

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL

Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas



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

**“Uso del entorno virtual como una estrategia que
contribuya a la observación de experimentos en una
primera asignatura de química universitaria”**

MAESTRANDO: LIC Y PROF EN QUÍMICA ADRIANA MABEL ACOSTA

DIRECTORA: MG ESTER OCAMPO

CODIRECTORA: MG ESTER ELIA RUDA

***Lugar de realización: Laboratorio de Química General - Departamento de
Química- Facultad de Ingeniería Química – Universidad Nacional del Litoral***

-AÑO 2014-

Agradecimientos

Gracias a mis adorados hijos, que gracias a ellos siempre tengo fuerzas para seguir luchando.

Gracias a mi esposo, que hace 25 años está a mi lado y juntos peleamos cada día para construir un futuro hermoso.

Gracias a mis padres, que gracias a dios los tengo a mi lado, compartiendo más alegrías que tristezas.

Agradezco a Mg. Ester Ocampo por haber confiado en mi persona, por la paciencia y por la dirección en este trabajo. A mi co-directora Mg. Ester Ruda por acompañarme siempre.

Gracias a Eduardo por su colaboración en el armado de la tesis.

Índice

	<i>Página</i>
Índice de figuras	2
Índice de tablas	3
Abreviaturas y símbolos	4
Resumen en español e inglés	5
Fundamento y marco teórico	7
Ciencia y conocimiento	7
El método científico y la enseñanza de las ciencias	12
La observación de experimentos	15
Desarrollo de competencias en la enseñanza de la química en la asignatura Química General	19
Uso de TICS para el mejoramiento del desarrollo de la competencia de observación en química	22
Objetivos e hipótesis	33
Objetivo general	33
Objetivos específicos	33
Hipótesis	33
Diseño Experimental	34
Población	34
Unidad de análisis	34
Tipo de investigación, variables y metodología del registro de datos	34
Análisis de datos y validación de la investigación	40
Alcance de la investigación	40
Resultados	41
Conclusiones	74
Líneas de investigación posibles a partir de este trabajo	77
Bibliografía	78
Anexo 1: Respuestas de los alumnos en la actividad 1	81
Anexo 2: Respuestas de los alumnos en la actividad 2	94
Anexo 3: Respuestas de los alumnos en la actividad 3	98

Índice de figuras

	<i>Página</i>
Figura 1: Relación entre premisas, verdades, creencias y conocimiento	7
Figura 2: Relación entre teoría y experiencia	8
Figura 3: Representación de las posiciones de Kuhn y Popper	10
Figura 4: Enfoques del cambio educativo en el marco de las TICs (Gallego Arrufat y otros, 2005)	23
Figura 5: Percepción y elementos de la imagen	24
Figura 6: Acciones previstas en la investigación	35
Figura 7: Errores e inconsistencias	70
Figura 8: Descripción de estados transientes	70
Figura 9: Descripción del producto	70

Índice de tablas

	<i>Página</i>
Tabla 1: Matriz de datos	38
Tabla 2: Registro de datos para cada variable	39
Tabla 3: Matriz de datos para la experiencia 1 y la actividad 1A según el diseño experimental	41
Tabla 4: Registros obtenidos en la actividad 1A (R1A)	42
Tabla 5: Matriz de datos para la actividad 1B según el diseño experimental	43
Tabla 6: Registros obtenidos en la actividad 1B (R1B-a)	44
Tabla 7a: Registro de conceptos utilizados por los alumnos en la actividad 1B (R1B-ba)	45
Tabla 7b: Registro de expresiones utilizadas por los alumnos en las respuestas a las consignas 1 y 2 (R1B-bb)	45
Tabla 7c: Registro de palabras clave explicitadas por los alumnos en las respuestas a la consigna 3 (R1B-bc)	51
Tabla 7-d. Registros de esquemas (R1B-bd)	52
Tabla 8: Matriz de datos para la experiencia 2 y la actividad 2 según el diseño experimental	53
Tabla 9a: Registro de conceptos utilizados por los alumnos en la actividad 2 (R2-a)	55
Tabla 9b: Registro de expresiones utilizadas por los alumnos en la resolución de la actividad 2 (R2-b)	55
Tabla 10: Matriz de datos para la experiencia 3 y la actividad 3A según el diseño experimental	59
Tabla 11: Registros obtenidos en la actividad 3A (R3A-a))	60
Tabla 12 Registro de conceptos utilizados por los alumnos en la actividad 3 (R3A-ba)	61
Tabla 13: Matriz de datos para la actividad 3B según el diseño experimental	61
Tabla 14: Registros obtenidos en la actividad 3B (R3B)	62
Tabla 15: Registro de expresiones utilizadas por los alumnos en la resolución de la actividad 3 (R3)	63
Tabla 16: Palabras clave utilizadas en las tres experiencias	67
Tabla 17: Errores e inconsistencias detectados en las tres experiencias	68
Tabla 18: Supuestos explicitados en las tres experiencias	68
Tabla 19: Resumen de resultados	72
Tabla 20: Conclusiones de la indagación sobre la competencia de observación	74

Abreviaturas y símbolos

b-learning	Blended learning (aprendizaje semipresencial)
CONFEDI	Consejo Federal de Decanos de Ingeniería
e-learning	Electronic learning (aprendizaje electrónico)
FIQ	Facultad de Ingeniería Química
Moodle	Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (Entorno de aprendizaje dinámico orientado a objetos y modular)
TICs	Tecnologías de la información y de la comunicación
UNL	Universidad Nacional del Litoral

Resumen

La falta de experiencia en el trabajo de laboratorio de los alumnos ingresantes se traduce en fallas de la observación, para suplir esto, es posible utilizar una plataforma virtual que los familiarice con situaciones experimentales y con modelos químicos. El objetivo general del trabajo fue indagar acerca de la estrategia de utilización del entorno virtual para el desarrollo de la competencia específica de observación de experimentos en la asignatura Química General de la carrera de Licenciatura en Química de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral. Como unidad de análisis, se tomó a un conjunto de treinta (30) alumnos, seleccionados al azar y distribuidos en dos grupos, con sus correspondientes docentes responsables (dos docentes). La metodología de trabajo implicó la realización de tres experiencias seleccionadas a tal fin y cinco actividades, con sus correspondientes registros. Se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo, con énfasis en la evolución de los supuestos, inconsistencias y conceptualizaciones de las respuestas de los alumnos. Se pudo corroborar que la utilización previa de un video especialmente seleccionado mejora la observación de la experiencia en el laboratorio y que, a medida que los alumnos ampliaban sus conocimientos, disminuyeron los supuestos no fundamentados y se fueron transformando en predicciones macroscópicas primero (sustancias reconocidas por sus propiedades organolépticas) y microscópicas después (modelo de sustancias). Las actividades experimentales de Química General se rediseñaron incluyendo imágenes, simulaciones y videos para contribuir a la mejora de la adquisición de competencias específicas.

Summary

The lack of experience in laboratory work of freshmen leads to breakdowns of observation, to fix this; we can use a virtual platform with experimental situations and chemical models. The aim of this paper was to investigate about the strategy of using the virtual environment for the development of specific skill, experimental observation in a General Chemistry course, of Bachelor in Chemistry of Faculty of Chemical Engineering, National University of Litoral. As a unit of analysis, we took a set of thirty (30) students randomly selected and divided into two groups, with their teachers (two teachers). The methodology involved conducting three experiences selected for this purpose and five activities, with corresponding records. We performed a qualitative and quantitative analysis, with emphasis on the evolution of the assumptions, inconsistencies, and conceptualizations of student responses. It can be conclude that the prior use of a specially selected video improves the laboratory experience observation and, as the students expanded their knowledge, decreased unsubstantiated assumptions and predictions were transformed into macroscopic first (substances recognized by their organoleptic properties) and microscopic later (model substances). General Chemistry experimental activities were redesigned including images, simulations and videos to help improve the acquisition of specific skills.

Fundamentos y marco teórico

Ciencia y conocimiento

La epistemología estudia problemas filosóficos relacionados con la teoría del conocimiento, esto es, con la generación y validación del conocimiento científico. Por lo tanto incluye el análisis de premisas, verdades, falacias, creencias y de la diferencia entre conocimiento intuitivo y conocimiento científico. En ese contexto, en la figura 1 se muestra una representación del conocimiento.

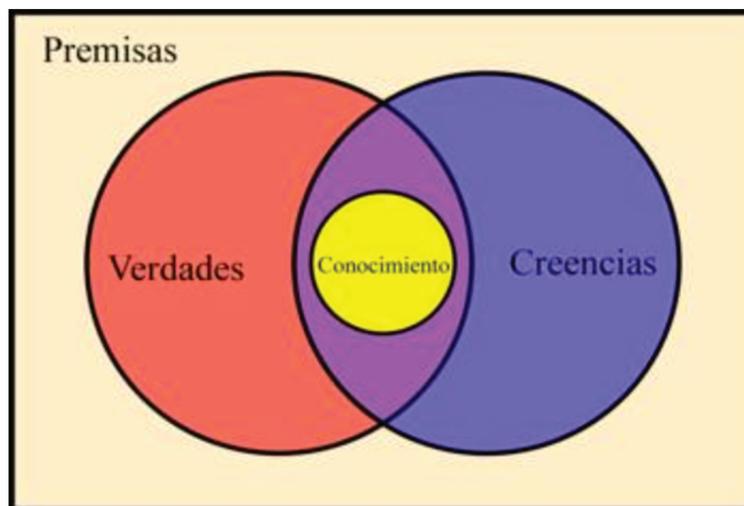


Figura 1: Relación entre premisas, verdades, creencias y conocimiento

Uno de los epistemólogos que más se dedicó al estudio del lenguaje científico fue Carl Hempel (1987) quien afirmaba: “al conocimiento científico no se llega aplicando un procedimiento inductivo de inferencia a datos recogidos con anterioridad, sino más bien mediante el llamado método de hipótesis, es decir, inventando hipótesis a título de intentos de respuesta o un problema en estudio y sometiendo luego estas a la contrastación empírica “.

Dos de los principales epistemólogos de Argentina, Mario Bunge y Gregorio Klimovsky, coinciden en que la ciencia es un conjunto de conocimientos, aunque con diferentes enfoques.

Klimovsky (1994) sostiene que la ciencia es un conjunto de conocimientos y que responde a una búsqueda intencionada, obedeciendo a un planteamiento donde se utilizan procedimientos metódicos con pretensión de validez. Afirma: “la ciencia nos sirve y es útil, pues valiéndonos de ella podemos tratar de comprender el mundo, sus fenómenos observables o perceptibles de una forma racional, lógica y sistemática...La tarea de comprender qué es la ciencia importa porque a la vez es comprender nuestra época, nuestro destino y, en cierto modo, comprendernos a nosotros mismos. Desde un punto de vista estrecho, que deja de lado la actividad de los hombres de ciencia y los medios de producción del conocimiento científico, podemos decir que la ciencia es fundamentalmente un acopio de conocimiento, que utilizaremos para comprender el mundo y modificarlo”.

Klimovsky también afirma que una teoría científica se construye para explicar algo que intriga, para resolver algún problema o para responder algún cuestionamiento acerca de la naturaleza. Es por ello que en ciencia, problema y teoría están íntimamente ligados.

En la figura 2 se esquematiza una visión de la relación entre teoría y experiencia.

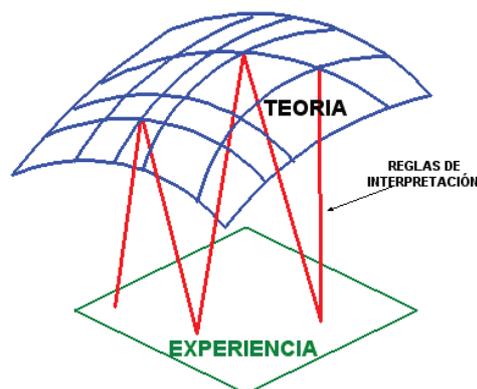


Figura 2: Relación entre teoría y experiencia

En 1954 Hans Reichenbach diferenció el “contexto del descubrimiento” (que podía parecer irracional) y el “contexto de la justificación” (que hace desaparecer la incongruencia y la arbitrariedad). En el primer contexto se formulan las hipótesis o las teorías, mientras que en el segundo contexto se incluyen las cuestiones de validación, que determinan si el descubrimiento

realizado es verdadero o no. Cuatro décadas más tarde, Klimovsky (1994) agregó el “contexto de aplicación”, en el que se discuten las aplicaciones del conocimiento científico, su utilidad, su beneficio o perjuicio para la comunidad o la especie humana” y agregó: ...”las discusiones epistemológicas pueden llevarse a cabo en cualquiera de los tres contextos, lo cual motiva el problema de analizar la eventual relación entre ellos”.

Para Bunge (1997), la ciencia es el resultado del proceso mediante el cual se obtiene el conocimiento (investigación) y es una actividad social ya que se hace entre varios científicos, y no individualmente. La ciencia también es rigurosa ya que tiene un lenguaje y un método en común a seguir.

Con respecto a la formación epistemológica del que hace ciencia, Bunge (1997) plantea que la misma posibilita que el científico pueda mejorar la estrategia de la investigación, al proceder con mayor cuidado en el planeamiento de los experimentos o de los cálculos y en la formulación de las hipótesis, así como en la evaluación de las consecuencias de unos y otras. La epistemología no ayuda a medir ni a resolver ecuaciones, pero sí a ubicar estas operaciones en el proceso de la investigación.

Bunge (1997) afirma que el conocimiento científico de la realidad es objetivo, que verifica la adaptación de las ideas a los hechos recurriendo a una relación especial con los hechos (observación y experimento), intercambio que es controlable y hasta cierto punto reproducible. Afirma que:”ambos rasgos de la ciencia fáctica, la racionalidad y la objetividad, están íntimamente soldados. Así, por ejemplo, lo que usualmente se verifica por medio del experimento es alguna consecuencia —extraída por vía deductiva— de alguna hipótesis; otro ejemplo: el cálculo no sólo sigue a la observación sino que siempre es indispensable para planearla y registrarla“.

Flichman y Pacífico (1995) analizan las diferentes posiciones de Popper y Kuhn, que dan origen a la discusión epistemológica actual.

Popper (1994) considera que el progreso científico no se produce por acumulación de observaciones sino por “el repetido derrocamiento de teorías científicas y su reemplazo de otras mejores o más satisfactorias”. La ciencia para Popper es un conocimiento hipotético y conjetural.

Kuhn (1988) define a un paradigma como “una completa constelación de creencias, valores y técnicas compartidas por los miembros de una comunidad” y considera que “las sucesivas transiciones de un paradigma a otro vía alguna revolución, es el patrón de desarrollo usual de la ciencia madura”.

En la figura 3 se representan las diferencias entre las posiciones de Kuhn y Popper.

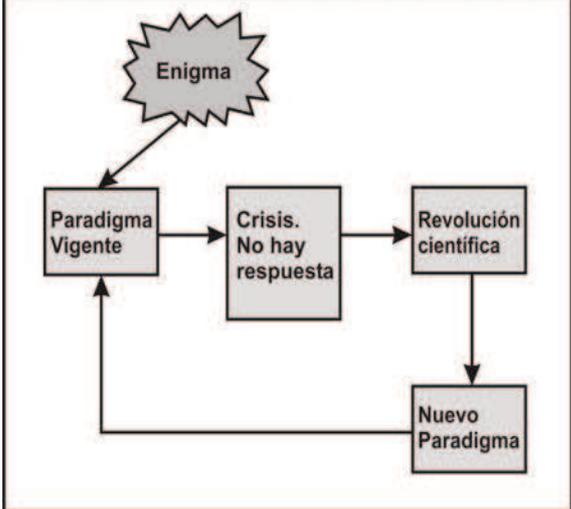
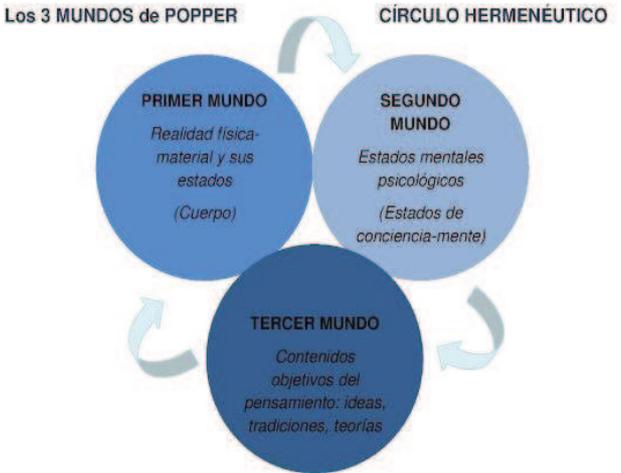
<p><i>Sostiene Kuhn:</i> <i>Gradualmente y a menudo, sin darse cuenta cabal de que lo que están haciendo así, algunos historiadores de la ciencia han comenzado a plantear nuevos tipos de preguntas y a trazar líneas diferentes de desarrollo para las ciencias que, frecuentemente, nada tienen de acumulativas. En lugar de buscar las contribuciones permanentes de una ciencia más antigua a nuestro caudal de conocimientos tratan de poner de manifiesto la integridad histórica de esa ciencia en su propia época.</i></p>	<p><i>Sostiene Popper:</i> <i>Todo trabajo científico está dirigido a acrecentar el conocimiento objetivo. Somos trabajadores que colaboramos con el aumento del conocimiento objetivo, como los albañiles que trabajan en una catedral....Los científicos intentan eliminar sus teorías falsas, intentan dejarlas morir. El creyente perece junto con sus creencias falsas.</i></p>
	<p>Los 3 MUNDOS de POPPER</p> 
<p>Visión de Kuhn</p>	<p>Visión de Popper</p>

Figura 3: Representación de las posiciones de Kuhn y Popper

Thomas Kuhn, aclara que el investigador va creando el método de trabajo en su quehacer cotidiano, por lo que no coincide con Popper en la prescripción de reglas y normas que guíen al científico en su investigación.

La polémica Kuhn-Popper cobra fuerza en cuestiones tales como la valoración y la elección entre teorías rivales, y en la respuesta a la pregunta acerca de cómo demarcar las frontera entre la ciencia y la no ciencia.

A Popper se lo considera un racionalista, pues asegura que hay un criterio único, universal y ahistórico tanto para diferenciar los valores de dos teorías rivales como para distinguir el ámbito científico del no científico.

Para Popper la lógica es el instrumento imprescindible, si bien no suficiente, para evaluar las afirmaciones científicas. Una proposición es más aceptable cuanto más falsable pudiera ser (siempre y cuando no haya sido falsa).

Kuhn niega que haya un criterio único para proceder a la elección entre teorías rivales por lo que se lo suele considerar un relativista, aunque él no acepte este calificativo.

Kuhn afirma que “no hay ninguna norma superior a la aprobación de la comunidad (científica) correspondiente”. Las normas, entonces, surgen del propio marco cultural e histórico de dicha comunidad. “Para comprenderlo-dice Kuhn respecto del conocimiento científico- tendríamos que conocer las características especiales del grupo que lo crea y lo usa”.

Resumiendo, para los racionalistas es fundamental el uso del método científico para distinguir entre la ciencia y la no ciencia, mientras que para Kuhn el criterio de científicidad surge de la propia comunidad en el transcurrir de la actividad científica normal.

Tanto Kuhn como Popper coinciden en que la ciencia progresa. Pero cada uno sostiene una concepción diferente del progreso, coherente con la teoría de la ciencia propuesta por cada uno de ellos.

El método científico y la enseñanza de las ciencias

Dado que no es posible obtener un conocimiento sistemático sin un método, es necesario recordar que, como afirma Sabino (1996), el método científico es un conjunto de procedimientos que se utilizan para obtener conocimientos científicos, esto es, un modelo de trabajo que orienta la investigación. En ese sentido, cada ciencia tiene su propio método científico.

En el caso de las ciencias naturales, el método científico utiliza a la experiencia como modo de refutación o de corroboración de la teoría, como parte de un proceso en el que tiene gran importancia la observación científica entendida en un sentido amplio. Los datos perceptuales que provee la observación permiten inferir conocimientos sobre los objetos físicos. Bunge (1997) afirma que las ciencias fácticas tienen que mirar las cosas, y, siempre que les sea posible, deben procurar cambiarlas deliberadamente para intentar descubrir en qué medida sus hipótesis se adecuan a los hechos.

Minnick Santa y Alvermann (1994) plantean que se han identificado un conjunto de habilidades procesales que los estudiantes de un curso de química deberían adquirir, tales como: la observación, la clasificación, la comparación, la medición, la descripción, la organización de la información, la predicción, la inferencia, la formulación de hipótesis, la interpretación de datos, la comunicación, la experimentación y la extracción de conclusiones.

