007). *Formar personas competentes. Desarrollo de competencias tecnológicas y psicosociales*. Buenos Aires: Noveduc Libros.
- Mérida Serrano, R., & García Cabrera, M. D. (2005). La formación de competencias en la Universidad. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*.
- Monereo, C. (2003). La evaluación del conocimiento estratégico a través de tareas auténticas. *Revista Pensamiento Educativo*(32), 71-89.
- Monereo, C., & Pozo, J. I. (2007). Competencias básicas. *Cuadernos de pedagogía*(370), 10-18.
- OCDE. (2005). *Definición y Selección de Competencias: Fundamentos Teóricos y Conceptuales*. Obtenido de [www.OECD.org/edu/statistics/deseco](http://www.OECD.org/edu/statistics/deseco).
- OCDE. (2006). *Programme of International Student Assesstement (PISA)*. Obtenido de <http://www.oecd.org/pisa/publicacionesdepisaenespaol.htm>
- Perkins, D. (1992). *La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*. Barcelona: Gedisa.
- Perrenoud, P. (2001). La formación de los docentes en el siglo XXI. *Revista de Tecnología educativa*, 14(3), 503-523.
- Perrenoud, P. (2006). *Construir competencias desde la escuela*. Santiago de Chile: Ediciones Noreste.
- Piaget, J. (1978). *La equilibración de las estructuras cognitivas*. Madrid: Siglo XXI.

- Portugal, H., Palma, P., Fraga, R., Riccetto, C., Zanettini, R., & Carias, L. (2011). Modelo pélvico sintético como uma ferramenta didática efetiva comparada à pelve cadavérica. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 35(4), 502-506.
- Rodríguez Gómez, G., Gil Flores, J., & García Jiménez, E. (1996). Metodología de la investigación cualitativa. Aljibe.
- Roe, R. (diciembre de 2003). ¿Qué hace competente a un psicólogo? *Papeles del Psicólogo*(86), 1-12.
- Schencke, C., & Hidalgo, A. (2011). Comparación de dos Softwares en Histología Humana, como Utilización Complementaria a la Enseñanza Tradicional. *International Journal of Morphology*, 29(4), 1388-1393.
- Secchi, M. A., León, N. R., Bordino, W., Turiella, R. G., & Navío, E. P. (2013). La enseñanza por competencias y sus resultados en el Instituto Universitario italiano de Rosario (IUNIR). *Revista Argentina de Educación Médica*, 6(1), 21-25.
- Tardif, J. (2003). Développer un programme par compétences: de l'intention à la mise en œuvre. *Pédagogie collégiale*, 16(3), 36-44.
- Tobón, S. (2008). La Formación Basada en Competencias en la Educación Superior: El Enfoque Complejo. Obtenido de Universidad Autónoma de Guadalajara:  
<http://www.regioncadereyta.org/app/download/2623355/Formaci%C3%B3n+basada+en+competencias.+Sergio+Tob%C3%B3n.pdf>
- Tobón, S., Pimienta Prieto, J., & García Fraile, J. (2010). Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias. México: Pearson Educación.
- Ventura, A. C., Palou, I., Széliga, C. N., & Angelone, L. M. (2014). Estilos de aprendizaje y enseñanza en ingeniería: una propuesta de educación adaptativa para primer año. *Revista Educación en Ingeniería*, 9(18), 178-189.
- Villa Sánchez, A., & Poblete Ruiz, M. (2004). Practicum y evaluación de competencias. *Profesorado, revista de currículum y formación del profesorado*, 8(2).
- Villardón Gallego, L. (2006). Evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de competencias. *Educatio Siglo XXI*(24), 57-76.

- Vygotski, L. S. (1988). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Buenos Aires: Crítica.
- Zabala, Z., & Arnau, L. (2007). 11 Ideas Clave. Cómo aprender y enseñar competencias. Barcelona: Graó.
- Zabalza, M. (2003). Competencias docentes del profesorado universitario: calidad y desarrollo profesional. Madrid: Narcea Ed.
- Zabalza, M. (2008). El espacio europeo de educación superior: innovación en la enseñanza universitaria. *Innovación Educativa*(18), 69-95.

**Anexo 1**

**Entrevistas a Expertos Disciplinarios**

Universidad Nacional del Litoral- Facultad de Bioquímica y Cs. Biológicas

Maestría en Didáctica de las Ciencias Experimentales

Proyecto de Tesis: “ENSEÑANZA DE LA ANATOMÍA ORIENTADA AL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN LA CARRERA DE BIOINGENIERÍA”

Entrevista focalizada al tema de las competencias académicas

Realizada a expertos disciplinares

Objetivo de la entrevista: recabar los conocimientos, opiniones y valores expresados por el entrevistado sobre el tema competencias específicas en el área Biológica a fin de contribuir al objeto de conocimiento de esta investigación.

Desarrollo de la entrevista

1-Interiorizar al entrevistado sobre:

❖ La hipótesis de trabajo:

“La enseñanza orientada al desarrollo de competencias en el área Biológica favorece el aprendizaje disciplinar comprensivo, posible de aplicarse a nuevas situaciones, a la vez que contribuye a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes”.