Estudiando las actividades de la enseñanza de las ciencias, Tasker (1981) identificó una serie de problemas específicos, algunos de los cuales son los siguientes:

- Los alumnos consideran las lecciones como hechos aislados mientras los profesores las relacionan como una serie de experiencias.

- Los alumnos perciben objetivos de la tarea que son diferentes de los percibidos por el profesor.
- Las percepciones de los alumnos sobre la naturaleza del trabajo no incluyen características de crítica científica, pero los profesores suponen que ellos la hacen.
- Los alumnos carecen del conocimiento previamente supuesto y no son capaces de alcanzar el «estado mental» requerido.

Estos problemas están indicando que los puntos de vista de los alumnos, las percepciones y preconceptos llevados a la clase de ciencias, afectan no solamente al aprendizaje de los conceptos, sino también a la forma de hacer las actividades prácticas de ciencias.

Así, si el aprendizaje se ve como un proceso activo en el que las creencias previas, ideas y conceptos, juegan un importante papel, los alumnos utilizan sus conocimientos previos cuando observan, diseñan y realizan experimentos e interpretan resultados.

Para Flórez Ochoa (2005), el pedagogo ejerce su dominio pedagógico de dos maneras diferentes:

Primero opta por un enfoque pedagógico particular que inspire sus metas de formación y aprendizaje, seleccione, subordine y jerarquice los temas prioritarios de la materia según los requerimientos de desarrollo de los alumnos y sus potencialidad formativa, que regule la relación de los alumnos con el profesor y con la temática de estudio, la secuencia, el abordaje de los conceptos, etc. Naturalmente, el enfoque pedagógico autorizará o desautorizará algunas técnicas y métodos de enseñanza según su coherencia con el enfoque pedagógico y su pertinencia y adecuación al tema de enseñanza.

El enfoque pedagógico que asuma el maestro para enseñar una ciencia no puede reducirse a los procedimientos técnicos que utiliza en la clase. La perspectiva pedagógica es mucho más abarcadora. Se inicia cuando el

profesor identifica las condiciones de enseñabilidad de la disciplina y empieza a utilizarlas como punto de partida para diseñar el plan de formación de sus alumnos. Ello puede implicar enfatizar en unos temas y relegar otros, cuestionar y formular problemas que para el científico son axiomas o presupuestos triviales o prejuicios implícitos, encontrar motivos de reflexión en procedimientos que para el científico son meramente técnicos.

La relación entre los conceptos teóricos y su confirmación empírica podrían siempre replantearse y reconsiderarse pedagógicamente, mas allá del rigor positivista del investigador, pues de lo que se trata es de formar pensadores competentes, indagadores, según la opción pedagógica que haya asumido el profesor.

El segundo nivel de pedagogización imprescindible para la realización de la buena enseñanza es el diseño didáctico, la selección de actividades, las estrategias y ayudas pertinentes para el aprendizaje de cada alumno, partiendo del conocimiento que el profesor tiene de sus alumnos, incluyendo sus necesidades, intereses, motivaciones, expectativas y experiencias previas, planeando la enseñanza real para sujetos concretos y situados aquí y ahora.

De la actividad e interacción docente-alumnos, estimuladas por las propuestas de enseñanza se podría lograr un mejor nivel de dominio de la asignatura y un mayor nivel de reflexión, autonomía y sensibilidad.

La observación de experimentos

Chalmers (1988) aporta algunas perspectivas sobre la observación desde distintos puntos de vista tales como:

- *“Según el inductivista ingenuo, la ciencia comienza con la observación. El observador científico debe tener órganos sensoriales normales, no disminuidos, y debe registrar de un modo fidedigno lo que pueda ver, oír, etc., que venga al caso de la situación que esté observando y debe hacerlos con una mente libre de prejuicios. Se pueden establecer o justificar directamente como verdaderos los enunciados hechos acerca del estado del mundo o de una parte de él por un observador libre de prejuicios mediante la utilización de sus sentidos. Los enunciados a los que se llega de este modo (los llamaremos enunciados observacionales) forman, pues, la base de la que se derivan las leyes y teorías que constituyen el conocimiento científico”.Ej.: Los ácidos vuelven rojo el papel de tornasol”.*
- *“El falsacionista admite francamente que la observación es guiada por la teoría y la presupone. También se congratula de abandonar cualquier afirmación que implique que las teorías se pueden establecer como verdaderas o probablemente verdaderas a la luz de la evidencia observacional. Las teorías se construyen como conjeturas o suposiciones especulativas y provisionales que el intelecto humano crea libremente en un intento de solucionar los problemas con que tropezaron las teorías anteriores y de proporcionar una explicación adecuada del comportamiento de algunos aspectos del mundo o universo. Una vez propuestas, las teorías especulativas han de ser comprobadas rigurosa e implacablemente por la observación y la experimentación. Las teorías que no superan las pruebas observacionales y experimentales deben ser eliminadas y reemplazadas por otras conjeturas especulativas. Según el falsacionismo, se puede demostrar que algunas teorías son falsas apelando a los resultados de la observación y la experimentación”.*

- *“Ni el hincapié del inductivista ingenuo en la necesidad de derivar inductivamente las teorías de la observación ni el esquema falsacionista de conjeturas y falsaciones son capaces de describir adecuadamente la génesis y el desarrollo de teorías realmente complejas”.*
- *“El significado de los conceptos depende de la estructura de la teoría en la que aparecen y que la precisión de aquellos depende de la precisión y el grado de coherencia de esta es algo que puede resultar más plausible observando”.*
- *“Cuando se ha desarrollado un programa hasta un punto en que es conveniente someterlo a pruebas observacionales, según Lakatos son las confirmaciones y no las falsaciones las que tienen capital importancia. Se exige que un programa de investigación tenga éxito, al menos de vez en cuando, a la hora de realizar predicciones nuevas que confirmen”.*

En esta tesis se pone énfasis en la OBSERVACION de experimentos, actividad que resulta imprescindible en cualquier investigación relacionada con ciencias naturales en general y con la química en particular, cualquiera sea la visión de la ciencia de la que se parta.

Observar es fijar cuidadosamente la atención en un hecho cualquiera; las observaciones científicas son simplemente observaciones cuidadosas, que requieren de procedimientos especiales para que construyan un experimento.

Chalmers (1988) afirma que si bien desde el punto de vista instrumentalista y de la concepción inductivista de la ciencia, en la que se exige la derivación de enunciados universales a partir de enunciados singulares mediante la inducción, los enunciados observacionales conllevan teorías con diversos grados de generalidad y complejidad, por lo que dichos enunciados son tan falibles como las teorías que presuponen. Las observaciones y los

experimentos se efectúan para comprobar o aclarar alguna teoría y solo se deben registrar las observaciones que se consideran relevantes para esa tarea.

La observación es parte del problema experimental y puede afectar el experimento. Dos personas pueden “ver” lo mismo pero, a partir de similares datos visuales pueden asignarle diferentes interpretaciones.

En la ciencia química es necesario aprender a observar científicamente. La diferencia entre observación ordinaria y científica está en la forma y el fin con que se efectúa. Todas las personas hacen observaciones diariamente; pero las observaciones científicas se hacen cuidadosamente y con un fin determinado, tratando de explicar hechos, formulando hipótesis y haciendo predicciones que requieren la verificación experimental.

Por ejemplo la observación de un cielo estrellado inspira un verso en el poeta, pero al científico le hace preguntarse la causa de esas luces, de sus movimientos relativos, de las distintas intensidades de esas fuentes luminosas, de la relación entre la luz y la materia, de las posibles formas de medición de las variables observadas, de las teorías que sustentan esas observaciones, entre otras.

Tradicionalmente se ha mantenido el consenso de una enseñanza de las ciencias naturales necesariamente vinculada a la experimentación. En las dos últimas décadas ha habido un debate acerca de los trabajos de laboratorio. Así, por ejemplo, Hodson (1994) propone un tratamiento integral de la asignatura como una “investigación dirigida” y pone énfasis en la resolución de problemas.

La participación de estudiantes en investigaciones reales que desarrollan habilidades intelectuales es un componente esencial de instrucción de ciencias (White, 1996). Las investigaciones dan al estudiante una oportunidad de apreciar el espíritu de la ciencia (Ausubel, 1976) y promueven el entendimiento de la naturaleza de la misma. No obstante las investigaciones hechas en las aulas en los países anglosajones en las décadas de los '70 y '80 describen la enseñanza de la ciencia primariamente centrada en el profesor. La instrucción

típica consistía en que todos los alumnos realizaban actividades no interactivas (Tobin y Gallagher, 1987).

Los diseños curriculares de las asignaturas químicas que se dictan en primer año universitario persiguen, entre otros objetivos, el desarrollo de competencias específicas que incluyen el conocimiento y aplicación del método de la química.

Dado que la química es una ciencia experimental, una de las competencias más importantes a desarrollar en una primera asignatura es la de la observación de experimentos, en el marco de una teoría, de manera de obtener datos que posibiliten la predicción de propiedades o de comportamientos químicos.

La falta de experiencia en el trabajo de laboratorio que tienen los alumnos ingresantes se traduce en fallas de la observación o en la detección incompleta de datos o propiedades organolépticas de lo observado en el marco de una teoría. Esta falla afecta a todo el proceso de generación y corroboración del conocimiento químico ya que la detección incompleta de los datos perceptuales dificulta la realización de una adecuada inferencia para el logro de conocimientos sobre los objetos físicos.

Para suplir esa falta de experiencia, es posible utilizar una plataforma virtual que familiarice al alumno con distintas situaciones experimentales y con modelos utilizables en química para conectar la teoría con los datos experimentales y posibilitar la internalización del conocimiento.

Desarrollo de competencias en la enseñanza de la química en la asignatura Química General

A partir de los aportes de Perrenoud (1998) y LeBoterf (1994) y de los trabajos del CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería), a los que la Facultad de Ingeniería Química adhiere, se considera la siguiente noción de competencia:

Competencia es 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.

Esta definición señala que las competencias:

- aluden a **capacidades complejas e integradas**
- están relacionadas con **saberes** (teórico, contextual y procedimental),
- se vinculan con el **saber hacer** (formalizado, empírico, relacional)
- están referidas al **contexto profesional** (entendido como la situación en que el profesional debe desempeñarse o ejercer)
- están referidas al **desempeño profesional** que se pretende (entendido como la manera en que actúa un profesional técnicamente competente y socialmente comprometido)
- permiten incorporar **la ética y los valores**

Los objetivos que se persiguen en la asignatura Química General de Licenciatura en Química, Profesorado en Química y Químico Analista de la Facultad de Ingeniería Química, según la planificación vigente, son los siguientes:

Que el alumno:

- Conozca métodos de estudio de ciencias fácticas.
- Aplique el método científico.
- Sistematice su conocimiento de sustancias y reacciones.
- Haga cálculos estequiométricos.

- Haga predicciones simples.
- Aplique los principios teóricos en el trabajo de laboratorio.
- Aplique buenas prácticas de laboratorio.
- Conozca medidas de higiene y seguridad.

La misma planificación específica que las actividades seleccionadas para el dictado de la asignatura contribuyen, en mayor o menor medida, al logro básico de las competencias genéricas que se explicitan en la siguiente tabla:

Competencias Genéricas		
Competencias instrumentales	Competencias Interpersonales	Competencias Sistémicas
Capacidad de: <ul style="list-style-type: none"> - análisis y síntesis - organizar y planificar - aplicar conocimientos generales básicos - comunicación oral y escrita Habilidades básicas de: <ul style="list-style-type: none"> - manejo de PC - gestión de la información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas) - resolución de problemas - toma de decisiones 	Capacidad crítica y autocrítica Capacidad de trabajar en un equipo Capacidad para comunicarse con expertos de otras áreas Apreciación de la diversidad y multiculturalidad Compromiso ético	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica Capacidad de aprender Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones Capacidad para generar nuevas ideas (creatividad) Liderazgo Habilidad para trabajar de forma autónoma Iniciativa y espíritu emprendedor Preocupación por la calidad Motivación de logro

Las actividades seleccionadas también contribuyen, en mayor o menor medida, al logro básico de las competencias específicas que se explicitan a continuación:

Capacidad para:

- ♦ Aplicar conocimientos químicos a la solución de problemas cualitativos y cuantitativos de química general.
- ♦ Evitar situaciones de riesgo en la utilización de sustancias químicas y procedimientos de laboratorio.

- ♦ Utilizar compuestos químicos en forma segura.
- ♦ Reconocer e implementar buenas prácticas de laboratorio.
- ♦ Observar y medir propiedades y documentar los cambios químicos.
- ♦ Utilizar terminología química, formulación, nomenclatura, abreviaturas y unidades relacionadas con la química general.
- ♦ Aplicar cálculo numérico sencillo, análisis de errores y estimación de órdenes de magnitud.
- ♦ Interpretar datos derivados de observaciones y medidas de laboratorio y relacionarlos con la teoría apropiada.
- ♦ Reconocer y analizar problemas nuevos y planificar estrategias para resolverlos.
- ♦ Demostrar conocimientos y comprensión de hechos esenciales, conceptos, principios y teorías relacionadas con los temas del programa de la asignatura.

Los aspectos del perfil y alcance de cada título a los que aporta la asignatura son los siguientes:

Realizar análisis químicos básicos

Estudiar y realizar procesos químicos básicos en escala laboratorio

Seleccionar metodologías operativas básicas

Diseñar actividades prácticas básicas o pequeñas investigaciones

Esta tesis aporta una metodología de trabajo que contribuye especialmente a la formación de la capacidad para “observar y medir propiedades y documentar los cambios químicos”.

Uso de TICs para el mejoramiento del desarrollo de la competencia de observación en química

Las políticas públicas de integración de las TICs en los sistemas educativos se han ido globalizando y han planteado desafíos e interrogantes tales como:

- ¿Qué características tiene la sociedad en el marco de las TICs?
- ¿Qué accesibilidad tienen las TICs?
- ¿Qué enfoques docentes podrían adoptarse para el logro de una aproximación mayor hacia el uso de las TICs?
- ¿Qué papel juegan las redes sociales en la construcción del conocimiento actual?
- ¿Qué grado de credibilidad tiene el conocimiento disponible en red?
- ¿Qué objetivos de aprendizaje o competencias pueden ser abordados virtualmente?
- ¿Cuáles son las plataformas virtuales disponibles u cuáles las más aptas a los fines educativos?
- ¿Qué características deben tenerse en cuenta para el diseño de actividades virtuales (e-actividades)?
- ¿Qué actividades de evaluación pueden integrarse con las TICs?

Gallego Arrufat y otros (2005) afirman que el papel de las TICs en las aulas es la vía de acceso a la sociedad de la información, y de ahí, a la sociedad del conocimiento. Internet se ha convertido en el instrumento más poderoso que ha tenido nunca la humanidad para lograr las grandes metas pedagógicas de un aprendizaje activo, constructivo, situado, autorregulado e interactivo. En la figura 4 se muestra una visión del enfoque del cambio educativo en el marco de las TICs.



Figura 4: Enfoques del cambio educativo en el marco de las TICs (Gallego Arrufat y otros, 2005)

Álvarez y Echeverría Ezponda (2000) plantean la importancia filosófica de algunas TICs dado que afectan a lo que ellos denominan “propiedades universales de los seres humanos”. También afirman que “las TICs posibilitan la creación de un nuevo espacio social, al que van adaptando diversas actividades humanas y sociales, incluidas las educativas”.

El uso de TICs para el mejoramiento del desarrollo de la competencia de observación en química es congruente con propuestas de distintas corrientes de la pedagogía constructivista las cuales, según Flórez Ochoa (2005) comparten las siguientes características:

- Dirección de la observación hacia el nicho natural del objeto, sin aislarlo ni desarraigarlo de sus relaciones orgánicas con el mundo que lo rodea.
- Organización compleja del conocimiento en el que el todo está siempre presente desde el principio de la enseñanza.
- La comprensión como característica imprescindible del aprendizaje significativo.

- La necesidad de la confirmación o de retroalimentación que permita corregir errores, ensayar hipótesis, aproximarse a soluciones plausibles.
- La evaluación del aprendizaje significativo, en un marco de conflicto cognitivo generado a partir de situaciones problemáticas.
- La selección de pautas observables que ofrezcan indicadores de los avances de cada alumno a medida que le ocurren reestructuraciones teóricas, cambios conceptuales o adquisición de competencias.

Las TICs permiten combinar el mensaje textual con el sensorial (especialmente el visual y el auditivo) en el que se ponen en juego el mecanismo perceptivo y la interpretación de las propiedades de lo observado según el modelo de quien observa.

En la figura 5 se muestran ejemplos de percepciones que van más allá de los elementos objetivos con los que se conforman las imágenes. La cercanía de varios elementos entre sí hace que se perciban como un conjunto.



Figura 5: Percepción y elementos de la imagen.

Los mensajes visuales pueden ser directos (reproducción de experiencias) o indirectos (representaciones, metáforas, analogías).

Mirar, ver, observar y contemplar son palabras que suelen utilizarse como sinónimos y que sin embargo tienen significados distintos. Mirar es fijar la vista en un objeto. Ver es percibir los objetos mediante la luz. Observar es mirar con

cautela, percatarse de algo. Contemplar es mirar con atención, con profundidad, con todo el ser.

Algunas frases célebres ponen en evidencia esas diferencias:

- La manera de mirar moderna es ver fragmentos. Susan Sontag.
- No son los ojos los que ven, sino que nosotros vemos por medio de los ojos. Platón.
- Los ojos solo ven lo que la mente está preparada para comprender. Henri Bergson.
- No todos los ojos cerrados duermen ni todos los ojos abiertos ven. Bill Cosby.
- Observar atentamente es recordar distintamente. Edgar Alan Poe.
- Quien observa, termina por ver. Glenn Murcutt.
- Poca observación y muchas teorías llevan al error. Mucha observación y pocas teorías llevan a la verdad. Alexi Carrel.
- Para mejorar nuestro conocimiento debemos aprender menos y contemplar más. René Descartes.
- Para ver una cosa hay que comprenderla... Si viéramos realmente el universo, tal vez lo comprenderíamos. Jorge Luis Borges.
- No pienses con palabras, es mejor que procures ver la imagen. Jack Kerouac.
- El grado sumo del saber es contemplar el por qué. Sócrates.

Comprender el significado de una imagen también implica mirar, ver, observar y contemplar formas, colores y texturas, lo cual constituye un proceso muy complejo. El lenguaje de la imagen es icónico, esto es, usa signos visuales (íconos) que mantienen una relación de semejanza con el objeto representado (la realidad).

Es necesario comprender entonces que, aunque se esté mirando un video de algo real, el video solo permite acceder a una representación sesgada de esa realidad. Y que la interpretación del lenguaje icónico de la imagen requiere de un aprendizaje específico.

Un video incluye elementos verbales (mensaje lingüístico oral o escrito) y elementos no verbales como la imagen (mensaje icónico) y el sonido. Un video de química también incluye lenguaje científico específico, que aumenta la complejidad de la interpretación del mensaje.

Flórez Ochoa (2005) afirma que las herramientas digitales no son pedagógicamente neutrales. Algunos de sus rasgos específicos influyen en la enseñanza, siendo los más relevantes los siguientes:

- Superan la barrera del tiempo, permitiendo tareas simultáneas y con mayor motivación para la realización de tareas extraescolares.
- Superan las barreras del espacio, permitiendo la interacción de sujetos alejados físicamente pero que pueden compartir un mismo laboratorio virtual.
- Son modulares, versátiles y flexibles.
- Permiten comunicaciones en vivo y en directo.

El impacto de las nuevas tecnologías de la comunicación e información (TICs) en la educación se refleja en cambios tangibles tanto en el rol de los docentes como en el de los alumnos. Como alternativa al modelo basado en la metodología controlada por parte del profesor y en la transmisión directa a los estudiantes que se comportan como simples receptores, surge un nuevo modelo bajo un paradigma pedagógico en el cual docentes y alumnos interactúan en un entorno más innovador y donde las metodologías se centran en el estudiante, partícipe activo en el proceso de aprendizaje.

El uso de las TICs ha generado la necesidad en la formación de docentes y estudiantes universitarios ante el cambio producido en conceptos como espacio y tiempo. La tendencia a corto y mediano plazo en la oferta de universidades presenciales está virando a una enseñanza de tipo mixta. Esta está conformada básicamente por espacios de formación donde se combinan diversidad de lugares para el encuentro (aulas, laboratorios, plataformas, etc.) y donde los profesores puedan aplicar diversas metodologías para facilitar el aprendizaje.

Por las razones expuestas, se pondrá énfasis en la modalidad semipresencial o blended learning (b-learning), que combina la enseñanza presencial con la utilización de Internet como medio de comunicación en entornos virtuales de aprendizaje.