❖ El concepto de competencia al cual se adhiere:

Son capacidades complejas, que integran saberes teóricos, procedimentales y del contexto y que permiten adquirir y aplicar distintos saberes en el ámbito académico.

❖ Los objetivos del trabajo de investigación:

**Objetivo general**

- Investigar el valor de una intervención didáctica orientada al estímulo de competencias del área Biológica, en la carrera de Bioingeniería.

**Objetivo específico**

- Indagar acerca de las competencias académicas específicas para el aprendizaje de la Anatomía e Histología Humanas, cuyo desarrollo es necesario incentivar en los alumnos, para su disponibilidad permanente.

**Objetivos particulares**

- Identificar las competencias académicas a desarrollar por los estudiantes.
- Analizar indicadores de logro de las competencias académicas
- Lograr estrategias didácticas orientadas al desarrollo progresivo de las competencias académicas.
- Inferir resultados de las estrategias diseñadas.



2- Presentación al entrevistado de las competencias específicas seleccionadas:

- *Analiza modelos gráficos de estructuras anatómicas para obtener información y realizar inferencias que le permitan comprender dicha estructura.*
- *Relaciona morfología y función de las estructuras con las propiedades de los tejidos que las constituyen para realizar inferencias.*
- *Interpreta las imágenes de la anatomía humana provistas por la tecnología biomédica para ampliar su comprensión espacial.*
- *Domina la nomenclatura anatómica actual para interpretar la bibliografía e interrelacionarse con pares y docentes en lenguaje científico.*
- *Aplica los conocimientos histológicos y anatómicos para resolver problemas de la bioingeniería.*

### **Guía de preguntas de referencia**

-¿Cómo considera en general estas competencias para el aprendizaje de la Anatomía e Histología Humanas?

Experto disciplinar:

-¿Podría establecer un orden de importancia entre ellas?

Experto disciplinar:

-¿Considera que alguna de ellas no merece plantearse?

Experto disciplinar:

-¿Considera que falta plantear alguna?

Experto disciplinar:

-Desde el punto de vista didáctico, ¿establecería alguna secuencia para su enseñanza?

Experto disciplinar:

-Otras consideraciones que Ud. quiera hacer

Experto disciplinar:

### Entrevista realizada a Dr. Rodolfo Ávila

-¿Cómo considera en general estas competencias para el aprendizaje de la Anatomía e Histología Humanas?

Dr. Rodolfo Ávila: En general las competencias están muy bien planteadas.

-¿Podría establecer un orden de importancia entre ellas?

Dr. Rodolfo Ávila:

Sugiero el siguiente orden:

- *Relaciona morfología y función de las estructuras con las propiedades de los tejidos que las constituyen para realizar inferencias.*
- *Domina la nomenclatura anatómica actual para interpretar la bibliografía e interrelacionarse con pares y docentes en lenguaje científico.*
- *Analiza modelos gráficos de estructuras anatómicas para obtener información y realizar inferencias que le permitan comprender dicha estructura.*
- *Aplica los conocimientos histológicos y anatómicos para resolver problemas de la bioingeniería.*
- *Interpreta las imágenes de la anatomía humana provistas por la tecnología biomédica para ampliar su comprensión espacial.*

-¿Considera que alguna de ellas no merece plantearse?

Dr. Rodolfo Ávila: Considero que TODAS deben plantearse.

-¿Considera que falta plantear alguna?

Dr. Rodolfo Ávila: Conocer cuales son las tecnología usadas en bioingeniería.

-Desde el punto de vista didáctico, ¿establecería alguna secuencia para su enseñanza?

Dr. Rodolfo Ávila:

- *Relaciona morfología y función de las estructuras con las propiedades de los tejidos que las constituyen para realizar inferencias.*
- *Domina la nomenclatura anatómica actual para interpretar la bibliografía e interrelacionarse con pares y docentes en lenguaje científico.*
- *Analiza modelos gráficos de estructuras anatómicas para obtener información y realizar inferencias que le permitan comprender dicha estructura.*

- Conoce cuales son las tecnología usadas en bioingeniería.
- ***Aplica los conocimientos histológicos y anatómicos para resolver problemas de la bioingeniería.***
- ***Interpreta las imágenes de la anatomía humana provistas por la tecnología biomédica para ampliar su comprensión espacial.***

-Otras consideraciones que Ud. quiera hacer

Dr. Rodolfo Ávila: Los objetivos propuestos en el proyecto son viables mediante las competencias planteadas y contribuirían eficientemente para el aprendizaje de la Anatomía e Histología Humanas.

**Entrevista realizada a Dra. Stella Maris Galván**

-¿Cómo considera en general estas competencias para el aprendizaje de la Anatomía e Histología Humanas?

Dra. Galván:

Considero que si bien son pertinentes, estas son solo algunas de las competencias que deben ser promovidas mediante la enseñanza de anatomía e histología.

-¿Podría establecer un orden de importancia entre ellas?

Dra. Galván:

Establecería el siguiente orden jerárquico:

- Comprensión de la relación estructura-función en la anatomía.
- Reconocimiento y análisis de las propiedades físicas y químicas de los tejidos que constituyen órganos y estructuras.
- Comprensión espacial de las estructuras anatómicas.
- Resolución de problemas aplicando conocimientos histológicos y anatómicos.
- Análisis de un sistema biológico a partir de un modelo gráfico sencillo.
- Manejo de la nomenclatura anatómica actual.

-¿Considera que alguna de ellas no merece plantearse?

Dra. Galván:

Todas las planteadas son pertinentes, sólo que el análisis de un sistema biológico a partir de un modelo gráfico sencillo me parece demasiado simple.

-¿Considera que falta plantear alguna?

Dra. Galván:

Incluiría competencias vinculadas a la disección de estructuras anatómicas, preparación de cortes histológicos, reconocimiento de esas estructuras utilizando diferentes tecnologías (de disección o medios ópticos, según corresponda). Además, estimularía el desarrollo de competencias para búsqueda de información, redacción de informes, defensa de informes, entre otras.

-Desde el punto de vista didáctico, ¿establecería alguna secuencia para su enseñanza?

Dra. Galván:

En mi experiencia profesional he optado siempre por comenzar el desarrollo de conceptos morfológicos, desde lo general a lo específico. Además, resulta muy motivador para los alumnos articular la morfología con los aspectos funcionales de la estructura abordada. Lo mismo propongo con la enseñanza aplicada de la morfología en la resolución de situaciones problemáticas

-Otras consideraciones que Ud. quiera hacer

Dra. Galván:-

### **Entrevista realizada a Mg. Ana Fabro**

-¿Cómo considera en general estas competencias para el aprendizaje de la Anatomía e Histología Humanas?

Mg. Ana Fabro: El término competencias fue utilizado durante muchos años en relación fundamentalmente con los desempeños procedimentales que debían adquirir los alumnos al abordar tal o cual temática. Con el tiempo el término fue ampliándose utilizándose en el sentido en que se aplica en el presente trabajo de tesis, es decir abarcando también desempeños de comprensión, resolución de problemas, y todas aquellas actividades que generen pensamientos de orden superior.

-¿Podría establecer un orden de importancia entre ellas?

Mg. Ana Fabro:

En el aprendizaje de la Anatomía resulta muy difícil establecer un orden de importancia respecto de las competencias que deben desarrollar los alumnos, por cuanto las citadas precedentemente generalmente se adquieren de manera integrada, y sin poder establecer límites entre ellas. Sin embargo como prioridades el alumno debe comprender la estructura espacial de un órgano, ya sea a través de la observación directa del mismo, o a partir de un modelo tridimensional, o por medio de un modelo gráfico sencillo.

A partir de la comprensión espacial macroscópica debe poder entender la estructura microscópica del mismo, integrando la anatomía, con la Histología y la función.

En una etapa más avanzada debe poder integrar los conocimientos ya adquiridos con las propiedades físicas y químicas de los tejidos que constituyen órganos y estructuras y resolver problemas integradores que abarquen las temáticas mencionadas.

Durante todo el proceso y en forma transversal al desarrollo de las competencias señaladas debe adquirir una adecuada terminología anatómica, histológica y fisiológica.

-¿Considera que alguna de ellas no merece plantearse?

Mg. Ana Fabro: Por lo expuesto precedentemente considero que todas las competencias planteadas son importantes.

-¿Considera que falta plantear alguna?

Mg. Ana Fabro:

Considero de suma importancia para el aprendizaje de la Anatomía, que el alumno pueda no solo entender modelos, sino que sea capaz de construir modelos anatómicos (gráficos con lápiz y papel; modelos tridimensionales en distintos materiales etc.etc.).

-Desde el punto de vista didáctico, ¿establecería alguna secuencia para su enseñanza?

Mg. Ana Fabro: La secuencia que propondría está respondida en la pregunta número 2.

-Otras consideraciones que Ud. quiera hacer

Mg. Ana Fabro:

Simplemente agradecer por solicitarme expresar mi opinión respecto de estas cuestiones tan importantes para nuestro diario quehacer docente. Muchas gracias.

**Anexo 2**

**Guía de Actividades propuestas a los alumnos**



## Anexo 2

Facultad de Ingeniería de la UNER  
Cátedra de Histología y Anatomía

### **Sistema Ósteo-artro muscular humano**

Guía orientadora para su estudio

#### Objetivo general

Conocer y comprender el sistema ósteo-artro muscular humano a través de la realización de actividades propias de la metodología científica y valorar la importancia de su conocimiento para el bioingeniero.

#### Objetivos particulares

- Analizar e interpretar modelos del sistema ósteo-artro muscular humano
- Relacionar las propiedades físicas y químicas de los tejidos que constituyen sus estructuras
- Comprender las relaciones topográficas entre los componentes del sistema
- Comprender la relación entre la morfología y la función
- Resolver problemas de la bioingeniería utilizando los conocimientos adquiridos
- Conocer, comprender y aplicar la terminología específica
- Obtener información de diversas fuentes
- Aplicar los conocimientos a situaciones cercanas a las reales
- Desarrollar actitud responsable hacia el trabajo en equipo y el juicio crítico