El rápido desarrollo y popularización de las TICs en los últimos 30 años ha puesto herramientas al alcance de todos que, potencialmente, podrían transformar de manera radical como se enseña en los diversos niveles educativos. La posibilidad de acceder de manera rápida y eficiente a múltiples fuentes de información, capturar, transformar y comunicar datos e ideas en diversos medios y formatos, monitorear de manera sistemática y en tiempo real el comportamiento de sistemas de interés, o generar e interactuar con modelos dinámicos de sistemas complejos hace pensar que las TICs son vehículos ideales para transformar las aulas en espacios de exploración e indagación centrada en los estudiantes favoreciendo el desarrollo de aprendizajes significativos. Las TICs no sólo proveen una oportunidad para desarrollar una educación más personalizada que responda a las características e intereses de cada alumno, sino que son también una ruta para liberar a la educación formal del aula. (National Science Foundation, 2008).

Según Brunner (2001), con la incorporación de las TICs se produce una nueva revolución en educación. Algunos aspectos relevantes de ese cambio son los siguientes:

- El conocimiento ya no es lento y estable, sino que se duplica cada cinco años.
- La institución escolar ya no es el principal canal que utilizan las nuevas generaciones para lograr el conocimiento.
- El texto escrito y la palabra del profesor dejan de ser el único soporte del saber y de la enseñanza.
- La enseñanza, el aprendizaje y el currículo necesitan modificarse con el apoyo de las nuevas tecnologías y desde un nuevo modelo pedagógico.
- La escuela hoy debe moverse en un contexto móvil, ambiguo, que cambia de normas y de perspectivas permanentemente.

- Es notable dentro de lo educativo como se amplió la brecha entre los países pobres y los ricos, y aumenta la desigualdad social porque no todos pueden acceder a las nuevas tecnologías.
- La concepción pedagógica constructivista sobre el aprendizaje interactivo desplaza a la pedagogía tradicional expositiva y transmisionista.

Flórez Ochoa (2005) postula que las tecnologías digitales permiten llevar a la práctica los principios de la pedagogía constructivista que incluye las siguientes transiciones:

- De la enseñanza centrada en el maestro al aprendizaje centrado en el alumno que experimenta y elabora sus propios contenidos en contacto virtual con la fuente del saber.
- De la enseñanza frontal unidireccional al aprendizaje interactivo que genera nuevas formas de almacenamiento, organización y acceso a la información.
- De los exámenes tradicionales a la autoevaluación y el metaaprendizaje.
- De la motivación externa al aprendizaje autodirigido por los propios motivos e intereses del alumno.
- De entornos rígidos a entornos multimediales, multidimensionales e individualizados.
- Del aprendizaje definido y cerrado, al aprendizaje abierto y en proceso.

Es quizá la promesa de su impacto educativo, junto con el reconocimiento de la importancia de formar individuos tecnológicamente literatos, la que ha llevado a múltiples países a invertir cuantiosos recursos económicos para asegurar el acceso a las TICs en cada escuela y en cada aula, desde el nivel preescolar hasta el universitario. En Estados Unidos, por ejemplo, cerca del 100% de las escuelas y del 94% de las aulas tenían acceso a la Internet en 2006 y, en promedio, las escuelas contaban con una computadora por cada cuatro alumnos (National Center for Education Statistics, 2006). Los niveles de acceso a la Internet eran similares en escuelas en los países de la Comunidad Europea, en las que existía en 2007 un cociente promedio de nueve estudiantes por computadora (Korte y Hüsing, 2007). En México, el número de estudiantes de secundaria por computadora pasó de 81 a 12 alumnos entre los

años 2000 y 2003 (Organization for Economic Cooperation and Development, 2005).

Flórez Ochoa (2005) afirma que los multimedios interactivos permiten a los alumnos tener experiencias de conocimiento más vívidas, naturales y dinámicas y considera que su utilización se compatibiliza con los principios pedagógicos constructivistas tales como:

- Que la enseñanza centrada en el alumno se logra mejor con la ayuda multimedial por la multiplicidad de estímulos disponibles.
- Que el aprendizaje se potencia y se afianza multisensorialmente.
- Que el alumno aprende y se forma construyendo sus aprendizajes desde su propia actividad.
- Que el alumno tiene más autonomía y libertad de formación por la multiplicidad de enfoques disponibles en red.
- Que el alumno aprende interactuando, comunicándose y trabajando en equipos presenciales o virtuales.
- Que las experiencias multimediales permiten compatibilizar mejor la formación con los intereses vitales de los alumnos.

Flórez Ochoa (2005) también menciona estrategias didácticas asociadas al uso de la tecnología multimedial, tales como:

- Activar conocimientos de los alumnos suministrando organizadores previos mediante preguntas, mapas conceptuales, analogías, esquemas, entre otros.
- Diseñar actividades que combinen el trabajo individual con el trabajo grupal.
- Ofrecer pautas de trabajo que organicen y estimulen el desarrollo conceptual autónomo (búsqueda de ejemplos y contraejemplos, análisis de procedimientos de resolución de problemas)
- Realizar retroalimentaciones oportunas (puestas en común, análisis de resultados de ejercicios y exámenes)

- Diseñar la enseñanza a la medida de cada estudiante (en función de su motivación, habilidades y estilo de aprendizaje).
- Fomentar la reflexión y el metaaprendizaje (autorreflexión sobre el conocimiento adquirido y los procedimientos individuales utilizados para realizar las actividades propuestas)

Todas estas estrategias son compatibles con la utilización de representaciones múltiples de la realidad, el análisis de casos y contextos del mundo real, el aprendizaje colaborativo y la construcción de conocimiento complejo. El docente debe poder compatibilizar el dominio técnico de los multimedios con las estrategias didácticas adecuadas.

En general, las tendencias mundiales en cuanto a la disponibilidad de las TICs más comunes (computadora, Internet) indican que, en unos pocos años, el acceso a estos recursos difícilmente podrá considerarse como la principal barrera para su uso en la escuela.

En cuanto a las estrategias didácticas asociadas al diseño de actividades en entornos virtuales, Campbell (citado en Henao, 2002 y Flórez Ochoa, 2005) propone tener en cuenta las siguientes:

- Representaciones múltiples de la realidad (integración de distintas perspectivas, valores y conocimientos en la enseñanza).
- Tareas auténticas (utilización de prácticas en contextos reales).
- Fomento de la práctica reflexiva y colaborativa.
- Construcción del conocimiento incluyendo aprendizaje situado, puntos de vista diferentes, interacción social, solución de problemas, esquemas conceptuales y oportunidades de diálogo)

La plataforma que más se utiliza en entornos virtuales de aprendizaje es conocida como Moodle, acrónimo en inglés cuyo significado es “Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment” (Entorno de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos y Modular). Es una plataforma educativa para la

creación y gestión de entornos virtuales de aprendizaje que fue diseñada por el australiano Martín Dougiamas en 2002, en base al constructivismo social, como ambiente propicio para el aprendizaje colaborativo y con el fin de compartir el conocimiento. Por esa razón, se distribuye en forma gratuita como software libre y está disponible en el sitio web moodle.org. Dado que cualquier usuario puede usarlo, modificarlo y redistribuirlo gratuitamente, constantemente se crean nuevas versiones. Cada Universidad suele asignarle un formato particular a esta plataforma.

En el sitio web oficial de Moodle están disponibles las estadísticas de uso. En julio de 2013 se reportaron 86302 sitios, en 237 países, con 7753994 cursos, utilizados por más de 72 millones de usuarios. En Argentina se informaban 1554 sitios.

Moodle permite la presentación de cualquier contenido digital (texto, imagen, audio, video, en distintos formatos), la gestión de actividades y el diseño de aulas virtuales.

Los íconos de actividades y materiales disponibles en Moodle son normalmente los siguientes:

- Consulta: el profesor realiza una pregunta y determina ciertas opciones, de las cuales los alumnos tendrán que elegir una. Es útil para conocer rápidamente la inclinación del grupo sobre algún tema o para fines de investigación.
- Diario: el profesor propone a los alumnos reflexionar sobre diferentes temas y los estudiantes pueden responder y modificar sus comentarios a través del tiempo.
- Material: es la información que el profesor desea entregar a los alumnos. Pueden ser archivos preparados y cargados en el servidor, páginas editadas directamente en la plataforma o links de páginas web externas.
- Tarea: permite al profesor asignar una actividad a los alumnos.

- Encuesta: el profesor puede utilizar este módulo para aprender sobre sus alumnos y reflexionar sobre su práctica educativa.
- Cuestionario: permite al profesor diseñar y plantear cuestionarios de opción múltiple, falso/verdadero y respuestas cortas.
- Taller: ofrece a los participantes diversas formas de evaluar los proyectos de los demás, así como proyectos-prototipo.
- Foro: permite hacer debates virtuales.
- Chat: permite a los participantes discutir en tiempo real a través de Internet un tema específico.

El docente dispone además de los siguientes íconos de administración de actividades:

- Borrar
- Mover
- Actualizar
- Ocultar

Moodle está en concordancia con el principio constructivista según el cual cada persona construye activamente nuevos conocimientos a medida que interactúa con su entorno. También se alinea con el constructivismo social dado que propende a la creación de una cultura de colaboración en la que se comparten instrumentos y significados. En ese contexto, el rol del docente se centra en crear espacios en los que el conocimiento pueda ser creado, explorado y conectado.

La conformación de las actividades virtuales es diseñada por el docente en función de sus objetivos. En el caso de esta tesis, se habilitó la plataforma virtual para que los alumnos experimenten el acceso a este entorno y puedan visualizar un video específico previamente editado por los mismos docentes.

Objetivos e hipótesis

Objetivo general

Indagar acerca de la estrategia de utilización del entorno virtual para el desarrollo de la competencia específica de observación de experimentos en la asignatura Química General (Química de primer año universitario de carreras relacionadas con la química en FIQ-UNL)

Objetivos específicos

- Indagar sobre el concepto de la competencia de observación de experiencias, que se utiliza en asignaturas químicas.
- Indagar sobre la competencia específica de la observación de experimentos en Química General de primer año universitario (**antes** de utilizar el entorno virtual).
- Indagar sobre la accesibilidad de presentaciones multimediales, simulaciones y videos en el entorno virtual de UNL.
- Categorizar los supuestos y asociaciones presentes en las observaciones de los alumnos **previas** a la utilización del entorno virtual.
- Utilizar el entorno virtual de UNL en una experiencia diseñada para contribuir al desarrollo de la competencia de observación de experimentos de los alumnos.
- Indagar sobre la competencia específica de la observación de experimentos en Química General de primer año universitario (**después** de utilizar el entorno virtual).
- Categorizar los supuestos y asociaciones presentes en las observaciones de los alumnos **posteriores** a la utilización del entorno virtual
- Verificar la asociación de las variables en estudio mediante la utilización de pruebas estadísticas adecuadas.

Hipótesis

La competencia de observación de experimentos de los alumnos que cursan la primera química universitaria puede mejorarse diseñando actividades complementarias a la enseñanza presencial para lo cual la estrategia de utilización del entorno virtual es útil.

Diseño Experimental

Población

La población a considerar incluye los siguientes actores:

- Alumnos de Química General de las carreras de Licenciatura en Química, Profesorado en Química y Químico Analista de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral.
- Docentes afectados a los grupos.

Unidad de análisis

Del total de los alumnos de Química General se tomará como *unidad de análisis* a un conjunto de treinta (30) alumnos de la carrera de Licenciatura en Química de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral que cursen en un mismo cuatrimestre, seleccionados al azar y distribuidos en dos grupos, con sus correspondientes docentes responsables (dos docentes).

La muestra seleccionada es no probabilística en cuanto a la carrera elegida y probabilística en la selección de los alumnos de dicha carrera.

El número de unidades muestrales seleccionado es compatible con el número de ingresantes que se registran anualmente en la carrera de Licenciatura en Química (entre 40 y 70 alumnos).

Tipo de investigación, variables y metodología de registro de datos

Esta investigación es categorizada como descriptiva según las pautas establecidas por Hernández Sampieri y otros (2003), que explicitan que una investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. También explicitan que en este tipo de estudios se pretende medir o recolectar información de

manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a los que se refieren.

Un primer análisis de la estructura de la tesis permite esquematizar la matriz de datos que se muestra en la Tabla 1 y que incluye variables por objetivo específico, subvariables, indicadores y valores asignables a esos indicadores.

En la Tabla 2 se muestra el tipo de registro de datos a utilizar en relación a cada variable o subvariable medida, referenciada en la última columna de la Tabla 1.

El resumen esquemático de acciones previstas en la investigación se muestra en la Figura 6.

Indagaciones	Experiencias	Actividades	Registros	Análisis de resultados	Conclusiones
Competencias Observación científica Entorno virtual Diseños de experiencias, actividades y registros		Actividad 1A	R1A		
	Experiencia 1	Actividad 1B	R1B		
	Experiencia 2	Actividad 2	R2		
	Experiencia 3	Actividad 3A	R3A	Análisis cualitativo y cuantitativo (R1A + R1B) vs (R3A + R3B) R2 vs (R3A + R3B)	
		Actividad 3B	R3B		
					Conclusiones

Figura 6: Acciones previstas en la investigación.

La metodología de trabajo implica la realización de tres experiencias y cinco actividades, con sus correspondientes registros, en el marco de los criterios, secuencias y relacionamientos explicitados en las Tablas 1 y 2.

La temporalización de las experiencias y actividades se programó de manera que la realización de las mismas sea posible dentro de un único cuatrimestre, de manera de mantener la unidad de análisis seleccionada.

Las experiencias se diseñaron sobre la base de tres interacciones químicas seleccionadas, relevantes para la asignatura Química General.

El resumen de las experiencias y actividades efectivamente realizadas es el siguiente:

Experiencia 1: (en el laboratorio, durante la segunda semana de clases)

A cada una de las cuatro mesadas disponibles se le entrego lo siguiente para realizar la experiencia 1:

- un tubo de ensayos de plástico transparente con tapa, cuyo contenido era agua.
- un tubo de ensayos de plástico transparente con tapa, cuyo contenido era arcilla en polvo.
- un vaso de plástico transparente con tapa, vacío.

Las consignas utilizadas fueron las siguientes:

- 1- Describir lo que observa en el material entregado.
- 2- Colocar las sustancias en el recipiente mayor, tapar, agitar y describir lo observado.
- 3- Escribir todas las palabras con las que podría asociar lo observado(en el orden en que naturalmente vengán a su mente)
- 4- Hacer un dibujo que represente todo lo observado.

Dichas consignas corresponden a las actividades 1A (la técnica operatoria y descripción de la experiencia) y 1B (las redes conceptuales utilizadas). En este caso, además de las palabras se pidió un dibujo de la experiencia de manera de analizar también algunos aspectos de la representación dibujada por los alumnos.

Experiencia 2: (en entorno virtual, durante la cuarta semana de clases))

Observación de un video seleccionado de una reacción química (Combustión del magnesio).

Consigna para la actividad 2: Observar el video (es una reacción química) y describir todo lo observado.

Experiencia 3: (en el laboratorio, durante la sexta semana de clases)

Se exhibió el mismo video que se utilizó en la experiencia 2 y a continuación se realizó la experiencia de combustión del magnesio en el laboratorio, utilizando los siguientes materiales: cinta de magnesio, mechero, pinza, vidrio de reloj, espátula.

Las consignas utilizadas fueron las siguientes:

- 1- Describir lo observado.
- 2- Comparar el video con la experiencia.
- 3- Si utiliza todos los sentidos, podría ampliar la descripción hecha en la pregunta 1?
- 4- Opine si es útil ver el video previo a la experiencia y por qué.

Dichas consignas corresponden a las actividades 3A (la técnica operatoria y descripción de la experiencia), 3B (las redes conceptuales utilizadas) y la indagación acerca de la recuperación de la experiencia 2.

Las planillas diseñadas para el registro de los datos se muestran en el apartado de resultados.

Tabla 1: Matriz de datos

Variable (relacionada con objetivos)	Subvariable	Indicadores	Valores	Ref.
Concepto de competencia	Planificaciones en química	Existencia	SI/NO	1
Competencia de observación previa al uso del entorno (Experiencia 1 y Actividad 1A)	Holística (ver el todo)	Nro de alumnos que la utiliza	% de alumnos que la utiliza	2
	Sintética (ver la parte)	Nro de alumnos que la utiliza	% de alumnos que la utiliza	3
	Hologramática (ver el todo y la parte)	Nro de alumnos que la utiliza	% de alumnos que la utiliza	4
	Uso solo del sentido de la vista	Nro de alumnos que solo usa imágenes visuales	% de alumnos que solo utiliza imágenes visuales	5
	Utilización de varios sentidos	Nro de alumnos que utiliza varios sentidos	% de alumnos que utiliza varios sentidos	6
Categorización (Actividad 1B)	Supuestos y asociaciones	Nro de alumnos que realizan redes conceptuales con supuestos y asociaciones	% de alumnos que realizan redes conceptuales con supuestos y asociaciones	7
	Categorización de supuestos y asociaciones	Análisis de supuestos y asociaciones	Resultados del análisis	8
Entorno virtual	Presentaciones Multimediales	Accesibilidad	SI/NO	9
	Simulaciones	Accesibilidad	SI/NO	10
	Videos	Accesibilidad	SI/NO	11
Experiencia diseñada para el entorno virtual (Experiencia 2 y Actividad 2)	Incluye presentaciones	Existencia	SI/NO	12
	Incluye simulaciones	Existencia	SI/NO	13
	Incluye videos	Existencia	SI/NO	14
	Incluye analogías visuales	Existencia	SI/NO	15
	Incluye acciones interactivas	Existencia	SI/NO	16
	Accesibilidad	Nro de alumnos que accedió al entorno	% de alumnos que accedió al entorno	17
Competencia de observación posterior al uso del entorno (Experiencia 3 y Actividad 3A)	Holística (ver el todo)	Nro de alumnos que la utiliza	% de alumnos que la utiliza	18
	Sintética (ver la parte)	Nro de alumnos que la utiliza	% de alumnos que la utiliza	19
	Hologramática (ver el todo y la parte)	Nro de alumnos que la utiliza	% de alumnos que la utiliza	20
	Uso solo del sentido de la vista	Nro de alumnos que solo usa imágenes visuales	% de alumnos que solo utiliza imágenes visuales	21
	Utilización de varios sentidos	Nro de alumnos que utiliza varios sentidos	% de alumnos que utiliza varios sentidos	22
Categorización posterior al uso del entorno (Actividad 3B)	Supuestos y asociaciones	Nro de alumnos que realizan redes conceptuales con supuestos y asociaciones	% de alumnos que realizan redes conceptuales con supuestos y asociaciones	23
	Categorización de supuestos y asociaciones	Análisis de supuestos y asociaciones	Resultados del análisis	24
	Recuperación de experiencia 2	Nro de alumnos que la recuperan	% de alumnos que la recuperan	25
Asociaciones de variables	(antes y después del uso del entorno)	Análisis estadístico	Resultados del análisis estadístico	26

Ref.: referencia para cada variable o subvariable a ser utilizada en la Tabla 2

Tabla 2: Registro de datos para cada variable

Variable o subvariable (Ref. de Tabla 1)	Tipo de registro de datos
1	Análisis de documentos.
2, 3, 4, 5 y 6	Planilla diseñada para el registro de aspectos relacionados con la competencia de observación de una reacción química (experiencia 1 y actividad 1A) (en forma previa al uso del entorno). Las pautas de categorización serán consensuadas con los docentes participantes de la unidad de análisis.
7	Registro de las redes conceptuales realizadas por los alumnos en la actividad 1B relacionada con la observación realizada en la experiencia 1.
8	Planilla diseñada para el registro y categorización de los supuestos y asociaciones realizadas por los alumnos en la actividad 1B de observación. Las pautas de categorización serán consensuadas con los docentes participantes de la unidad de análisis.
9,10,11	Registro de observaciones de las características del entorno virtual de UNL en relación a la accesibilidad de uso de distintos recursos multimediales.
12, 13, 14, 15, 16 y 17	Registro de observaciones de características de la experiencia diseñada para el entorno virtual (experiencia 2 y actividad 2, relacionada con una segunda reacción química) y registro de la accesibilidad de los alumnos al entorno virtual
18, 19, 20, 21 y 22	Planilla diseñada para el registro de aspectos relacionados con la competencia de observación de una tercera reacción química (experiencia 3 y actividad 3A) (con posterioridad al uso del entorno). Las pautas de categorización serán consensuadas con los docentes participantes de la unidad de análisis.
23	Registro de las redes conceptuales realizadas por los alumnos en una actividad 3B relacionada con la observación realizada en la experiencia 3.
24	Planilla diseñada para el registro y categorización de los supuestos y asociaciones realizadas por los alumnos en la actividad 3B de observación (con las mismas pautas de categorización utilizadas con la actividad 1B).
25	Planilla de registro de recuperaciones de la experiencia 2
26	Análisis estadístico y determinación de la necesidad de analizar alguna asociación de variables.

Análisis de datos y validación de la investigación

Los datos obtenidos serán analizados en forma cualitativa y cuantitativa de acuerdo con los criterios expuestos en las Tablas 1 y 2. Dado que la muestra de alumnos se mantiene constante para todas las experiencias y actividades planteadas, y que se enfatizará en la evolución de los supuestos, inconsistencias y conceptualizaciones de las respuestas de los alumnos, se considera que los resultados más importantes estarán relacionados con el análisis cualitativo de dichas respuestas, no obstante lo cual se fundamentará si es necesario realizar o no un análisis estadístico de asociación de variables, las cuales han sido seleccionadas de manera de propender a la evaluación de la adquisición de la competencia específica de observación científica.

El análisis de los resultados obtenidos en las distintas etapas, permitirá arribar a una conclusión respecto de la comprobación o no de la hipótesis planteada.

Alcance de la investigación

La metodología propuesta en esta tesis puede aplicarse en cualquier asignatura química de primer año universitario para el desarrollo de la competencia de observación de experimentos y puede adaptarse para el desarrollo de otras competencias específicas en el campo de las ciencias experimentales.

Resultados

Con relación a la referencia 1 de la matriz de datos (tabla 1), ya se mencionó en apartados anteriores que la planificación de la asignatura Química General explicita las competencias genéricas y específicas a cuya adquisición se contribuye.

En la tabla 3 se explicitan las variables previstas en el diseño experimental y en la tabla 4 el resumen de los registros obtenidos en la actividad 1A, los cuales se adjuntan en el anexo 1.

Tabla 3: Matriz de datos para la experiencia 1 y la actividad 1A según el diseño experimental

Variable (relacionada con objetivos)	Subvariable	Indicadores	Valores	Ref.
Competencia de observación previa al uso del entorno (Experiencia 1 y Actividad 1ª)	Holística (ver el todo)	Nro de alumnos que la utiliza	% de alumnos que la utiliza	2
	Sintética (ver la parte)	Nro de alumnos que la utiliza	% de alumnos que la utiliza	3
	Hologramática (ver el todo y la parte)	Nro de alumnos que la utiliza	% de alumnos que la utiliza	4
	Uso solo del sentido de la vista	Nro de alumnos que solo usa imágenes visuales	% de alumnos que solo utiliza imágenes visuales	5
	Utilización de varios sentidos	Nro de alumnos que utiliza varios sentidos	% de alumnos que utiliza varios sentidos	6

Tabla 4: Registros obtenidos en la actividad 1A (R1A)

ALUMNOS	Ver el todo		Ver al menos una parte		Ver el todo y más de una parte		Usa el sentido de la vista		Usa varios sentidos	
	si	no	si	no	si	no	si	no	si	No
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
%	100	0	100	0	83	17	100	0	23	77

Observaciones

1.- El 90% de los alumnos respondió todo el cuestionario. El 10% no completó el cuestionario (los alumnos 5,8 y 16 no responden el punto 3).

2.- Para categorizar los registros, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Si el alumno menciona en términos generales lo que ocurrió antes, durante y después de la reacción se considera que vio “**el todo**” (tres recipientes con distinto contenido, mezcla, resultado de la mezcla).

- Si el alumno menciona al menos alguna parte (los recipientes, la mezcla o el resultado de la mezcla), se considera que vio **la parte**.
- Si el alumno menciona en términos generales lo que ocurrió antes, durante y después de la reacción con algún tipo de descripción organoléptica (colores, luminosidad, olores, textura, temperatura), se considera que vio **el todo y las partes**.

3.- La asignación de un número a un alumno es aleatoria, esto es el alumno 1 de la experiencia 1 no se corresponde con el alumno 1 de la experiencia 3 porque se pidió que entregaran las respuestas sin identificación de la persona. En la tabla 5 se explicitan las variables previstas en el diseño experimental y en las tablas 6 y 7a, 7b, 7c y 7d se incluyen los resultados de los registros obtenidos en la actividad 1B.

Tabla 5: Matriz de datos para la actividad 1B según el diseño experimental

Variable (relacionada con objetivos)	Subvariable	Indicadores	Valores	Ref.
Categorización (Actividad 1B)	Supuestos y asociaciones	Nro de alumnos que realizan redes conceptuales con supuestos y asociaciones	% de alumnos que realizan redes conceptuales con supuestos y asociaciones	7
	Categorización de supuestos y asociaciones	Análisis de supuestos y asociaciones	Resultados del análisis	8

Tabla 6: Registros obtenidos en la actividad 1B (R1B-a)

ALUMNOS	Realizan redes conceptuales con supuestos y asociaciones		Supuesto y asociación 1 solución saturada		Supuesto y asociación 2 temperatura de la solución		Supuesto y asociación 3 existencia de reacción química		Supuesto y asociación 4 agua asociada al líquido transparente o arcilla al sólido	
	Si	no	si	no	si	no	si	no	si	No
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	
%	53	47	30	70	16	84	10	90	36	64

Tabla 7a: Registro de conceptos utilizados por los alumnos en la actividad 1B (R1B-ba)

Palabras (consignas 1 a 3)	Alumnos	%
Sólido/líquido	Todos	100
Color/tinte/inoloro	Todos	100
Tubo/frasco/recipiente/frasquito/vaso	Todos menos 7,24	93
Sustancia/material/muestra	Todos menos 13,16,26	90
Mezcla/Fases	Todos menos 10,15,24,26,28	83
Polvo/molido/pulverizado/partículas finas	Todos menos 3,11,14,23,24,27	80
Solución/Disolución	Todos menos 3, 5,6,9,11,12, 19,20,21,23,24,27	60
Agua/acuosa	Todos menos 3,4,8,9,10,14,16, 17,19,23,26,27,30	57
Soluto	2,3,10,13,15,16,25,26,29,30	33
Punto de saturación/ Sobresaturado	1,3,7,13,15,17,25,26,29	30
Solvente	2,13,15,25,26,29,30	23
Precipitado/sedimento/depósito	2,4,10,12,14,21	20
Temperatura	1,3,6,7,8	17
Reacción	1,6,12	10

Número de conceptos categorizados: 14

Tabla 7b: Registro de expresiones utilizadas por los alumnos en las respuestas a las consignas 1 y 2 (R1B-bb)

Categorías	Expresiones en consignas 1 y 2	Alumnos	%
Sustancias y estados de agregación (100%)	Sustancias/ sustancias distintas en estado de agregación distintas	1,3,10,11,15,24,27	23
	líquido inoloro/ líquido cristalino/líquido transparente/ solución cristalina, transparente, de una sola fase homogénea/sin presentar turbidez	1,3,4,8,9,10,11,12,13, 14,15,16,19,21,22,23, 26,27,28,29,30	70
	líquido muy similar al agua pero veo que es como un poco mas espeso (o denso)/poco viscoso/poco denso	2,3,6,7,13,17,20	23
	al agitarla se pueden apreciar burbujas /un líquido transparente con algunas burbujas al agitar	15,18,21	7
	Sólido/ pequeñas partículas/polvo/molido/pulverizado	1,3,6,7,8,9,10,12,13,14, 15,23,25,26,27,28,29,30	60
	polvo de color gris amarronado/ Color entre gris y pardo/ polvo grisáceo/ color entre gris ceniza y marrón claro/ marrón claro/ material sólido, parecido a un polvo, el cual es liviano de color ocre/polvo finamente granulado/ color marrón o gris oscuro/marrón grisáceo/talco gris opaco liviano poco denso	1,3,4,5,6,7,8,9,15, 16,17,18,19,20,21, 22,25,26,30	63

Tabla 7b: Registro de expresiones utilizadas por los alumnos en las respuestas a las consignas 1 y 2 (continuación-1)

Categorías	Expresiones en consignas 1 y 2	Alumnos	%
Cantidades (37%)	polvo hasta la marca de 1,4 ml / ocupa 14 mL de volumen/ En la solución el soluto esta en mayor cantidad que el solvente/ grueso contiene 28 ml/El liquido ocupa un volumen aproximadamente de 27 mL /La sustancia ocupa un volumen aproximadamente de 30 ml / volumen de aproximadamente 30 ml de color marrón opaca	1,2,4,5,6,7,8,14	37
	Tubo plástico con 32 mm de solución	16	
Descripción del transiente (33%)	veo un polvo de un tono marrón muy claro, que al moverlo se separa de forma un poco granulado	2	33
	al mover el líquido quedo resto de polvo en el fondo del recipiente	2	
	Al mezclar ambas sustancias, la solución se torno de un color marrón claro, turbio, con un pequeño precipitación oscura insoluble	4	
	Al mezclar ambos se observa que se forma un líquido de color marrón y en el fondo la base es un poco sólida que no llega a mezclarse totalmente	8	
	Al mezclar los dos contenidos se forma una sustancia heterogénea de color oscuro, de consistencia liquida	9	
	se mezclaron completamente y su color sigue siendo marrón claro, su consistencia también sigue siendo liquida	11	
	Al colocar el contenido de tubo de 15 mL sobre la solución del tubo de 50 mL y agitar este queda en suspensión	14	
	Al mezclar las dos sustancias el polvo no se disuelve completamente, quedando en la base del recipiente su color es marrón claro	18	
	Al mezclarlos comenzó a disolverse el sólido muy fácilmente, pero luego sedimento	22	
	el agua tomo el color marrón de la sustancia sólida y al agitarlo no se disolvió todo	28	
Parte de la sustancia sólida se disolvió en el líquido, pero el solvente al saturarse de soluto, hizo que este se depositara en el fondo, formando así una mezcla heterogénea	29		

Tabla 7b: Registro de expresiones utilizadas por los alumnos en las respuestas a las consignas 1 y 2 (continuación-2)

Categorías	Expresiones en consignas 1 y 2	Alumnos	%
Descripción del producto (63%)	se obtiene una solución líquida (color marrón)/ líquido de color marrón	1,26,30	63
	se deposita soluto (en exceso) en el fondo/ Al mezclarse ambas sustancias puede observarse que posee dos fases ya que quedan en el fondo del recipiente pequeñas partículas sólidas que no se mezclan	3,6	
	Al dejar reposar la mezcla precipita el sólido del tubo de 15 mL	14	
	El líquido tomó el color del sólido al mezclarse con él, dejando un sedimento en el fondo del recipiente luego de agitar	12	
	la mezcla de ambos contenidos en el envase mayor se puede observar un líquido color marrón/ La solución tomó el mismo color marrón claro que tenía el sólido en un principio/ Se observa una solución marrón lechoso/ mezcla homogénea de color marrón	5,7,13,14,27	
	Se puede observar que se convierte en una solución saturada con parte sólida, el color es amarillado	15	
	Al mezclar ambas sustancias, el líquido disolvió el material sólido hasta saturarse, adquiriendo un color marrón, mantuvo la densidad que tenía en un principio (a mi parecer) y el material sólido que no llegó a disolverse se depositó en el fondo del vaso en forma de sedimento	17	
	El sólido se disolvió fácilmente en el líquido, formándose una sustancia perfectamente homogénea de color marrón. Se forma un precipitado del soluto que casi no se ve / el líquido tomó el tinte de la sustancia sólida, mezclándose de forma completa una con la otra. Quedando como estado de agregación final líquido	10,19	
	Tomó un color marrón brillante. Abajo se formó una especie de arcilla	21	
	se observa una mezcla homogénea, o sea se mezclan dos componentes pero solo podemos observar una sustancia o una fase, que toma el color de un marrón claro	23	
se formó una sustancia acuosa	24		
Olor (10%)	a simple vista no tiene olor	10	10
	no posee olor	11	
	Presenta un olor semejante a las pinturas de casas o al yeso	19	
Temperatura inicial (13%)	a temperatura ambiente	1,3,6,8	13
Temperatura final (3%)	y la temperatura no cambió	1	3

Tabla 7b: Registro de expresiones utilizadas por los alumnos en las respuestas a las consignas 1 y 2 (continuación-3)

Categorías	Expresiones en consignas 1 y 2	Alumnos	%
Materiales	vaso con tapa vacío y dos tubos	1	17
	tubo plástico con tapa rosca color azul, con graduaciones hasta 45 ml, con fondo cónico/ tubos plásticos, con terminalidad cónica/ el mas delgado, es graduado Ambos tubos se encuentran tapados vaso de plástico y tapa a rosca, tiene una capacidad de 250 mL	3,4,5	
	Tubo Falcon	14	
Supuestos (43%)	con fase sólida en el fondo, lo que podría indicar que la solución esta sobresaturada/ Las sustancias se mezclan al punto de saturación/Al mezclarlas, el sólido se comporta como soluto siendo disuelto (solución sobresaturada) por el liquido (solvente)/La solución parece estar saturada (precipita en el fondo parte del soluto)/ queda restos de sedimentos en el fondo, solución sobresaturada	1,3,13,25,26	43 (el alumno 1 se contó una sola vez)
	No se observa reacción química	1	
	Vi que el polvo se disolvió rápidamente, pero no totalmente/ creo que por eso se deposito un poco en el fondo	2	
	Probablemente son de centrifuga	4	
	A simple vista en solubilidad es una solución saturada con base sólida/ No se puede separar con métodos de separación, solo la base sólida a través de filtración	7	
	Se mezclan los dos elementos formando un líquido color marrón sin aumentar el volumen de la solución	16	
	parece ser agua/ parece ser arcilla	18	
	se diluyo el agua con el polvo, tomando color similar al chocolate/muestras residuales que no alcanzan a diluirse/ La muestra sólida (soluto) se diluyo en el solvente/ posiblemente sea agua que funcionara como diluyente de la muestra que se encuentra en el de menor tamaño	5,25	
	en el fondo del frasco se observa un precipitado, lo que hace suponer que el sólido no era puro	30	
Analogía	similar al agua/parece agua	1,20,21	30
	El contenido se ve como agua turbia.	5	
	en el fondo del frasco se asientan como virutitas sólidas muy pequeñas	9	
	se parece a polvo	10	
	Presenta un olor semejante a las pinturas de casas o al yeso	19	
	sustancia muy parecida al cacao / Solución liquida color marrón, similar a leche con chocolate	11,26	

A pesar de la sencillez de la experiencia seleccionada, la misma permitió poner en evidencia errores conceptuales, falta de conocimiento del significado de la terminología utilizada, supuestos implícitos y explícitos, y asociaciones directas e indirectas, por lo que las respuestas obraron como prueba diagnóstica del conocimiento de los alumnos sobre sustancias, mezclas y propiedades.

Si bien en la tabla 7a se categorizaron las palabras más relevantes para el desarrollo de la temática relacionada con sustancias, mezclas y reacciones, el desglose de las respuestas obtenidas en las consignas 1 y 2 (tabla 7b), permite obtener las siguientes conclusiones:

- El 100% de los alumnos tuvo presente conceptos básicos de sustancias y estados de agregación. Solo el 10% reportó la presencia de burbujas, aunque sin explicitar los posibles motivos de su presencia. Si bien el 100% de los alumnos mencionó color o falta de color, solo el 63% asignó un color al sólido con variantes relacionadas con gris, marrón y ocre.
- El 37% de los alumnos apreció la diferente capacidad volumétrica de los recipientes utilizados. La unidad utilizada fue mL, salvo un caso en que se utilizó erróneamente la unidad mm.
- Solo el 33% de los alumnos intentó una descripción del estado transiente (estado intermedio entre el mezclado de materiales y la obtención del producto), con errores conceptuales o de manejo del significado de las palabras en contexto químico, tales como:
 - Redundancia: El alumno 4 menciona una precipitación oscura insoluble.
 - El alumno 2 menciona “resto de polvo” en el fondo de un recipiente con líquido, desconociendo que la palabra correcta a utilizar sería “sedimento”.
 - Los alumnos 9 y 11 le atribuyen consistencia a un líquido.
 - El alumno 8 menciona un “líquido color marrón” sin apreciar la heterogeneidad del sistema.
- El 63% de los alumnos hizo alguna descripción del producto obtenido, con errores respecto de la apreciación de la heterogeneidad del sistema final resultante de la mezcla.

- Solo el 10% de los alumnos reportó algún “olor”
- El 13% de los alumnos mencionó la temperatura ambiente asociándola al estado inicial. Solo un alumno (3%) mencionó que la temperatura final era la misma (“no cambió”).
- El 17% de los alumnos describió los recipientes plásticos utilizados. Solo un alumno (3%) asignó un nombre a los tubos utilizados.
- El 43% de los alumnos explicitó supuestos que mostraron errores conceptuales o metodológicos tales como:
 - Incorrecta utilización de los conceptos de sobresaturación y de dilución
 - Formulación de un supuesto en base a una creencia (el alumno 2 dice: “creo que por eso se deposito un poco en el fondo”)
 - Formulación de un supuesto de composición (pureza) a partir de la observación de un precipitado (alumno 30).
- El 30% de los alumnos explicitó analogías tales como:
 - Se parece a... (agua, agua turbia, virutitas, olor similar a pintura, cacao)
 - Tiene una propiedad semejante a (olor semejante a las pinturas de casas o al yeso)

En la Tabla 7c se comparan los registros categorizados por el docente como importantes para la temática de sustancias y reacciones, comparada con las palabras que los alumnos eligieron como relevantes.

En la Tabla 7-d se muestra el detalle de los estados (inicial, intermedio o final) representados por los alumnos en los dibujos entregados.

Tabla 7c: Registro de palabras clave explicitadas por los alumnos en las respuestas a la consigna 3 (R1B-bc)

Categorizadas por los docentes según Tabla 7	Palabras (explicitadas en consigna 3 por los alumnos)	Alumnos
X	Agua – Agua con tierra	1,15,22 - 18
	Arcilla/ Barro/Tierra disuelta en agua/tierra	11,15,21,22
	Cacao/Parece cacao/ Chocolatada/ Agua con quilla - Color/ color parecido al quilla	1, 11,18,20,21, 28,29 - 2,14
X	Disolución/Solución – Concentración	1,2,4,10,13,14, 17,25,29,30 - 13
	estado de la sustancia/ estado de la materia	9,14
X	Fases/Componentes	6,7,14
	Incoloro	23
	Insoluble	4
X	Líquido	1,7,14,19,23
X	Mezcla/ mezclado/ agitación/asociación	1,2,6,7,9,12,14,17, 19,23,25,29,30
X	Polvo – Partículas	1 - 9
X	Precipitado	4,14
	Propiedades físicas-químicas	9
X	Reacción/ Reacción química	1,6,12
	Recipiente	23
X	Saturada/ Solución saturada/saturación/solubilidad	1,13,15,17,29
X	Sedimentación/ separación/ suspensión	12/14
	sistema heterogéneo/ sistemas/ sustancia heterogénea de dos fases y con dos componentes/ sistema homogéneo	7,14,17,19
X	Sobresaturada	13
X	Sólido	14,23
X	Soluto - Soluto en exceso	2,13,15,30 – 13
X	Solvente	2,13,15,30
X	Sustancia/Materia	6,9,14,
	Turbio/turbidez	4,19,23
	Una sustancia líquida (incolora) y una sustancia sólida de color gris y pardo se mezclan para dar como resultado una sustancia líquida de color marrón, sobresaturada	3
	La sustancia sólida se diluyó totalmente en la líquida formando una sola.+	24

Tabla 7-d. Registros de esquemas (R1B-bd)

Categoría	Alumnos	%
Dibuja estado inicial	1,2,4,5,6,8,9,10,11,12,13,14,15,16, 18,19,20,21,22,23,24,26,27,28,30	83
Dibuja estado intermedio	3,21,22,25,26,30	20
Dibuja estado final	1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12, 13,14,15,16,18,19, 20,21,22,23,24,25,26,27,28,30	90
Mezcla estados inicial, intermedio o final	7,17	7
Combina dibujo con palabras	9,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21, 22,24,25,26,27,30	57
Utiliza colores diferentes	11	3
No realiza esquema	29	3

El análisis de los dibujos realizados por los alumnos muestra, además, los siguientes resultados (R1B-c):

- 29 de los 30 alumnos hicieron algún dibujo de la experiencia (97%).
- 28 alumnos dibujaron los tres recipientes. Un alumno dibujó solo el recipiente en el que se hizo la mezcla.
- 28 alumnos representaron al menos dos instancias diferentes (inicial, intermedia o final). Solo uno de ellos esquematizó las tres instancias.
- 18 alumnos escribieron palabras aclaratorias (las mismas no fueron tenidas en cuenta en la tabla 7a. Dichas palabras en general se repiten en el texto o no agregan nuevos conceptos a los ya categorizados en la tabla 7a)

En relación a las referencias 9, 10 y 11 de la matriz de datos (tabla 1), las características del entorno virtual utilizado son las siguientes:

El entorno virtual utilizado por la Universidad Nacional del Litoral, denominado e-learning (Electronic learning, aprendizaje electrónico), es una plataforma educativa destinada a la creación y gestión de entornos virtuales de aprendizaje. Esta aplicación web está disponible para todos los docentes quienes dan acceso a los alumnos de las distintas asignaturas a su cargo, con el objetivo de crear espacios educativos, gestionar los recursos de aprendizaje y utilizar las herramientas de comunicación necesarias para un curso virtual o para complementar actividades presenciales como toda plataforma Moodle

(descrita en apartados anteriores). En consecuencia la accesibilidad a todos los alumnos de una asignatura está garantizada si sus docentes están registrados en el entorno virtual de UNL.