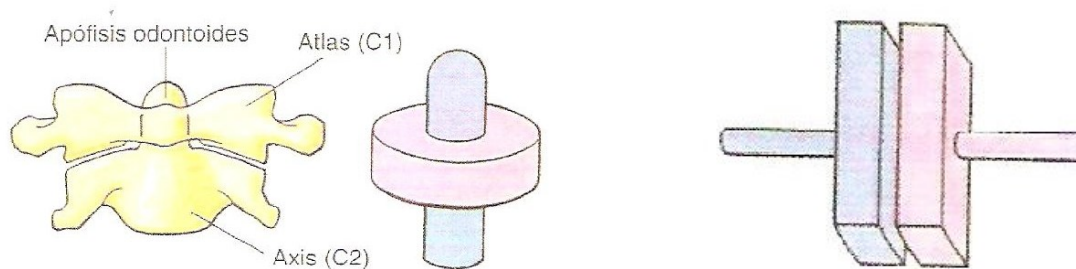
Materiales: modelo de esqueleto humano en tamaño natural, piezas óseas naturales de las distintas regiones incluyendo cortes de las mismas que permiten ver su interior, libros de texto, atlas fotográficos, imágenes provistas por la tecnología biomédica (placas radiográficas, de tomografía axial computada y de resonancia nuclear magnética)

*Realice las siguientes actividades en grupos de entre 3 y 4 integrantes **utilizando los materiales a su disposición**. Luego, y utilizando siempre la terminología específica, comunique sus conclusiones al resto de la clase.*

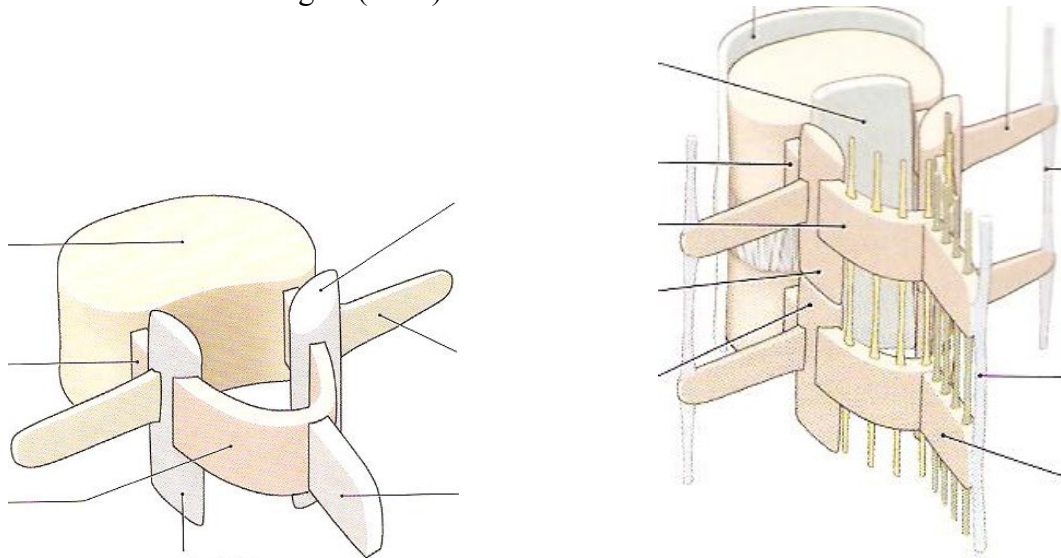
#### **Columna vertebral**

- 1- Identifique las distintas estructuras de la región en el material natural, en los modelos 3D y en las imágenes de diferentes vistas y planos de cortes.
- 2- a- Analice los modelos que se presentan a continuación y compárelos con el material natural:

## Anexo 2



Tomados de: Moore Agur. (2003). Fundamentos de Anatomía. 2º Ed. Panamericana.



Tomados de: Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U. (2011). Prometheus. Atlas de Anatomía. Panamericana.

b- Construya un modelo gráfico a partir de la siguiente información:

*\*el ileocostal es un músculo profundo, que tiene origen en la masa lumbar común y se inserta en las apófisis espinosas sacras y lumbares, las costillas y las apófisis transversas cervicales. Compare el modelo que construyó con el de los textos.*

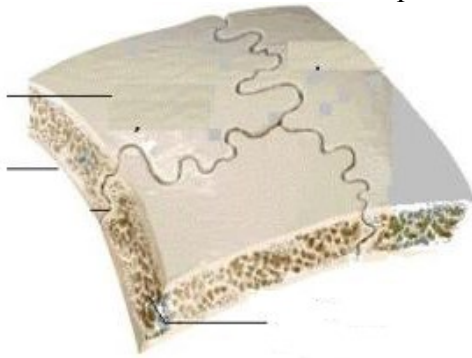
- 3- Indague respecto a la constitución y funciones de los elementos que forman la columna vertebral.
- 4- Relacione la función de las diferentes estructuras con las características de los tejidos que las forman.
- 5- Establezca relaciones entre la forma, la función y las propiedades de los tejidos que forman cada una de las estructuras del sistema en estudio.
- 6- Compare las vértebras de las distintas regiones. Infiera las razones de estas diferencias.
- 7- Relacione los movimientos que realiza la columna en su conjunto y entre las vértebras con las diferentes articulaciones que lo permiten.
- 8- Ubique y compare los ligamentos que refuerzan las articulaciones de la columna.

## Anexo 2

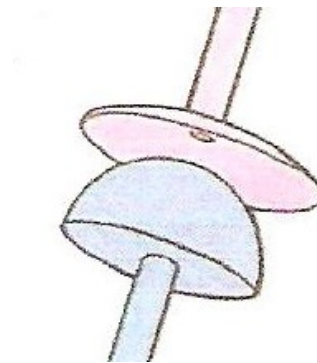
- 9- Localice e identifique los músculos que mantienen la postura de la columna y generan los distintos movimientos. Ubique sus inserciones.

### Cabeza

- 1- Identifique las distintas estructuras de la región en el material natural, en los modelos 3D y en las imágenes de diferentes vistas y planos de cortes.  
2- a- Analice los modelos que se presentan a continuación:



Tomado de: Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U. (2011). Prometheus. Atlas de Anatomía. Panamericana.



Tomado de: Moore Agur. (2003). Fundamentos de Anatomía. 2º Ed. Panamericana.

Compárelos con el material natural

b- Construya un modelo gráfico a partir de la siguiente información:

*\*el músculo masetero posee una inserción en el arco cigomático, la porción superficial se extiende hasta insertarse en el ángulo de la mandíbula y la profunda lo hace en la superficie externa de la rama ascendente de la mandíbula.*

*\*Músculos de la mímica: risorio y orbiculares de los labios*

Compare los modelos que construyó con los de los textos.

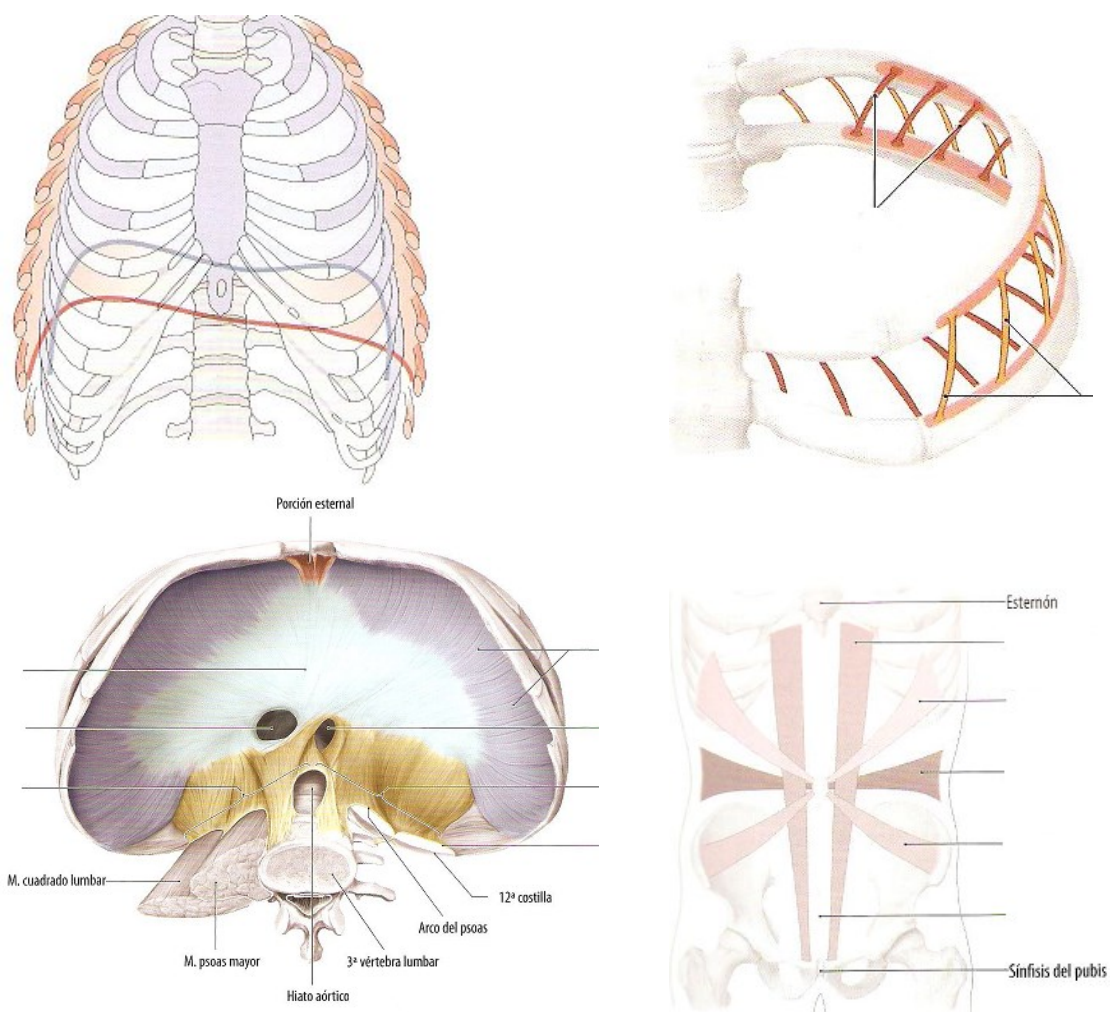
- 3- Indague respecto a la estructura y funciones de los elementos del SOAM que forman la cabeza.
- 4- Relacione la función de las diferentes estructuras con las características de los tejidos que las forman.
- 5- Establezca relaciones entre la forma, la función y las propiedades de los tejidos que forman cada una de las estructuras del sistema en estudio.
- 6- Identifique las articulaciones que permiten mover la cabeza en su conjunto. Relacione estos movimientos con la forma de las articulaciones y los elementos que las forman.
- 7- Localice e identifique los músculos que permiten mover la cabeza. Ubique sus inserciones.