La conformación de las actividades virtuales es diseñada por el docente en función de sus objetivos. En el caso de esta tesis, se habilitó la plataforma virtual para que los alumnos experimenten el acceso a este entorno y puedan visualizar un video específico previamente editado por los mismos docentes.

Para facilitar el registro de los datos y evitar que las actividades virtuales afecten esos datos, no se habilitaron instancias de consulta, chat o foros de discusión.

En la tabla 8 se explicitan las variables previstas en el diseño experimental y en la tabla 9 el resumen de los registros obtenidos en la actividad 2, los cuales se adjuntan en el anexo 2.

Tabla 8: Matriz de datos para la experiencia 2 y la actividad 2 según el diseño experimental

Variable (relacionada con objetivos)	Subvariable	Indicadores	Valores	Ref.
Experiencia diseñada para el entorno virtual (Experiencia 2 y Actividad 2)	Incluye presentaciones	Existencia	SI/NO	12
	Incluye simulaciones	Existencia	SI/NO	13
	Incluye videos	Existencia	SI/NO	14
	Incluye analogías visuales	Existencia	SI/NO	15
	Incluye acciones interactivas	Existencia	SI/NO	16
	Accesibilidad	Nro de alumnos que accedió al entorno	% de alumnos que accedió al entorno	17

La experiencia seleccionada para el entorno virtual implicó solicitar a los alumnos que ingresen al mismo para acceder a un video especialmente seleccionado el cual tenía las siguientes características:

- El video fue grabado y editado por los mismos docentes de la asignatura para evitar la incorporación de imágenes, conceptos o comentarios que afectaran la toma de datos.
- El video mostraba una experiencia real de laboratorio (combustión de magnesio), sin simulaciones, presentaciones o efectos especiales, evitándose las analogías visuales y sin acciones interactivas.
- El acceso al video fue habilitado con dos días de anticipación a la siguiente clase presencial.
- No se habilitaron instancias interactivas, foros o chats dado que se consideró que ese tipo de actividades virtuales podrían afectar la toma de datos.

Los docentes constataron que el 100% de los alumnos accedió al entorno virtual en el que estaba disponible el video.

En la siguiente clase presencial, en la que hubo 100% de asistencia, se pidió a los alumnos que escribieran “todo lo que vieron”, sin consignas adicionales.

En las tablas 9a y 9b se incluyen detalles de los principales conceptos y expresiones que fueron utilizados por los alumnos en sus descripciones.

Tabla 9a: Registro de conceptos utilizados por los alumnos en la actividad 2 (R2-a)

Palabras	Alumnos	%
Llama o fuego o se quema	2,3,4,5,8,9,10,11,12,13,15,16,19,20,21,22,23,24,26,27,28,29,30	67
Sustancia/ Material/muestra	1,3,4,8,9,10,12,15,16,18,20,21,23,24,25,28,29	57
Sólido blanco, polvo o ceniza	2,3,4,5,6,8,9,10,15,16,17,19,20,21,22,24,25	57
Pinza	2,6,7,8,11,14,15,17,18,19,22,23,24,26,27,28,30	57
Vidrio reloj/plato/vidrio	2,4,6,8,9,10,11,14,18,23,25,26,27,28,30	50
Alambre o elemento metálico	2,3,6,8,9,10,12,13,23,24,25,26,28,29	47
Mechero	3,6,11,12,16,17,18,19,20,23,27,28,30	43
Seguridad	2,17,19,20,22,23,25,26,27,28,29	37
Combustión/ Reacción	1,3,8,10,12,14,17,18,20,29	32
Luz	1,2,3,8,13,14,15,18,29	30
Humo/vapores	7,21,25	10
Residuo	3,8,25	10
Magnesio	3,25	7

Número de conceptos categorizados: 13

Tabla 9b: Registro de expresiones utilizadas por los alumnos en la resolución de la actividad 2 (R2-b)

Categorías	Expresiones registradas en actividad 2	Alumnos	Alumnos	%
Reacción	combustión (de una determinada sustancia)/combustiona	1,8,10,14,17,18,20	1,3,4,7,8,9,10,12,14,16,17,18,19,20,23,25,26,29	60
	Reacción	3,10,12,29		
	prender, un material/ enciende una llama y expone el material a ella/se enciende/arde/se incinera/varilla encendida	4,8,9,16,26		
	La sustancia se descompone/Incineración/explosión/ Carbonización de un material/ Calcinación	3/7,17,19/20/23/25		
	cambio completo de una sustancia a otra	1		
Cambios físicos	al contacto con el fuego provoca luz y cambios físicos en la materia/la acerca al fuego hasta que este se funde totalmente/ hace deshacer algo al prenderlo fuego/ calentamiento de un material	13,24,27,29		13
	Se calienta	11,26,30		10

Tabla 9b: Registro de expresiones utilizadas por los alumnos en la resolución de la actividad 2 (R2-b) (continuación -1)

Categorías	Expresiones registradas en actividad 2	Alumnos	Alumnos	%
Luz/espectro Llama	se observa un espectro de luz de color naranja claro/ al contacto con la llama forma un haz de luz/ emitiendo gran cantidad de luz blanco-azulada/ Este empieza a arder con una gran liberación de luz/ Cuando se hizo contacto del objeto con la llama provoca una luz muy potente/ incandescencia/ emisión lumínica	1,2,3,8,13, 14,15,18, 29	1,2,3,4,5, 8,9,10, 11,12,13, 14,15,16, 18,19,20, 21,22,23, 24,26,27, 28,29,30	90
	Llama/calienta/quema/fuego/ llama que combustiona	2,3,4,5,8, 9,10,11, 12,13,15, 16,19,20, 21,22,23, 24,26,27 28,29,30		
Descripción del material que se toma con la pinza	Sustancia/alambre o algo así /instrumento químico/elemento metálico/algo/ pequeño objeto alargado/anillo/material gris/mecha/elemento/objeto "x"/cosa/material sólido parecido a un fósforo /elemento inflamable/ elemento que se calienta/ elemento o sustancia/ansa/elemento sólido/ lámina de algún material/muestra/varilla/material inflamable	1,2,3,4,5, 6,7,8,9,10, 11,12,13, 14,15,16,17, 18,20,22,23 24,25,26, 27,28,29,30	Todos menos 19 y 21	93
Transientes	el experimento sigue hasta que lo del vidrio reloj se consume	2	2,3,4, 5,10,21	20
	se descompone emitiendo gran cantidad de luz blanco-azulada	3		
	este eleva su llama, hasta el punto en que se incinera por completo	4		
	Se prende fuego un instrumento químico, luego la llama se hace mas grande y repentinamente se apaga	5		
	el material que se pone en contacto con el fuego, se quema rápidamente	10		
	Parece ser humo/Humos blancos	7,21		
Producto final	queda como resto unas cenizas blancas o algo así/ Cenizas/ Quedan las cenizas sobre la mesa que son tocadas con otro instrumento/ cenizas color blanco	2, 5,8,10, 14,20,23	2,3,4, 5,8,9 10,14,16, 17,18,19, 20,21,23, 24,25,28	60
	Como resultado de la reacción, se obtiene un residuo de color blanco/residuo blanco/ quedando como desecho un material blanco/ desechos sólidos/ cuando se apaga se forma una sustancia sólida blanca	3,8,16,19, 21,25		
	queda en la punta del anillo un material gris que después lo dejo encima del vidrio reloj, al tocarlo con la punta, dicho material se deshizo hasta convertirse en polvo/ este material que le aplicamos calor, se convirtió en polvo/se ve hecho polvito	9/4,18,21		
	elemento totalmente calcinado/ resaca de material tratado	17/28		
	Al fundirse se ve que este queda de otro color y de otra textura, totalmente diferente	24		

Tabla 9b: Registro de expresiones utilizadas por los alumnos en la resolución de la actividad 2 (R2-b) (continuación -2)

Categorías	Expresiones registradas en actividad 2	Alumnos	Alumnos	%
Materiales	vidrio reloj/elemento de vidrio	2,4,8,9,10, 11,18,23,25,26, 27,28,30	2,4,6,8,9, 10,11,14,18 23,25,26, 27,28,30	50
	plato reloj/plato	6,14		
	Pinza/pinza de crisol	2,6,7,8,11, 14,15,17,18, 19,22,23,24, 26,27,28,30		57
	Mechero	3,6,11,12,16, 17,18,19,20,23, 27,28,30		43
	Espátula/varilla/utensilio/alambre/pinza u otro objeto (utilizado al final)	15,18,21, 26,27		17
	Ansa (en lugar de pinza)	20		3
Cantidades	residuo de color blanco (difícil de interpretar por la calidad del video), de aproximadamente un tercio del volumen original	3		3
Inconsistencias	le acercan una llama, con la que se prende fuego	2	2,4,5, 6,7,11, 22,25,26	30
	al aplicarle fuego, este eleva su llama	4		
	Prender el fuego, llama grande/ Se prende fuego un instrumento químico	5		
	Es un elemento metálico que tiene un punto de fusión	6		
	en la mesada hay combustible el cual es encendido/ explota lo que esta en la pinza	7		
	Con una pinza toma una mecha	11		
	Acerca un fósforo a la mesada en donde hay esparcido un liquido inflamable no contenido en ningún recipiente. El liquido larga una llamarada que entra en contacto con el objeto sólido sostenido por el crisol y lo desintegra en cuestión de segundos. Al final se observa que la llamarada se detiene y lo que resulta del sólido desintegrado es depositado en el líquido esparcido en la mesada, pero este no se disuelve en el líquido	22		
	Enciende la muestra con un trozo de papel encendido	25		
	Se calienta una varilla que se enciende espontáneamente o someterse a una llama directa	26		

Tabla 9b: Registro de expresiones utilizadas por los alumnos en la resolución de la actividad 2 (R2-b) (continuación -3)

Categorías	Expresiones registradas en actividad 2	Alumnos	Alumnos	%
Suposiciones	al parecer en un vidrio reloj hay como un liquido	2	2,3,7 9,10,13, 14,15,23, 25,26,28, 29	43
	una especie de alambre (probablemente de magnesio)	3		
	Parece ser un termómetro que al calentarse despiden mercurio. Hay desprendimiento, parece ser humo	7		
	Era una sustancia que reacciona con el fuego	10		
	Elemento que al contacto con el fuego provoca luz y cambios físicos en la materia	13		
	la combustión disminuye transformando un vapor	14		
	material sólido parecido a un fósforo	15		
	Colocación del material hecho cenizas sobre un elemento de vidrio, para posible pesada posterior	23		
	Coloca los residuos sobre un vidrio reloj y no espera que se enfríen. Podría romperse. Podría estar calcinando un trozo de magnesio. Realiza la calcinación fuera de la campana de extracción, cuando la misma desprende vapores importantes	25		
	La varilla posiblemente sea de algún metal alcalino, o alcalino terroso, ya que la misma se sujeta con una pinza, para evitar el contacto directo con la mano	26		
Elemento sostenido por pinza, se lo lleva al fuego y cambia de temperatura hasta el punto máximo de ella	28	9	37	
con emisión lumínica y muy probablemente desprendimiento de calor	29			
Creencia	Se ve un anillo creo			9
Seguridad	no se cumplen las medidas de seguridad personales	2	2, 17,19, 20,22,23 25,26,27, 28,29	37
	Guardapolvo	17,22,25, 27,28		
	falta de guantes de protección	19		
	No se tienen en cuenta las medidas de seguridad, por la falta de guantes y gafas	20		
	Una persona vestida con guardapolvo pero sin guantes/ La persona no utiliza guantes y no se ve bien si tiene guardapolvos o no	22,25		
	Como medida de seguridad, utilización de una pinza metálica para sostener el elemento	23		
	Realiza la calcinación fuera de la campana de extracción, cuando la misma desprende vapores importantes	25		
	someterse a una llama directa, sin ninguna medida de seguridad	26		
	descuida algunas medida de seguridad como el uso de guantes y trabajar bajo una campana de seguridad	27		
	El sujeto que llevo a cabo la experiencia no respetaba las medidas de seguridad para trabajar con fuego	29		

En la tabla 10 se explicitan las variables previstas en el diseño experimental y en las tablas 11 y 12 se resumen los registros obtenidos en la actividad 3A, los cuales se adjuntan en el anexo 3.

Tabla 10: Matriz de datos para la experiencia 3 y la actividad 3A según el diseño experimental

Variable (relacionada con objetivos)	Subvariable	Indicadores	Valores	Ref.
Competencia de observación posterior al uso del entorno (Experiencia 3 y Actividad 3A)	Holística (ver el todo)	Nro de alumnos que la utiliza	% de alumnos que la utiliza	18
	Sintética (ver la parte)	Nro de alumnos que la utiliza	% de alumnos que la utiliza	19
	Hologramática (ver el todo y la parte)	Nro de alumnos que la utiliza	% de alumnos que la utiliza	20
	Uso solo del sentido de la vista	Nro de alumnos que solo usa imágenes visuales	% de alumnos que solo utiliza imágenes visuales	21
	Utilización de varios sentidos	Nro de alumnos que utiliza varios sentidos	% de alumnos que utiliza varios sentidos	22

Tabla 11: Registros obtenidos en la actividad 3A (R3A-a)

ALUMNOS	Ver el todo		Ver al menos una parte		Ver el todo y más de una parte		Usa el sentido de la vista		Usa varios sentidos	
	si	no	si	no	si	no	si	no	si	No
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	
%	77	33	93	7	54	46	100	0	40	60

Observaciones:

1.- Para categorizar los registros, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Si el alumno menciona en términos generales lo que ocurrió antes, durante y después de la reacción se considera que vio el todo.
- Si el alumno menciona una o dos de esas etapas, se considera que vio la parte.
- Si el alumno menciona en términos generales lo que ocurrió antes, durante y después de la reacción con algún tipo de descripción organoléptica (colores, luminosidad, olores, textura, temperatura), se considera que vio el todo y las partes.

2.- La asignación de un número a un alumno es aleatoria, esto es el alumno 1 de la experiencia 1 no se corresponde con el alumno 1 de la experiencia 3 porque se les pidió que entregaran las respuestas sin identificación de la persona.

Tabla 12: Registro de conceptos utilizados por los alumnos en la actividad 3 (R3A-ba)

Palabras	Alumnos	%
Sólido blanco, polvo o ceniza	Todos menos 8,16,18	90
Vidrio reloj/vidrio	Todos menos 3,8,18,19	87
Alambre /metal	4,9,7,10,11,12,14,15,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30	70
Llama o fuego	Todos menos 8,14,16,21,22,25,26,28,29,30	67
Luz	3,4,5,7,9,10,11,14,15,16,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30	67
Combustión/ reacción	1,2,3,7,8,10,12,15,17,20,21,22,23,26,27	50
Mechero	1,4,5,6,13,15,17,23,27,29	33
Residuo	5,7,17,22,24,26,27,28,29,30	33
Pinza	1,2,4,5,6,9,17,27,30	30
Seguridad (precauciones)	2,4,8,15,19	17
Magnesio	4,16,17	10
Sustancia/material/muestra	1,12,15,20	13
Humo/vapores	18	3

Número de conceptos categorizados: 13

En la tabla 13 se explicitan las variables previstas en el diseño experimental y en la tabla 14 el resumen de los registros obtenidos en la actividad 3B, los cuales se adjuntan en el anexo 3. En la tabla 15 se muestra un análisis complementario para las actividades 3A y 3B.

Tabla 13: Matriz de datos para la actividad 3B según el diseño experimental

Variable (relacionada con objetivos)	Subvariable	Indicadores	Valores	Ref.
Categorización posterior al uso del entorno (Actividad 3B)	Supuestos y asociaciones	Nro de alumnos que realizan redes conceptuales con supuestos y asociaciones	% de alumnos que realizan redes conceptuales con supuestos y asociaciones	23
	Categorización de supuestos y asociaciones	Análisis de supuestos y asociaciones	Resultados del análisis	24
	Recuperación de experiencia 2	Nro de alumnos que la recuperan	% de alumnos que la recuperan	25

Tabla 14: Registros obtenidos en la actividad 3B (R3B)

ALUMNOS	realizan redes conceptuales con supuestos y asociaciones		supuesto y asociación 1 reacción o combustión		supuesto y asociación 2 luminosidad		supuesto y asociación 3 óxido		Recuperación de experiencia 2	
	si	no	si	no	si	no	si	no	si	No
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	
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	
%	77	23	50	50	33	67	7	93	80	20

Tabla 15: Registro de expresiones utilizadas por los alumnos en la resolución de la actividad 3 (R3)

Categorías	Expresiones	Alumnos	Alumnos	%
Reacción	Combustión/ combustiona/combustionar	1,3,7,10,21, 23,26,27	1,2,3, 5,7,8, 9,11,10, 12,14,15, 17,18,19, 20,21,22, 23,24,26, 27,28,30	80
	Reacción/reaccionó	2,3,7,8,12,15, 17,20,22,23,26		
	Arder/se incinera/se enciende y se calcina/se quemó/lo quemo	5,9,14,17,18, 19,24,28,30		
	reacción muy exotérmica/ especie de explosión y por lo tanto se la considera como muy violenta/ libera calor y provoca luz	8,11		
	oxidación de una cinta de Magnesio	17		
Cambios físicos	se ve un cambio físico en la lamina de metal gris	11		3
	calentamiento	2,6,10,16,21, 22,23,25,29		30
Luz/espectro Llama	luz incandescente/ luz intensa blanca/ liberando gran cantidad de luz y dando chispazos/ sólido gris brillante arde con llama naranja/luz/ destello de luz/ luz muy brillante	3,4,5,7,9,10,11, 14,15,16,21,22, 23,24,25,26,27, 28,29,30	Todos menos 8	97
	Llama/fuego	1,2,3,4,5,6,7,9, 10,11,12,13, 15,17,18,19,20, 23,24,27		
Descripción del material que se toma con la pinza	sustancia sólida/lámina/sólido/cinta de magnesio (color gris metal)/alambre/metal/lámina de metal/trozo sólido/cinta de metal/ chapita de magnesio/ lámina de metal plateado/ lamina plateada (parece ser metal)/cinta de metal	1,2,3,4,5,6,7, 9,10,11,12,13, 14,15,16,17,18, 19,20,21,22,23, 24,25,26,27, 28,29,30	Todos menos 8	97
Transientes	Se expuso una sustancia sólida al mechero hasta que entro en combustión/ se puede ver claramente como la sustancia va descomponiéndose	1	Todos menos 6,8,19, 20,28	83
	Se calienta una lamina hasta que la misma se prende fuego/hasta que empieza a arder/hasta que reacciona/ el fuego se intensifica el sólido hasta un punto en el que el mismo se pulveriza/se incinera hasta un cierto punto/hasta que se enciende	2,4,5,12,13,14, 17		
	entra en combustión liberando un gas y generando una luz incandescente	3		
	liberación de mucho calor, luz y gases	7		
	veo como que se quema y desprende una luz	9,11		
	la lámina desprende una luz que dura unos segundos y se apaga/ la lamina desprende una luz y luego se apaga/ desprende una luz que dura un tiempito y se apaga	10,21,22,23,24, 25,26,27,29,30		
	Hasta llegar al rojo vivo. El metal siguió emitiendo dicha luz hasta consumirse	15		
	produce una luz muy brillante y una temperatura relativamente alta	16		
	Mientras eso ocurrió se libero humo	18		

Tabla 15: Registro de expresiones utilizadas por los alumnos en la resolución de la actividad 3 (R3) (continuación)