- 8- Identifique las articulaciones que permiten mover la mandíbula. Relacione estos movimientos con la forma de las articulaciones y los elementos que las forman.
- 9- Localice e identifique los músculos que permiten mover la mandíbula. Ubique sus inserciones.

Anexo 2

## Tórax y Abdomen

- 1- Identifique las distintas estructuras de la región en el material natural, en los modelos 3D y en las imágenes de diferentes vistas y planos de cortes.
- 2- a- Analice los modelos que se presentan a continuación y compárelos con el material natural:



Tomados de: Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U. (2011). Prometheus. Atlas de Anatomía. Panamericana.

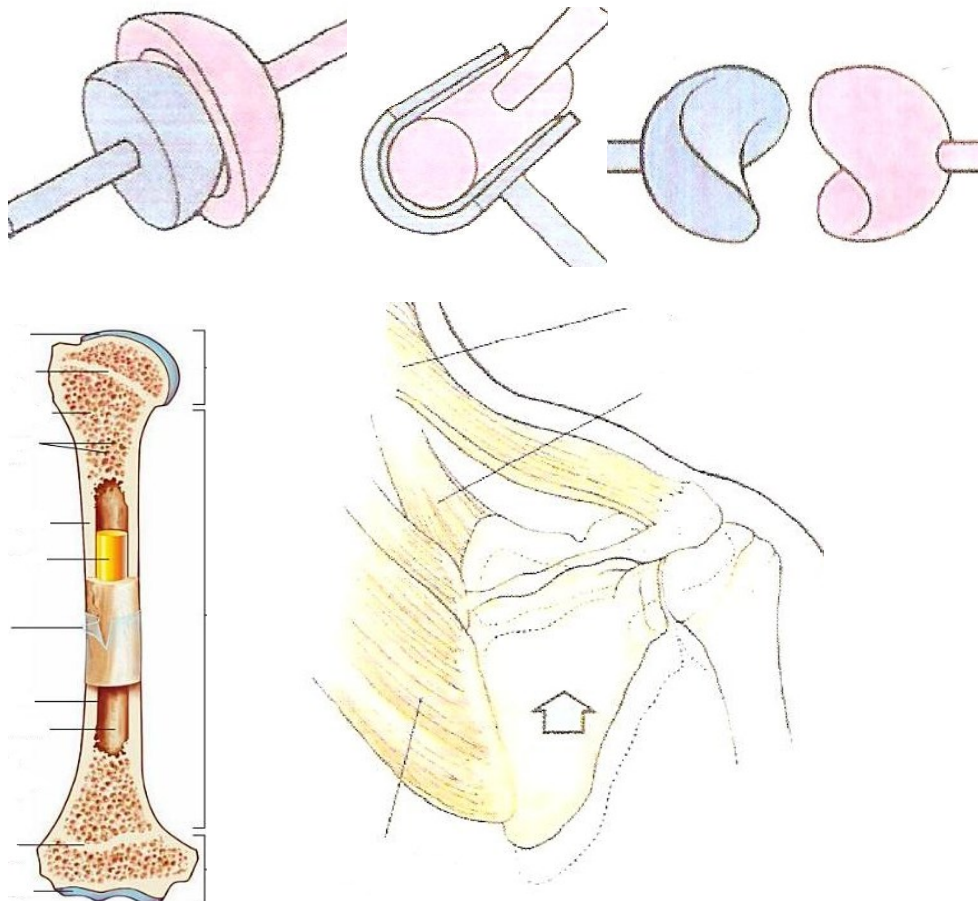
b- Construya un modelo gráfico a partir de la siguiente información:

*\*El músculo psoas tiene origen en las apófisis transversas de las vértebras lumbares y se inserta en el trocánter menor del fémur.*

- 3- Infiera su acción. Compare el modelo que construyó con el de los textos
- 4- Indague respecto a la estructura y funciones de los elementos del SOAM que forman las paredes torácica y abdominal.
- 5- Relacione la función de las diferentes estructuras con las características de los tejidos que las forman.
- 6- Establezca relaciones entre la forma, la función y las propiedades de los tejidos que forman cada una de las estructuras del sistema en estudio.
- 7- Identifique las articulaciones que permiten los movimientos de las costillas. Relacione estos movimientos con la forma de las articulaciones y los elementos que las forman.
- 8- Localice e identifique los músculos que permiten mover las costillas. Ubique sus inserciones.

### Cintura escapular y miembro superior

- 1- Identifique las distintas estructuras de la región en el material natural, en los modelos 3D y en las imágenes de diferentes vistas y planos de cortes.
- 2- a- Analice los modelos que se presentan a continuación:



Tomados de: Moore Agur. (2003). Fundamentos de Anatomía. 2º Ed. Panamericana.



Compárelos con el material natural

b- Construya un modelo gráfico a partir de la siguiente información:

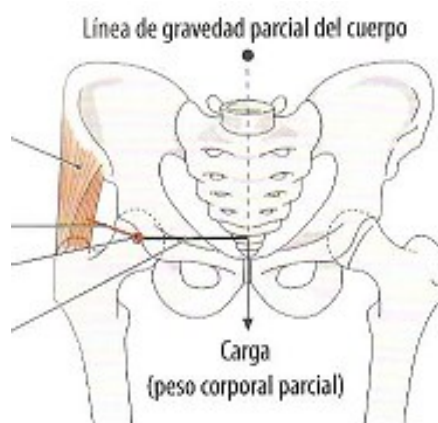
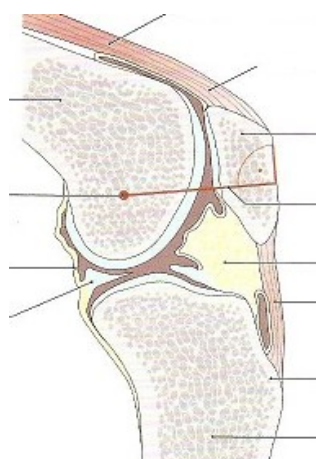
*\*El braquial anterior tiene su origen en la impresión deltoidea del húmero y se inserta en la apófisis coronoides del cúbito.*

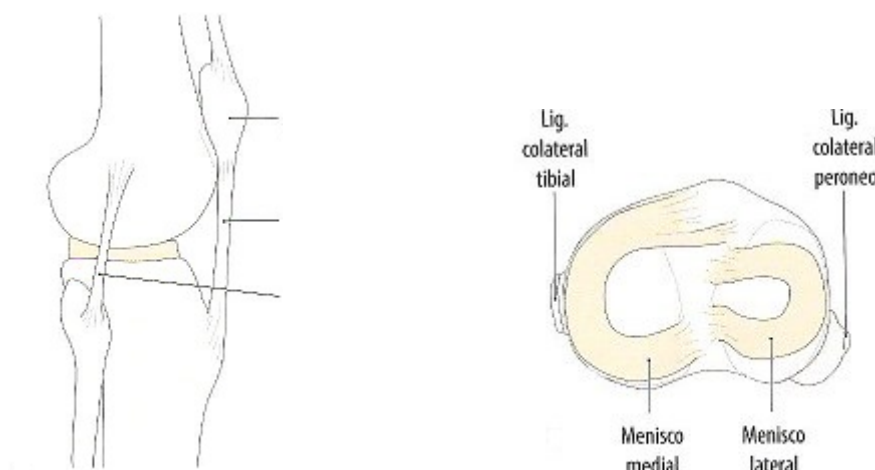
Infiera su acción. Compare el modelo que construyó con el de los textos.

- 3- Indague respecto a la constitución y funciones de los elementos que forman la cintura escapular y el miembro superior.
- 4- Relacione la función de las diferentes estructuras con las características de los tejidos que las forman.
- 5- Establezca relaciones entre la forma, la función y las propiedades de los tejidos que forman cada una de las estructuras del sistema en estudio.
- 6- Relacione los movimientos que realiza la cintura escapular, el brazo, el antebrazo y la mano con las diferentes articulaciones que lo permiten.
- 7- Ubique los ligamentos que refuerzan las articulaciones.
- 8- Localice e identifique los músculos que generan los distintos movimientos. Ubique sus inserciones.
- 9- Actividades de aplicación:
  - a- Infiera qué consecuencia podría tener una fractura ósea en un niño que comprometa el cartílago de crecimiento.
  - b- Teniendo en cuenta las curvaturas y superficie de la cavidad glenoidea y de la superficie articular de la cabeza del húmero, podría esperarse que fuera una articulación que sufriera luxaciones con más frecuencia de lo que ocurren. Infiera razones desde la anatomía.

### Cintura pélvica y miembro inferior

- 1- Identifique las distintas estructuras de la región en el material natural, en los modelos 3D y en las imágenes de diferentes vistas y planos de cortes.
- 2- a- Analice los modelos que se presentan a continuación:





Tomados de: Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U. (2011). Prometheus. Atlas de Anatomía. Panamericana.

Compárelos con el material natural

b- Construya un modelo gráfico a partir de la siguiente información:

*\*El cuádriceps crurales un músculo formado por cuatro porciones, que tienen sus orígenes en: la espina iliaca antero inferior, el trocánter mayor, la línea áspera y la cara anterior del fémur y se inserta en la rótula y luego en la tuberosidad anterior de la tibia.*

Infiera su acción. Compare el modelo que construyó con el de los textos.

- 3- Indague respecto a la constitución y funciones de los elementos que forman la cintura pélvica y el miembro inferior.
- 4- Relacione la función de las diferentes estructuras con las características de los tejidos que las forman.
- 5- Establezca relaciones entre la forma, la función y las propiedades de los tejidos que forman cada una de las estructuras del sistema en estudio.
- 6- Relacione los movimientos que realiza la cintura pélvica, el muslo, la pierna y el pie con las diferentes articulaciones que lo permiten.
- 7- Ubique los ligamentos que refuerzan las articulaciones.
- 8- Localice e identifique los músculos que generan los distintos movimientos. Ubique sus inserciones.
- 9- Actividades de aplicación:
  - a- Infiera dónde se encuentran los músculos que limitan la flexión de la cadera.
  - b- ¿Qué consecuencias tendrá la rotura de los ligamentos cruzados en la rodilla?