Categorías	Expresiones	Alumnos	Alumnos	%
Producto final	Polvo blanquecino/sólido pulverizado blanco/polvo/polvo blanco-gris/ sustancia polvorienta	1,3,4,5,6,10,11,12,13,15,19,20,21,22,23,25,26,28,29	Todos menos 8,16,18	90
	Cenizas/cenizas blancas	2,9,22,24,26,29		
	Sólido blanco/residuo sólido blanco opaco/ residuo blanco medio gris/ material resultante/residuos	3,7,10,12,17,20,22,24,27,28,29,30		
	El magnesio se oxido	4		
	Se desprendieron como pequeñas "láminas o escamas"	14		
Materiales	Mechero	1,4,5,6,13,15,17,23,27,29		33
	pinza	1,2,4,5,6,9,17,27,30		30
	Vidrio reloj/vidrio	1,2,4,5,6,7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30		87
	espátula	1,12,14,20		13
	varilla	3		3
	Tela de amianto	6		3
	Cantidades			
Inconsistencias	entra en combustión liberando un gas/ libera gas cuando se quema/ liberando un gas/ despedida de gases	3,4,7,11,15	3,4,7,11,14,15,19,20	27
	liberación de mucho calor, luz y gases	7		
	se ve un cambio físico en la lamina de metal gris	11		
	se lo muele con una espátula/ con una espátula se lo molió	14,20		
	hasta llegar al rojo vivo	15		
	al someterlo a fuego directo se prende fuego	19		
Suposiciones	una cinta que parece de metal	23	23,28	7
	lamina plateada (parece ser metal),	28		
Creencia	No se reportaron en la descripción de la experiencia			0
Seguridad	Se menciona en la utilidad del video		Ver	

En cuanto a las opiniones con respecto a la utilización del video, si bien el 100% de los alumnos opinó algo al respecto, uno solo (el 3%, alumno 18) consideró que "es preferible realizar directamente la experiencia". Cuatro alumnos (17,20,24,27), esto es el 13%, opinaron que la utilización fue positiva pero no fundamentaron la respuesta. El resto de los alumnos (84%) fundamentó la respuesta con alguna de las siguientes afirmaciones que se eligieron como representativas de esas respuestas:

- útiles para saber que va a suceder y que esperar de la sustancia expuesta al fuego.
- da una idea de lo que va a pasar y que precauciones debemos tener
- así en la experiencia estaremos mas atentos a detalles que se puedan haber pasado por alto en el video
- útil para tomar precauciones de no quemarse
- se sabe que esperar al hacer la experiencia
- observamos con más detenimiento la experiencia
- útil para reacciones desconocidas por el operador
- sabemos a lo que nos exponemos, podemos ver los peligros que pueden surgir y así somos más cuidadosos y tomamos las precauciones necesarias
- aunque sepamos el resultado hacerle no quita la sorpresa de la experiencia
- en el video se observan pequeños detalles a tener en cuenta durante el procedimiento
- útil para mejorar la experiencia
- es útil porque se ve una reacción que es lo que vamos hacer
- prevenir que es lo que va a pasar
- para poder saber que se tiene que realizar en la práctica
- para tomar precauciones, ya que la reacción es violenta
- te dice lo que vas a observar antes de la experiencia
- útil para tomar las precauciones necesarias y anticipar lo que puede ocurrir
- es muy útil como apoyo a lo que realizamos luego en el laboratorio
- es una buena herramienta usar el video de soporte de la experiencia
- en el video se observan más detalles que no lo tendríamos en cuenta en la experiencia
- serviría mucho como ayuda utilizar el video de apoyo a lo que se realiza experimentalmente

En consecuencia, los alumnos valoraron positivamente la posibilidad de tener una idea previa de la reacción que va a ocurrir. Así pueden estar más atentos a

detalles que, de hacer solo la experiencia en el laboratorio, podrían pasar inadvertidos.

En suma: **la utilización previa del video mejora la posibilidad de observación de la experiencia en el laboratorio.**

Es interesante comparar la evolución de los contenidos conceptuales las inconsistencias o errores y de los supuestos utilizados por los alumnos en las distintas experiencias:

Las palabras más relevantes utilizadas en las distintas experiencias se muestran en la tabla 16. En la tabla 17 se comparan los errores e inconsistencias y en la tabla 18 el tipo de supuestos explicitados en cada caso.

Tabla 16: Palabras clave utilizadas en las tres experiencias

Palabras	Experiencia 1	Experiencia 2	Experiencia 3
	%	%	%
Sólido/líquido	100		
Color/tinte/incoloro	100		
Tubo/Frasco/Recipiente/frasquito/vaso	93		
Mezcla/Fases	83		
Polvo/molido/pulverizado/partículas finas	80		
Solución/disolución	60		
Agua/acuoso	57		
Soluto	33		
Punto de saturación/ Sobresaturado	30		
Solvente	23		
Precipitado/Sedimento/depósito	20		
Temperatura	17		
Llama/fuego/se quema		67	67
Luz		30	67
Sólido blanco o polvo o ceniza		57	90
Alambre/metal		47	70
Mechero		43	33
Pinza		57	30
Vidrio reloj		50	87
Seguridad		37	17
Humo/vapores		10	3
Residuo		10	33
Magnesio		7	10
Sustancia/material/muestra	90	57	13
Reacción/ combustión/descomposición	10	32	50

Los únicos conceptos que aparecen en las tres experiencias son los explicitados en las dos últimas filas de la tabla 16. Las palabras: sustancia, material o muestra, fueron reemplazadas por terminología más específica (magnesio, alambre, metal) a medida que aumentaba el conocimiento de los alumnos. En cuanto al concepto de reacción, el mismo fue incorporándose más naturalmente a medida que se avanzaba con las sucesivas experiencias.

La razón por la que, entre los materiales, el vidrio de reloj haya sido más reconocido en la experiencia 3 puede atribuirse al hecho de que el mismo se rompió durante la experiencia de laboratorio, contrariamente a lo que pasó en la experiencia mostrada en el video.

El reconocimiento de la luz que genera la combustión del magnesio fue más evidente en la experiencia del laboratorio que en la del video. Similarmente, la descripción del producto mejoró en la experiencia de laboratorio dado que los

detalles se podían apreciar mejor que en el video, tal como lo explicitaron algunos de los alumnos participantes.

Tabla 17: Errores e inconsistencias detectados en las tres experiencias

Errores e inconsistencias		
Experiencia 1	Experiencia 2	Experiencia 3
<p>El 43% de los alumnos explicitó supuestos que mostraron errores conceptuales o metodológicos tales como:</p> <p>Incorrecta utilización de los conceptos de sobresaturación y de dilución</p> <p>Formulación de un supuesto en base a una creencia (el alumno 2 dice: "creo que por eso se deposita un poco en el fondo")</p> <p>Formulación de un supuesto de composición (pureza) a partir de la observación de un precipitado (alumno 30).</p>	<p>Un 30% de los alumnos mostró inconsistencias o errores tales como:</p> <p>Confundir cambio químico con cambio físico</p> <p>Nombres de algunos materiales de laboratorio</p> <p>Errores de interpretación del porqué de la modificación de la llama</p>	<p>Un 27% de los alumnos mostró inconsistencias o errores tales como:</p> <p>Confusión entre gas y humo</p> <p>Errores en la asignación de nombres a los materiales de laboratorio</p>

El aumento del conocimiento de los alumnos permitió disminuir los errores e inconsistencias detectadas en las explicaciones que formularon por escrito.

Tabla 18: Supuestos explicitados en las tres experiencias

Supuestos		
Experiencia 1	Experiencia 2	Experiencia 3
<p>Saturación y sobresaturación (empleando mal los conceptos)</p> <p>Predicciones erróneas sobre métodos de separación</p> <p>Confusión entre disolución y dilución</p> <p>Confusión entre estado de agregación y pureza</p>	<p>Predicción de la sustancia involucrada (con aciertos en relación al magnesio y errores al confundirlo con mercurio)</p> <p>Predicción de la evolución de calor</p> <p>Sugerencias de uso de equipos (campana)</p>	<p>Tipo de sustancia asociada al reactivo</p>

A medida que los alumnos ampliaban sus conocimientos, disminuyeron los supuestos no fundamentados y se fueron transformando en predicciones macroscópicas primero (sustancias reconocidas por sus propiedades organolépticas) y microscópicas después (modelo de sustancias).

En cuanto a la asociación de variables, dado que el análisis más importante que sustenta las conclusiones de esta tesis es cualitativo, se considera que no es necesario hacer un análisis especial de los resultados cuantitativos. Esta afirmación está en concordancia con lo que Hernández Sampieri y otros (2003) plantean:

*“las descripciones del contexto deben ser completas y profundas, además de estar vinculadas por el investigador con las relaciones entre categorías”.....”La calidad del análisis cualitativo depende del grado en que profundicemos en tales aspectos y los vinculemos con las categorías encontradas”.....”los estudios cualitativos deben ir más allá de los simples glosarios de categorías o temas y descripciones, tienen que proporcionar un sentido de entendimiento profundo”.....”El análisis nos produce conclusiones sencillas y, en otras, descubrimientos complejos. En la mayoría de los estudios cualitativos se codifican los datos para tener una descripción más completa de éstos, resumirlos, eliminar información irrelevante, realizar análisis cuantitativo y generar mayor sentido de entendimiento al material analizado”...”La codificación es clasificar y, en esencia, implica asignar unidades de análisis a categorías de análisis mediante reglas. Algunos autores la denominan categorización”....”En el análisis cualitativo, resulta fundamental darle sentido a las descripciones de cada categoría, los significados de cada categoría, la frecuencia con que aparecen las categorías y las relaciones entre categorías”....”**En el análisis cualitativo, la confiabilidad y la validez no son producto de pruebas estadísticas, sino que se originan mediante una valoración del proceso de análisis”.***

En los diagramas que se incluyen a continuación se representan algunos aspectos cuantitativos relevantes.

La figura 7 representa los errores e inconsistencias descritos en la tabla 17.

La figura 8 representa el porcentaje de alumnos que describe los estados transientes, de acuerdo con lo analizado en las tablas 7b, 9b y 15.

La figura 9 representa el porcentaje de alumnos que hizo la descripción del producto, de acuerdo con lo analizado en las tablas 7b, 9b y 15.

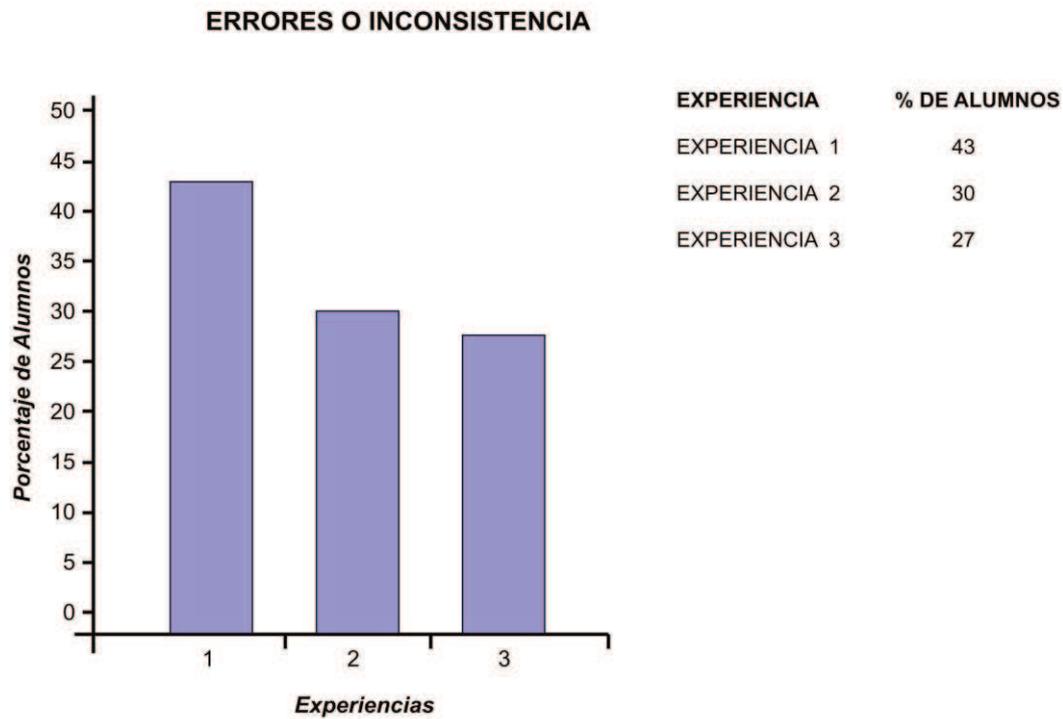


Figura 7: Errores e inconsistencias

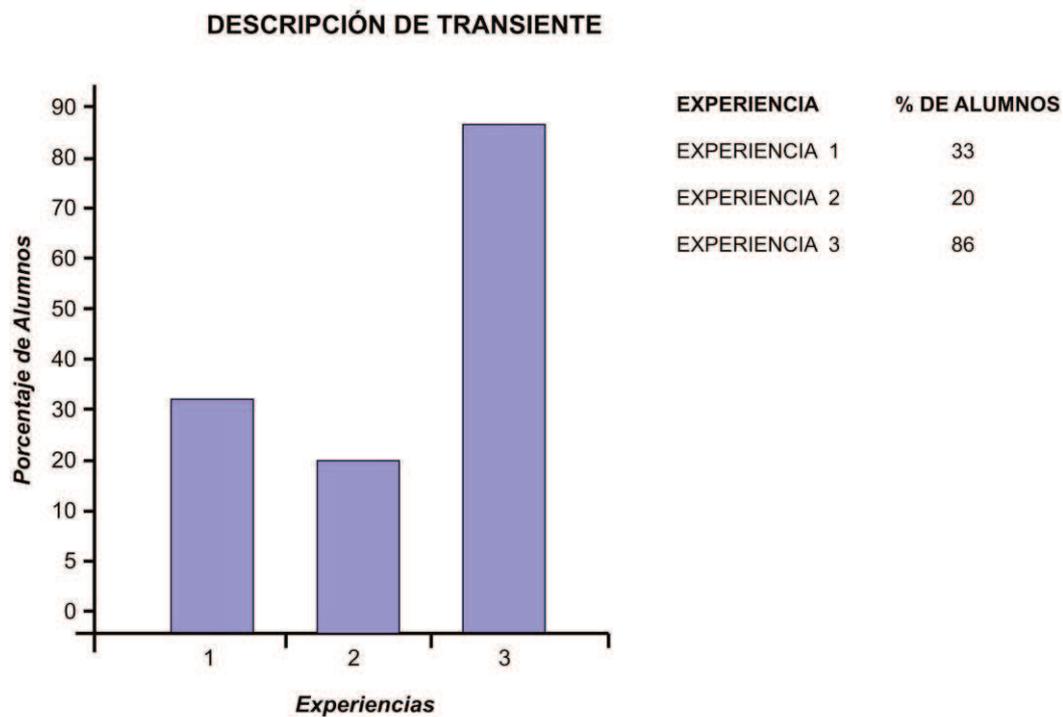


Figura 8: Descripción de estados transientes

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

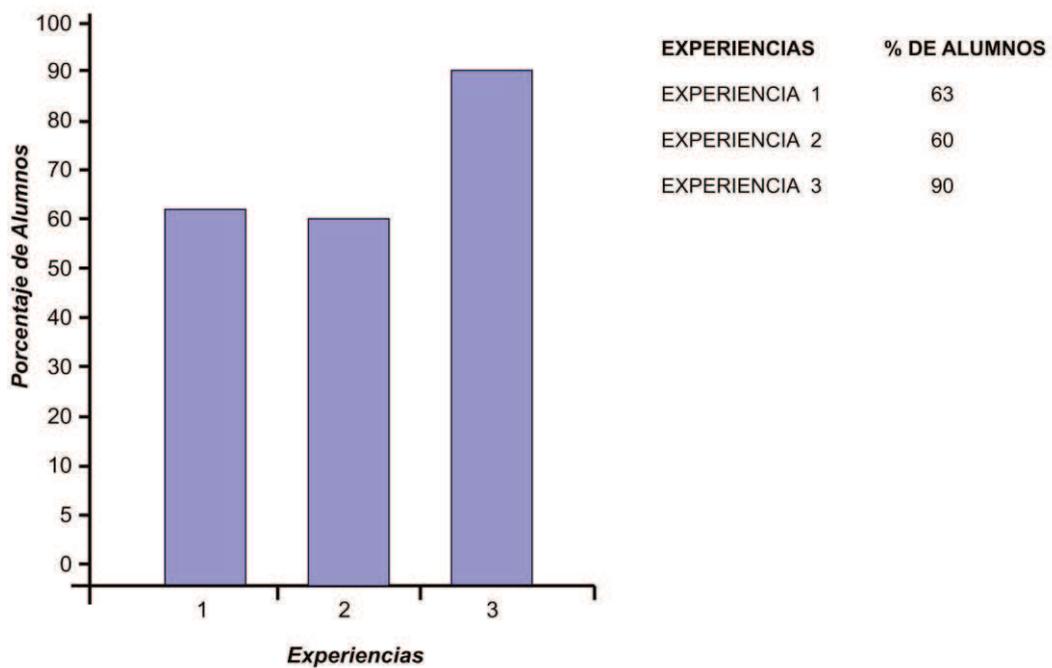


Figura 9: Descripción del producto

En la tabla 19 se resumen los resultados atendiendo a las pautas explicitadas en la tabla 2.

Tabla 19: Resumen de resultados.

Variable o sub-variable (Ref. de Tabla 1)	Tipo de registro de datos	Resultados
1	Análisis de documentos.	La planificación de Química General incluye las competencias genéricas y específicas que se pretenden lograr.
2, 3, 4, 5 y 6	Aspectos relacionados con la competencia de observación de una reacción química	100% de los alumnos ven el todo 100% de los alumnos ven la parte (al menos una) 83% de los alumnos ven el todo y las partes (al menos dos) 100% de los alumnos usan el sentido de la vista 23 % de los alumnos usan varios sentidos
7	Redes conceptuales realizadas por los alumnos en la actividad 1B	El 53% de los alumnos formula supuestos o asociaciones Los alumnos utilizaron 14 conceptos relevantes para el aprendizaje de la química El 97% de los alumnos dibujó la experiencia. De ellos, solo uno dibujó las tres instancias (inicial, intermedia y final) de la experiencia (3% del total).
8	Supuestos y asociaciones realizadas por los alumnos en la actividad 1B de observación.	30% de los alumnos utiliza el supuesto de solución saturada 16% de los alumnos utiliza el supuesto de temperatura de la solución 10% de los alumnos utiliza el supuesto de existencia de reacción química. 36% de los alumnos utiliza el supuesto de agua asociada al líquido transparente o arcilla asociada al sólido.
9, 10 y 11	Registro de observaciones de las características del entorno virtual de UNL en relación a la accesibilidad de uso de distintos recursos multimediales.	El entorno virtual utilizado tiene todas las características que corresponden a la plataforma Moodle. Los docentes de un curso pueden dar a los alumnos la accesibilidad que estimen necesaria para el cumplimiento de sus objetivos.
12, 13, 14, 15, 16 y 17	Registro de observaciones de características de la experiencia diseñada para el entorno virtual y registro de la accesibilidad de los alumnos al entorno virtual	La plataforma virtual permitió el acceso a un video grabado y editado por los mismos docentes de la asignatura, sin simulaciones, presentaciones o efectos especiales, evitándose las analogías visuales y sin acciones interactivas para evitar la incorporación de imágenes, conceptos o comentarios que afectaran la toma de datos El 100% de los alumnos accedió al entorno virtual Los alumnos utilizaron 13 conceptos relevantes para el aprendizaje de la química
18, 19, 20, 21 y 22	Aspectos relacionados con la competencia de observación de una reacción química.	77% de los alumnos ven el todo 93% de los alumnos ven la parte (al menos una) 54% de los alumnos ven el todo y las partes 100% de los alumnos usan el sentido de la vista 40 % de los alumnos usan varios sentidos Los alumnos utilizaron 13 conceptos relevantes para el aprendizaje de la química

Tabla 19: Resumen de resultados (continuación).

Variable o sub-variable (Ref. de Tabla 1)	Tipo de registro de datos	Resultados
23	Redes conceptuales realizadas por los alumnos en la actividad 3B	El 77% de los alumnos formula supuestos o asociaciones
24	Supuestos y asociaciones realizadas por los alumnos en la actividad 3B	50% de los alumnos utiliza el supuesto de reacción o combustión 33% de los alumnos utiliza el supuesto de luminosidad 7% de los alumnos utiliza el supuesto de existencia de óxido.
25	Recuperación de la experiencia 2	80% de los alumnos recupera la experiencia 2.
26	Análisis de asociación de variables	<i>En el análisis cualitativo, la confiabilidad y la validez no son producto de pruebas estadísticas, sino que se originan mediante una valoración del proceso de análisis (Hernández Sampieri y otros, 2003)</i>

Conclusiones

La indagación sobre el concepto de la competencia de observación de experiencias, que se utiliza en asignaturas químicas se resume en la tabla 20.