**Anexo 3**

**Tablas de registros según niveles -*Rubricas*-**















*Anexo 4*

*Encuesta a alumnos*

FIUNER- Cátedra de Histología y Anatomía

Actividad: tratamiento de situaciones problema para su resolución

Encuesta a alumnos

Responde colocando una cruz en el casillero correspondiente, según tu opinión:

		si	si, parcialmente	no
1	¿Crees que la actividades desarrolladas en el tema SOAM te favorecieron el aprendizaje ?			

		aprendizaje de conceptos	búsqueda de información	trabajo en equipo	planificación de tareas	conocer aplicaciones concretas de los contenidos de la asignatura	otros (decir cuáles)
2	Si la respuesta anterior es afirmativa: ¿en cuáles aspectos ?						
3	Si la respuesta anterior es negativa: ¿en cuáles aspectos?						
4	Otras opiniones que quieras expresar:						



**Anexo 5**

**Tratamiento de situaciones problema**

## Anexo 5

*Facultad de Ingeniería de la UNER*

*Histología y Anatomía*

### **Tratamiento de situaciones problema**

Será necesario:

Analizar el problema, ahondar en su comprensión, definirlo con sus propias palabras.

Revisar y seleccionar los contenidos teóricos pertinentes y necesarios para su tratamiento orientado a su resolución.

Diseñar un camino de resolución. Plantear una hipótesis.

Confeccionar un informe con los resultados obtenidos y evaluarlos.

Exponer el trabajo realizado al resto de la clase.

Actividad a realizar en grupos de entre 3 y 4 alumnos.

A cada uno de los grupos se le asigna uno de los siguientes problemas para trabajar en horario extra áulico y en los encuentros tutoriales. Una vez lo han resuelto y presentado sus resultados en forma escrita y oral, se le asigna un nuevo problema, seleccionando un caso diferente, en cuanto a la situación y estructuras implicadas, para que su tratamiento orientado a la resolución no se base en un algoritmo memorizado sino en la adquisición, integración y aplicación de saberes teóricos, procedimentales y del contexto.

#### **Problemas**

- I) En el aeropuerto, Juan, de 70 años, se agacha para levantar sus valijas y colocarlas en la balanza que acusa un peso excesivo. Inmediatamente sufre un dolor intenso en la zona lumbar que se irradia a la cara posterior del miembro inferior derecho. ¿Qué puede haberle ocurrido? ¿Cuáles pueden ser las estructuras afectadas?
- II) Usted es Bioingeniero y desempeña actividades en un grupo profesional interdisciplinario en una clínica de rehabilitación neuromuscular. Están trabajando en un equipamiento para estimular los músculos esqueléticos que le permitan a un paciente mantenerse de pie ¿Qué conocimientos histológicos y anatómicos necesita aplicar?
- III) Lucas es un niño de 3 años, que mientras jugaba recibe un fuerte tirón desde la muñeca. Lloro por el dolor en el codo, el cual queda semi-flexionado, con la palma de

la mano hacia arriba. Le realizan una placa radiográfica que no muestra fracturas óseas. ¿Qué puede haberle ocurrido y cuáles pueden ser las estructuras afectadas?

- IV) Usted está próximo a obtener el título de Bioingeniero. Le resta realizar su proyecto final y ha elegido el tema: diseño de una prótesis para la articulación de la cadera. Desde la Histología y Anatomía, ¿qué conocimientos necesita tener en cuenta?
- V) Una mujer de 80 años, tropieza y cae de rodillas, pegando en el piso con las palmas de las manos. Inmediatamente sufre un intenso dolor en una de sus muñecas, que presenta una convexidad dorsal anormal. ¿Qué puede haberle ocurrido? ¿Cuáles pueden ser las estructuras afectadas?
- VI) Usted es Bioingeniero y desempeña actividades en un grupo que se avoca a diseñar una prótesis total de rodilla y estudiar su eficiencia mecánica. ¿Qué conocimientos Anatómicos e Histológicos deberá tener en cuenta?
- VII) Susana, de 30 años, trabaja hace 15 en una oficina, escribiendo con una computadora varias horas al día. El monitor está muy por debajo de la línea de sus ojos por lo que adopta una posición encorvada y no apoya sus antebrazos. En forma aguda presenta dolor en el cuello que se irradia en dirección al brazo y hormigueo en el hombro. ¿Qué puede haberle ocurrido? ¿Cuáles pueden ser las estructuras afectadas?
- VIII) Durante un partido de rugby, un jugador del equipo de la Facultad, cae sobre su hombro derecho sin soltar el balón, debe dejar la cancha por el dolor. Cuando lo revisan, observan en el hombro un relieve duro que desciende cuando se presiona y vuelve a aparecer cuando la presión cesa. ¿Qué estructuras se pueden haber afectado?