Tabla 20: Conclusiones de la indagación sobre la competencia de observación

	Experiencia 1	Experiencia 2	Experiencia 3
Aspectos relacionados con la competencia de observación de una reacción química	100% de los alumnos ven el todo 100% de los alumnos ven la parte (al menos una) 83% de los alumnos ven el todo y las partes (al menos dos) 100% de los alumnos usan el sentido de la vista 23 % de los alumnos usan varios sentidos		77% de los alumnos ven el todo 93% de los alumnos ven la parte (al menos una) 54% de los alumnos ven el todo y las partes 100% de los alumnos usan el sentido de la vista 40 % de los alumnos usan varios sentidos
Redes conceptuales realizadas por los alumnos	El 53% de los alumnos formula supuestos o asociaciones El 97% de los alumnos dibujó la experiencia. De ellos, solo uno dibujó las tres instancias (inicial, intermedia y final) de la experiencia (3% del total).		El 77% de los alumnos formula supuestos o asociaciones
Nro de conceptos relevantes utilizados por los alumnos	Los alumnos utilizaron 14 conceptos relevantes para el aprendizaje de la química	Los alumnos utilizaron 13 conceptos relevantes para el aprendizaje de la química	Los alumnos utilizaron 13 conceptos relevantes para el aprendizaje de la química
Supuestos y asociaciones realizadas por los alumnos	30% de los alumnos utiliza el supuesto de solución saturada 16% de los alumnos utiliza el supuesto de temperatura de la solución 10% de los alumnos utiliza el supuesto de existencia de reacción química. 36% de los alumnos utiliza el supuesto de agua asociada al líquido transparente o arcilla asociada al sólido.		50% de los alumnos utiliza el supuesto de reacción o combustión 33% de los alumnos utiliza el supuesto de luminosidad 7% de los alumnos utiliza el supuesto de existencia de óxido.

En cuanto al objetivo general planteado:

Indagar acerca de la estrategia de utilización del entorno virtual para el desarrollo de la competencia específica de observación de experimentos en la asignatura Química General (Química de primer año universitario de carreras relacionadas con la química en FIQ-UNL)

Puede concluirse que el mismo fue alcanzado ya que se pudo corroborar que, en determinadas condiciones, la utilización del entorno virtual puede contribuir al desarrollo de la competencia de observación de experimentos.

Para que el objetivo se alcance, se requiere que los contenidos multimediales sean discutidos en clase, por lo que la visualización de esos contenidos, en el caso de alumnos de primer año, debería realizarse programando una puesta en común de las observaciones de los mismos.

La observación requiere de un cierto entrenamiento. Esto está en concordancia con lo que planteaba el médico, biólogo y sociólogo Ludwik Fleck (1986), quien, luego de analizar las diferencias en las observaciones de inexpertos y de expertos decía:

“Existe un mito muy extendido sobre la observación y el experimento. El sujeto cognoscente aparece como una especie de conquistador del tipo de Julio César que gana sus batallas según el lema veni-vidi-venci. Si se quiere saber algo, se hace la observación o el experimento y listo. Incluso investigadores que vencieron en algunas batallas, creen ese cuento ingenuo cuando contemplan retrospectivamente sus propios trabajos. Conceden, como máximo, que la primera observación fue algo imprecisa, pero en todo caso, la segunda o la tercera ya fueron ajustadas al hecho”

A medida que se adquiere más entrenamiento en la observación, el observador va cambiando su enfoque desde los supuestos hacia los conocimientos. Algo que pudo ser corroborado en las experiencias planteadas dado que el número de supuestos empleados por los alumnos notoriamente al mismo tiempo que se incrementaba el uso de un lenguaje más específico para describir lo observado.

Esta situación también está en concordancia con lo que Fleck (1986) afirmaba al describir las posibles observaciones de colonias en una placa de Petri:

‘El sujeto cognoscente no es consciente, al principio, de la naturaleza hipotética de su afirmación. Aunque el enunciado mencionado anteriormente no describe una observación pura, puede expresar una observación directa, es decir, lo que se manifiesta, sin más, a una persona entrenada, al mirar la placa de agar. Un especialista experimentado, por ejemplo, un especialista en los fenómenos de variabilidad de las bacterias, no se dejará confundir por la forma distinta de todas las colonias. No se parará en las diferencias irrelevantes, sino que reconocerá al primer golpe de vista los dos tipos de colonias sin ningún análisis o hipótesis. Se podría objetar que, aunque una observación pura, es decir, libre de suposiciones no ocurre psicológicamente, tal observación es lógicamente posible e incluso necesaria como construcción posterior para la confirmación de un descubrimiento’

Los resultados de esta tesis han permitido además el rediseño de las actividades experimentales de la asignatura Química General en cuanto al aumento de la utilización de actividades multimediales que incluyen videos y simulaciones, de manera de contribuir a la mejora de la competencia de observación y descripción de cambios químicos.

En conclusión, la estrategia de utilización del entorno virtual como complemento a la enseñanza presencial, permite el diseño de actividades que mejoran la práctica de la observación de experimentos de los alumnos que cursan la primera química universitaria.

Líneas de investigación posibles a partir de este trabajo

El proyecto plantea una metodología a seguir para la mejora de la adquisición de la competencia de la observación científica, muy importante para el trabajo experimental de los alumnos que estudian química.

El diseño de actividades en entorno virtual, complementarias de actividades presenciales para el desarrollo de competencias específicas, posibilita al docente la investigación sobre sus propias prácticas, contribuyendo al replanteo de sucesivos ciclos de acción que mejoren su propia formación.

El impacto de este tipo de metodología se da tanto en la mejora de la formación de los docentes participantes de las experiencias como en el aporte de una forma de trabajo que puede adaptarse para el diseño de actividades de aula que propicien el desarrollo de otras competencias específicas que sean de interés en el campo de las ciencias naturales.

Bibliografía

Álvarez, F. y Echeverría Ezponda, J. (2000). Valores y ética en la sociedad informacional. UNED. Madrid. España.

Ausubel, D. (1976). Psicología Educativa. Un punto de vista cognitivo. Ed. Trillas. México.

Brunner, J. (2001). Escenarios de futuro: nuevas tecnologías y sociedad de la información del profesorado de ciencias. Bogotá. Colombia.

Bunge M. (1997). La ciencia, su método y su filosofía. Editorial Sudamericana. Buenos Aires. Argentina.

Chalmers, A. (1988). ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Siglo XXI Editores. Buenos Aires. Argentina.

Fleck, L. (1986). La génesis y el desarrollo de un hecho científico. Madrid. Alianza Editorial.

Flichman, E. y Pacífico, A. (1995). Pensamiento científico: la polémica epistemológica actual, curso de pensamiento científico. 1º Ed. Conicet. Buenos Aires. Argentina.

Flórez Ochoa, R (2005). Pedagogía del Conocimiento. Mac Graw Hill. Bogotá. Colombia.

Gallego Arrufat, M., Gámiz Sánchez, V. y Gutiérrez Santiusti, E. (2005). Competencias digitales en la formación del futuro docente. Propuestas didácticas. Universidad de Granada. Acceso en 2013 en: [http://www.gabinetecomunicacionyeducacion.com/files/adjuntos/Competencias digitales_en_la_formación_del_futuro_docente.Propuestas_didácticas.pdf](http://www.gabinetecomunicacionyeducacion.com/files/adjuntos/Competencias_digitales_en_la_formación_del_futuro_docente.Propuestas_didácticas.pdf).

Garriz Ruiz, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. Revista Iberoamericana de Education. 42: 127-152.

Hanson, N. (1977). Observación y explicación, guía de la filosofía de la ciencia Patrones de descubrimiento, investigación de las bases conceptuales de la ciencia. Alianza. Madrid. España.

Hempel C (1987). Filosofía de de la ciencia natural. Ed. Alianza, Madrid. España.

Henao, O. (2002). La enseñanza virtual en la educación superior. Icfes. Bogotá. Colombia.

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2003). Metodología de la investigación. McGraw-Hill. México.
- Kuhn, T. (1988). La estructura de las revoluciones científicas. Fondo de Cultura Económica. México.
- Klimovsky, G. (1994). Las desventuras del conocimiento científico: una introducción a la epistemología. A-Z editora. Buenos Aires. Argentina.
- Korte, W.B. y Hüsing, T. (2009). Benchmarking Access and Use of ICT in European Schools 2006, learning Papers, 2(1):1-6, 2007, acceso en 2012, en la URL: <http://www.elearningeuropa.info/files/media/media11563.pdf>
- Le Boterf, G. (1994). De la compétence: essai sur un attitudeur étrange. Paris, Les Editions d'Organisation.
- Llorens, J. (1991). Comenzando a aprender química. Ideas para el diseño curricular. Visor. Madrid. España.
- Minnick Santa C. y Alvermann D. (1994). Una didáctica de las ciencias. Procesos y aplicaciones. Aique Didáctica. Buenos Aires. Argentina.
- National Center for Education Statistics (2006), Internet access in the US public schools and classrooms, Washington, DC: US Department of Education, acceso en 2012 en la URL: <http://nces.ed.gov/pubs2007/2007020.pdf>
- National Science Foundation (2008), Fostering Learning in the Networked World: The Cyberlearning Opportunity and Challenge, Washington, acceso en 2012 en la URL: <http://www.nsf.gov/pubs/2008/nsf08204/nsf08204.pdf>
- Organization for Economic Cooperation and Development (2005), Education policy analysis 2004, Chapter 2. Getting returns from investing in educational ICT (pp. 48-73), Paris, France.
- Perrenoud, P. (1998). Construire des compétences dès l'école. Paris, ESF.
- Popper, K. (1994). Conjeturas y refutaciones; el desarrollo del conocimiento científico. Paidós. Barcelona. España.
- Reichenbach, H. (1954). The Rise of Scientific Philosophy. Ed. Universidad de California. Estados Unidos.
- Sabino C. (1996). El proceso de investigación. Ed. Lumen-Humanitas. Buenos Aires. Argentina.
- Souchon, C. (1987) citado en Llorens, J. (1991). Comenzando a aprender química. Ideas para el diseño curricular. Visor. Madrid. España.
- Tasker, C.R. (1981). Children's view and classroom experiences, Aust. Sci. Teach. J., 27(3):51-57.

Tobin, K. y Gallagher, J. (1987). What happens in high school science classrooms? *Journal of Curriculum Studies*, 19:549-560.

White, R.T. (1996). The link between the laboratory and learning. *International Journal of Science Education*, 18 (7):761-774.

Anexo 1:

Respuestas de los alumnos en la actividad 1

Consignas

1. Describir lo que observa en el material entregado.
2. Colocar las sustancias en el recipiente mayor, tapar, agitar y describir lo observado.
3. Escribir todas las palabras con las que podría asociar lo observado(en el orden en que naturalmente vengan a su mente)
4. Hacer un dibujo que represente todo lo observado.

Nota: a cada una de las cuatro mesadas disponibles se le entrego lo siguiente:

- un tubo de ensayos de vidrio con tapa, cuyo contenido era agua.
- un tubo de ensayos de vidrio con tapa, cuyo contenido era arcilla en polvo.
- un vaso de plástico transparente con tapa, vacío.

Registros

I.- Respuestas escritas de los alumnos en la actividad 1

*** Alumno 1**

1- En el material entregado hay; un vaso con tapa vacío y dos tubos con sustancias. En el tubo más grueso hay un líquido incoloro, que a primera vista, es similar al agua, y en el tubo fino hay un sólido, un polvo de color gris amorronado, ambos a temperatura ambiente. El tubo fino tiene polvo hasta la marca de 1,4 ml y el grueso contiene 28 ml.

2- Lo que se observa al mezclar ambas sustancia es que se obtiene una solución líquida, en un volumen de aproximadamente 30 ml de color marrón opaca, con fase sólida en el fondo, lo que podría indicar que la solución esta sobresaturada. No se observa reacción química y la temperatura no cambio.

3- Polvo, agua, solución, saturada, mezcla, cacao, reacción, líquido.

4-Realiza el esquema.

*** Alumno 2**

1-En el tubo más grande distingo un líquido muy similar al agua. Pero veo que es como un poco mas espeso.

El otro material que veo es el segundo tubo mas finito es un polvo de un tono marrón muy claro, que al moverlo se separa de forma un poco granulado.

2-Al mezclar los dos materiales vi que el polvo se disolvió rápidamente, pero no totalmente, al mover el líquido puedo quedo resto de polvo en el fondo del recipiente. En la solución el soluto esta en mayor cantidad que el solvente, creo que por eso se deposito un poco en el fondo.

3- Solución, solvente, soluto, mezcla, color parecido al quilla.

4- Realiza el esquema.

*** Alumno 3**

1-Uno es un líquido (a temperatura ambiente), incoloro. Este contenido en un tubo plástico con tapa rosca color azul, con graduaciones hasta 45 ml. El líquido ocupa un volumen aproximadamente de 27 mL. La otra sustancia es sólida a temperatura ambiente. Presenta un color entre gris y pardo. Esta contenida en un tubo plástico, ocupa 14 mL de volumen, con fondo cónico (igual que el anterior) y tapa a rosca azul. La sustancia ocupa un volumen aproximadamente de 1,4 mL.

2- Las sustancias se mezclan al punto de saturación y se deposita soluto (en exceso) en el fondo. Se forma una sustancia líquida poco mas densa, color marrón. La sustancia ocupa un volumen aproximadamente de 30 ml.

3- Una sustancia líquida (incolores) y una sustancia sólida de color gris y pardo se mezclan para dar como resultado una sustancia líquida de color marrón, sobresaturada.

4- Realiza el esquema.

***Alumno 4**

1-Se observan dos tubos plásticos, con terminalidad cónica (probablemente son de centrifuga) uno de los cuales, el mas delgado, es graduado.

En el tubo más pequeño se observa que contiene un polvo grisáceo y en el más grande un líquido cristalino.

Ambos tubos se encuentran tapados. El tubo más grande contiene 28 mL de líquido y da una capacidad de 45 mL. El pequeño vaso de plástico y tapa a rosca, tiene una capacidad de 250 mL.

2- Al mezclar ambas sustancias, la solución se torna de un color marrón claro, turbio, con un pequeño precipitación oscura insoluble. La cantidad de solución contenida es de 30 mL.

3- Solución, precipitado, insoluble, turbio.

4- Realiza el esquema.

***Alumno 5**

1-Se puede observar un vaso de 250 con tapa donde se va a preparar la mezcla y dos tubos con sustancias, una de 45 mL, cuyo contenido líquido, incoloro 25 ml dentro del tubo de 45 mL y otro sólido en polvo, que no se puede definir el color entre gris ceniza y marrón claro cuyo contenido ocupa (1,4 mL) de un recipiente de 14 mL.

2-De la mezcla de ambos contenidos en el envase mayor se puede observar un líquido color marrón (se diluyo el agua con el polvo, tomando color similar al chocolate) presentando en el fondo del recipiente muestras residuales que no alcanzan a diluirse. El contenido se ve como agua turbia.

3- No contesta.

4- Realiza el esquema.

***Alumno 6**

1- En el tubo que contiene una sustancia líquida se puede observar que es mas densa que el agua. Es un líquido transparente a temperatura ambiente de 27 mL aproximadamente. En el otro tubo se puede observar que es una sustancia sólida formada por pequeñas partículas. El tubo contiene un poquito más de 1 mL.

2- Al mezclarse ambas sustancias puede observarse que posee dos fases ya que quedan en el fondo del recipiente pequeñas partículas sólidas que no se mezclan. La sustancia obtenida es de 30 mL aproximadamente y tomo un color marrón claro.

3- Sustancia, mezcla, reacción, fases y componentes.

4- Realiza el esquema.

***Alumno 7**

1- En el primer material entregado observa un polvo de color marrón claro, es sólido. En el segundo material es un líquido a temperatura ambiente, más densa que el agua y es transparente, tiene un volumen de 28 mL.

2- Observamos un líquido de color marrón. A simple vista en solubilidad es una solución saturada con base sólida. Con un volumen de 30 mL. No se puede separar con métodos de separación, solo la base sólida a través de filtración.

3- Mezcla, fases, componentes, sistema heterogéneo, líquido.

4- Realiza el esquema.

***Alumno 8**

1- En el recipiente de menor tamaño se observa un material sólido, parecido a un polvo, el cual es liviano de color ocre, y en el de mayor tamaño observamos un líquido de color transparente, el cual se encuentra a temperatura ambiente, posee unos 28 mL aproximadamente.

2- Al mezclar ambos se observa que se forma un líquido de color marrón y en el fondo la base es un poco sólida que no llega a mezclarse totalmente. Su volumen es de 30 mL.

3- No contesta.

4- Realiza el esquema.

***Alumno 9**

1- En el material agregado se observa, en el frasquito pequeño un material sólido, en polvo de color oscuro y en el frasquito más grande contiene un líquido incoloro.

2- Al mezclar los dos contenidos se forma una sustancia heterogénea de color oscuro, de consistencia líquida, en el fondo del frasco se asientan como virutitas sólidas muy pequeñas.

3- Sustancia, mezcla, propiedades físicas-químicas, partículas, materia, estado de la sustancia.

4- Realiza el esquema.

***Alumno 10**

1- Se puede observar en el tubo mas chico una sustancia sólida de color marrón, se parece a polvo, opaca.

En el tubo más grande, una sustancia líquida, transparente.

2- Observe que el sólido se disolvió fácilmente en el líquido, formándose una sustancia perfectamente homogénea de color marrón, a simple vista no tiene olor, pasada un tiempo se forma un precipitado del soluto que casi no se ve.

3- Disolución.

4- Realiza el esquema.

***Alumno 11**

- 1- El primer recipiente se observa una sustancia líquida, incolora. En el segundo recipiente es una sustancia muy parecida al cacao, de un color marrón claro.
- 2- En el recipiente mayor se observa que la primera sustancia y la segunda se mezclaron completamente, no posee olor, y su color sigue siendo marrón claro, su consistencia también sigue siendo líquida.
- 3- Palabras asociadas: chocolatada, tierra disuelta en agua.
- 4- Realiza el esquema.

***Alumno 12**

- 1- La sustancia contenida en el tubo más grande está en estado líquido, es incolora, probablemente agua. Mientras que la del tubo pequeño se encuentra en estado sólido, molida y presenta un color marrón claro.
- 2- El líquido tomó el color del sólido al mezclarse con él, dejando un sedimento en el fondo del recipiente luego de agitar.
- 3- Reacción química, asociación, agitación, mezclado, sedimentación.
- 4- Realiza el esquema.

***Alumno 13**

- 1- En uno de los recipientes hay un líquido transparente, poco viscoso parecido al agua. Probablemente útil como solvente. En el otro recipiente un sólido pulverizado color marrón claro.
- 2- Al mezclar el sólido se comporta como soluto siendo disuelto (solución sobresaturada) por el líquido (solvente). La solución tomó el mismo color marrón claro que tenía el sólido en un principio.
- 3- Solución, sobresaturada, soluto, solvente, soluto en exceso, solubilidad, concentración.
- 4- Realiza el esquema.

***Alumno 14**

- 1- Tubo Falcon de 50 mL, se observa una solución cristalina, transparente, de una sola fase homogénea. Aproximadamente 38 mL (Mtra A). Tubo Falcon de 15 mL, se observa una sustancia sólida (aproximadamente 1 mL) de color marrón claro (Mtra. B).
- 2- Al colocar el contenido de tubo de 15 mL sobre la solución del tubo de 50 mL y agitar este queda en suspensión. Se observa una solución marrón lechoso. Al dejar reposar la mezcla precipita el sólido del tubo de 15 mL.
- 3- Sustancia, solución, fases, sistemas, líquido, sólido, mezcla, color, estado de la materia, suspensión, precipitado, separación.
- 4- Realiza el esquema.

***Alumno 15**

- 1- En el primer tubo se observa una sustancia transparente, incolora, líquida, al agitarla se pueden apreciar burbujas. En el segundo se observa una sustancia sólida, presentada como polvo de color gris amorronado.
- 2- Se puede observar que se convierte en una solución saturada con parte sólida, el color es amorronado.
- 3- Solución saturada, soluto, solvente, agua, arcilla.

4- Realiza el esquema.

***Alumno 16**

1-Tubo plástico con 32 mm de solución (líquido transparente) en recipiente se entrega cerrado.

Se suma una mezcla de 2 mm de soluto, polvo finamente granulado, (también se entrega un recipiente cerrado).

2- Se mezclan los dos elementos formando un líquido color marrón sin aumentar el volumen de la solución.

3-No contesta

4- Realiza el esquema.

***Alumno 17**

1- El primer material es una sustancia líquida, incolora, poco densa.

El segundo material es un sólido pulverizado de color gris.

2- Al mezclar ambas sustancias, el líquido disolvió el material sólido hasta saturarse, adquiriendo un color marrón, mantuvo la densidad que tenía en un principio (a mi parecer) y el material sólido que no llegó a disolverse se depositó en el fondo del vaso en forma de sedimento.

3- Disolución, saturación, mezcla, sustancia heterogénea de dos fases y con dos componentes.

4- Realiza el esquema.

***Alumno 18**

1- Uno de los tubos posee un líquido transparente con algunas burbujas al agitar, parece ser agua.

Otro de los tubos se encuentra una sustancia en polvo de color marrón, parece ser arcilla.

2- Al mezclar las dos sustancias el polvo no se disuelve completamente, quedando en la base del recipiente su color es marrón claro.

3- Chocolatada, agua con tierra.

4- Realiza el esquema.

***Alumno 19**

1- En el momento de la observación, se concluyó que uno de los recipientes posee una sustancia líquida sin presentar algún tipo de turbidez.

En el otro recipiente se encuentra una sustancia sólida, presentada en polvo, además posee un tinte amarronado.

3- Se puede observar que al momento de colocar ambas sustancias en un recipiente y agitarlos, el líquido tomó el tinte de la sustancia sólida, mezclándose de forma completa una con la otra. Quedando como estado de agregación final líquido. Presenta un olor semejante a las pinturas de casas o al yeso.

3- Mezcla, sistema homogéneo, turbidez, líquido.

4- Realiza el esquema.

***Alumno 20**

1- Lo que observo es que en uno de los frascos hay líquido, parece agua y en el otro caso un polvito de color marrón o gris oscuro.

2- Se observa al mezclar las sustancias una mezcla heterogénea. Donde dos sustancias se juntaron para formar una sola mezcla.

3- Chocolatada.

4- Realiza el esquema.

***Alumno 21**

1- Uno de los recipientes posee una sustancia líquida, de color transparente con varias burbujas, tiene un aspecto similar al agua.

El otro recipiente posee una sustancia sólida de partículas finas y de color marrón grisáceo.

2- Las dos sustancias se mezclaron pero de igual manera, una parte sedimento, Tomo un color marrón brillante. Abajo se formo una especie de arcilla.

3- Tierra, chocolatada, arcilla, barro.

4- Realiza el esquema.

***Alumno 22**

1- Se observa que el recipiente mas grande contiene una sustancia líquida, con densidad muy similar a la del agua, es incolora, el recipiente mas pequeño contiene una sustancia sólida con partículas muy finas similar al talco de color gris opaco, liviana poco denso.

2- Al mezclarlos comenzó a disolverse el sólido muy fácilmente, pero luego sedimento.

3- Agua, tierra, arcilla.

4- Realiza el esquema.

***Alumno 23**

1- Lo que observo en el material son dos sustancias, en un tubito se encuentra una sustancia líquida incolora y en el otro tubo se encuentra una sustancia sólida de un color claro.

2- Luego de colocar las dos sustancias en un solo recipiente se observa una mezcla homogénea, o sea se mezclan dos componentes pero solo podemos observar una sustancia o una fase, que toma el color de un marrón claro.

3- Sólido, líquido, incoloro, turbio, recipiente, mezcla.

4- Realiza el esquema.

***Alumno 24**

1- Observo dos sustancias distintas, uno en estado líquido y otra en sólido.

2- Luego de hacer el procedimiento, se formo una sustancia acuosa.

3- la sustancia sólida se diluyo totalmente en la líquida formando una sola.+

4- Realiza el esquema.

***Alumno 25**

1- El de mayor tamaño posiblemente sea agua que funcionara como diluyente de la muestra que se encuentra en el de menor tamaño.

En este encontramos una muestra en polvo, que no sabría especificar de que naturaleza.

2- La muestra sólida (soluto) se diluyo en el solvente. El color es marrón opaco. La solución parece estar saturada (precipita en el fondo parte del soluto).

3- Disolución, mezcla.

4- Realiza el esquema.

***Alumno 26**

- 1- Polvo color marrón claro, líquido transparente, solvente, soluto.
- 2- Solución líquida color marrón (similar a una leche con chocolate), con restos de sedimento abajo, solución sobresaturada. Cierta pesadez en el líquido.
- 3- No contesta.
- 4- Realiza el esquema.

***Alumno 27**

- 1- En los dos tubos se observa dos sustancias distintas en estado de agregación distintas, uno líquido y otro sólido de color marrón.
- 2- Al hacer la mezcla de los dos componentes se puede ver como resultado una mezcla homogénea de color marrón.
- 3- No contesta.
- 4- Realiza el esquema.

***Alumno 28**

- 1- Uno de los materiales entregados es sólido y de color marrón, sustancia en polvo. En la segunda observo un líquido cristalino incoloro.
- 2- Al colocar las sustancias en el recipiente observamos que el agua tomó el color marrón de la sustancia sólida y al agitarlo no se disolvió todo.
- 3- Agua con quilla.
- 4- Realiza el esquema.

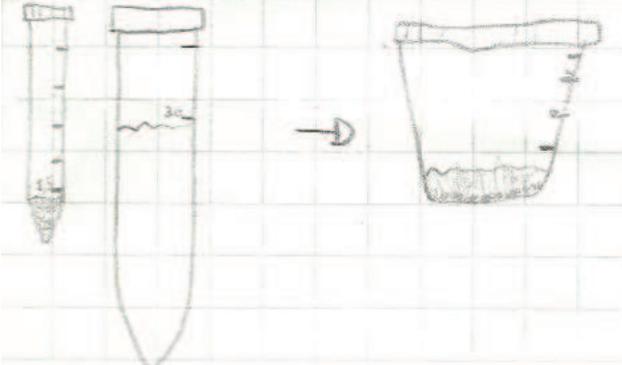
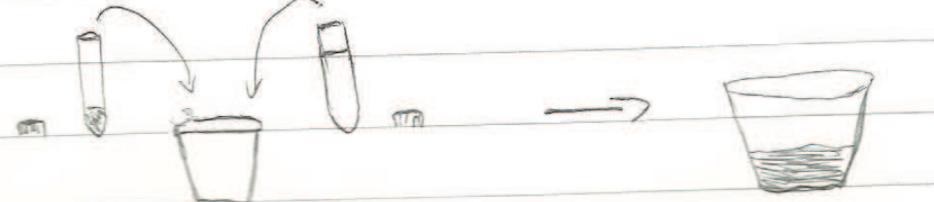
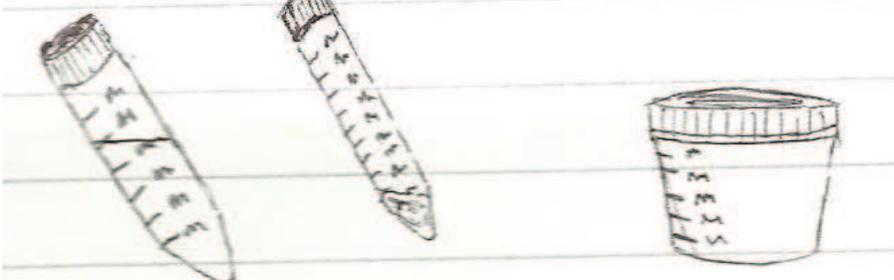
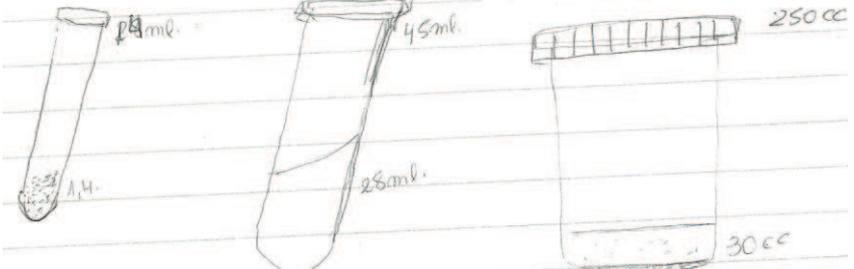
***Alumno 29**

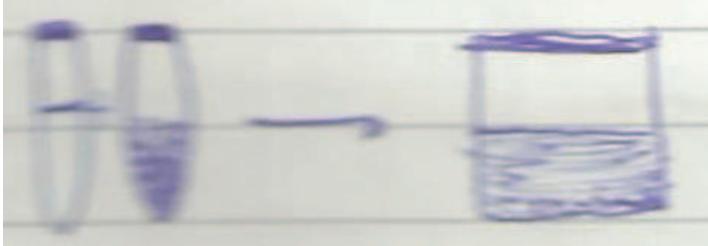
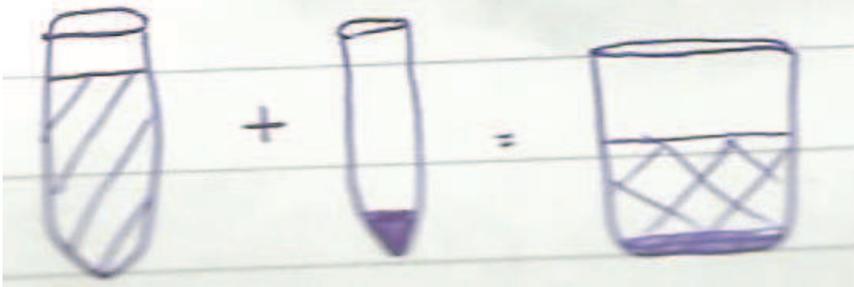
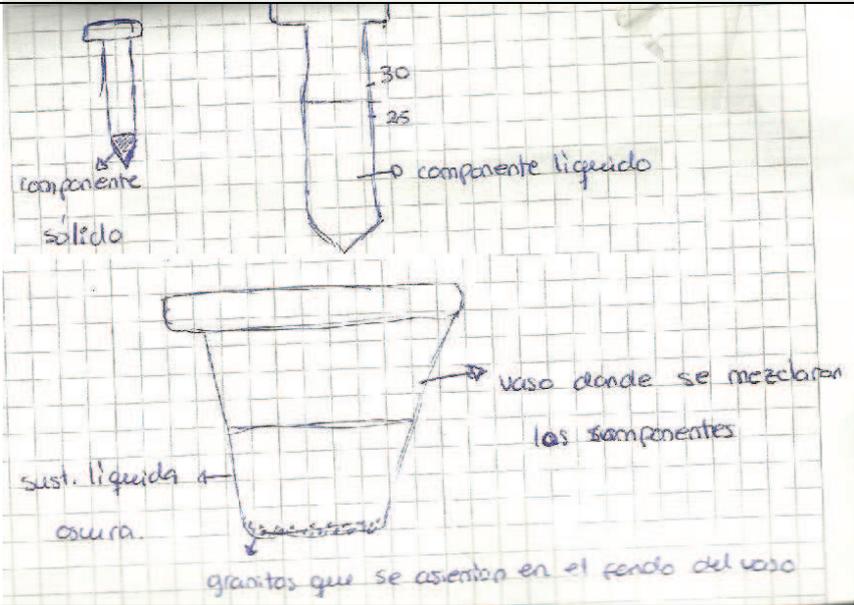
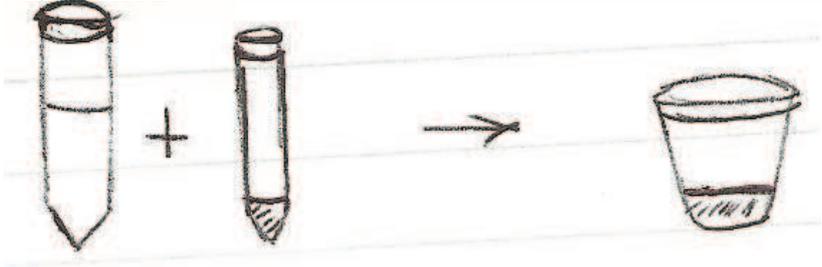
- 1- En el recipiente mayor hay una sustancia líquida que puede ser agua, y en el recipiente de menor tamaño hay una sustancia sólida en polvo.
- 2- Parte de la sustancia sólida se disolvió en el líquido, pero el solvente al saturarse de soluto, hizo que este se depositara en el fondo, formando así una mezcla heterogénea.
- 3- Mezcla, solución, saturado, parece cacao.
- 4- Realiza el esquema.

***Alumno 30**

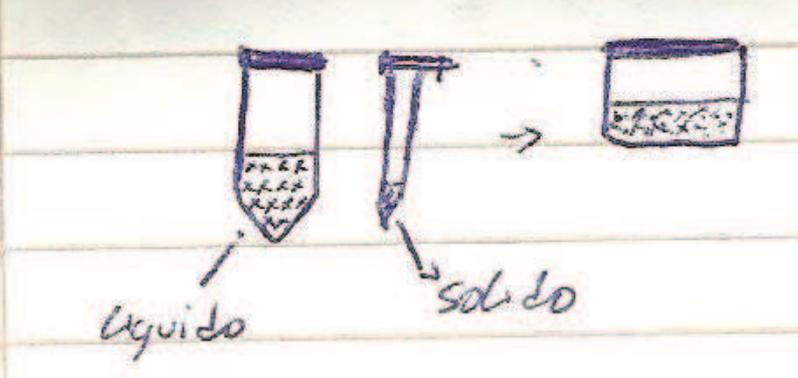
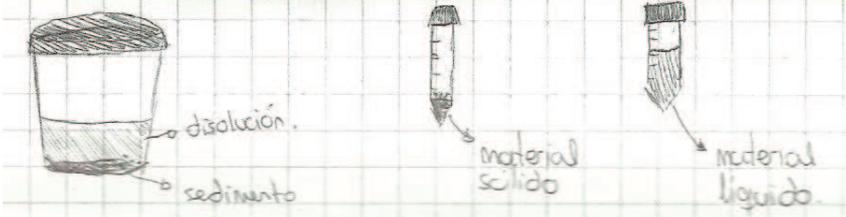
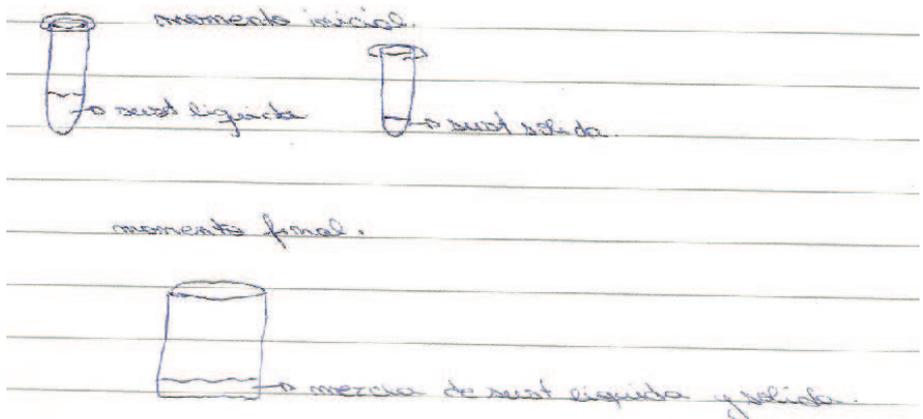
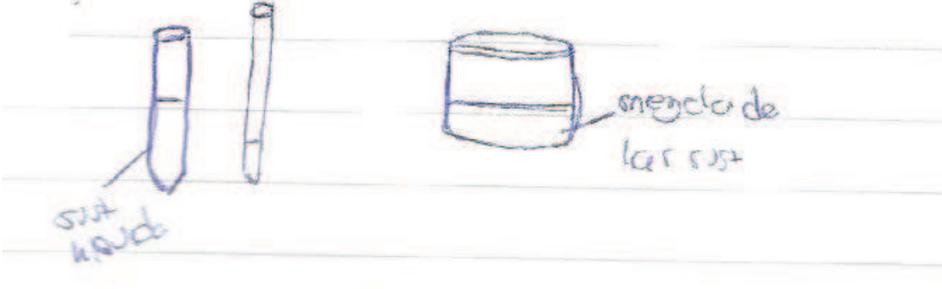
- 1- En un tubo de 14 mL se observa una sustancia desconocida, sólida, en polvo y de color marrón claro.
Y en el tubo de 45 mL se observa un líquido, también desconocido, incoloro.
- 2- Al colocar ambas sustancias en el recipiente mayor y agitarlas, se observa que se mezclan y dan como resultado un líquido de color marrón. Sin embargo, por lo visto, en el fondo del frasco se observa un precipitado, lo que hace suponer que el sólido no era puro.
- 3- Mezcla, soluto, solvente, solución.
- 4- Realiza el esquema.

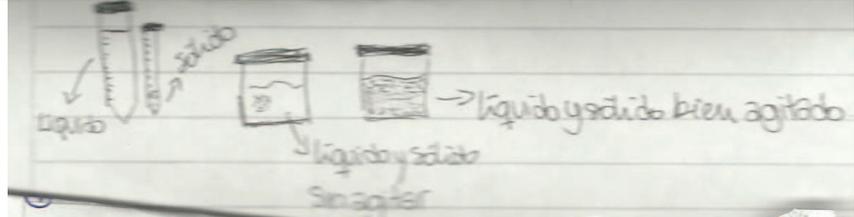
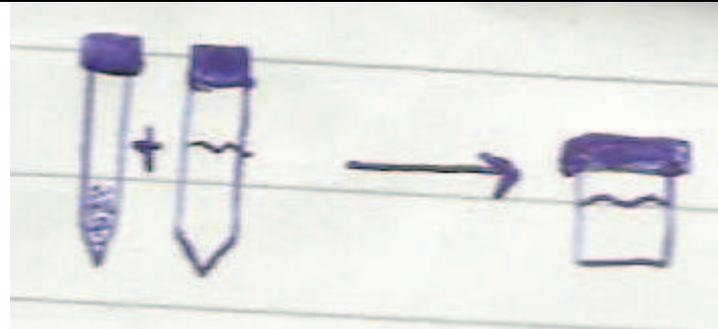
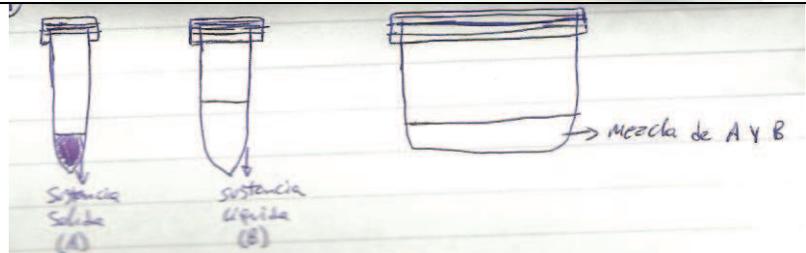
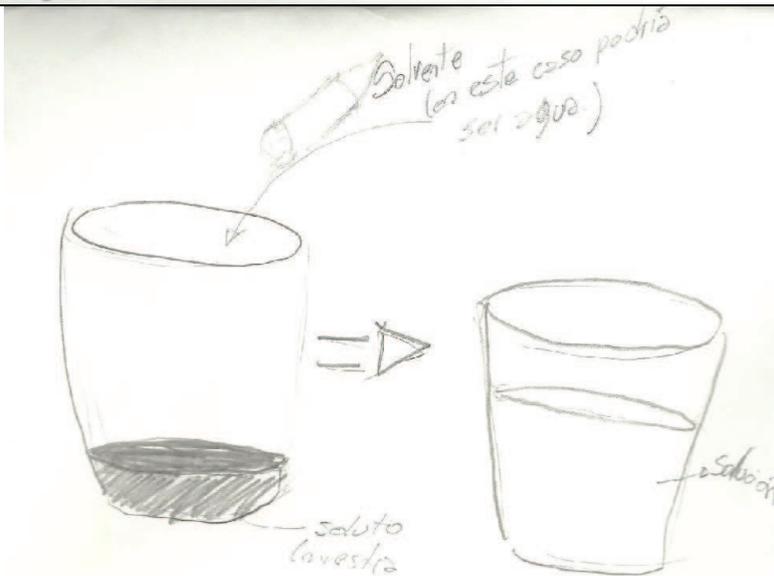
II. Esquemas dibujados por los alumnos

Alumno	Esquema de la experiencia
1	 <p>A hand-drawn diagram on grid paper. On the left, a small test tube contains a substance. An arrow points to a larger test tube with a wavy line and the number '30' written on it. A second arrow points to a beaker on the right, which contains a substance at the bottom.</p>
2	 <p>A hand-drawn diagram on grid paper. On the left, a beaker is partially filled with a substance. An arrow points to a smaller beaker on the right, which is also partially filled with a substance.</p>
3	 <p>A hand-drawn diagram on grid paper. On the left, two test tubes are shown with arrows pointing to a beaker. A second arrow points from this beaker to another beaker on the right, which contains a substance.</p>
4	 <p>A hand-drawn diagram on grid paper. On the left, two test tubes are shown with markings. On the right, a beaker is shown with markings.</p>
5	 <p>A hand-drawn diagram on grid paper. On the left, a test tube is labeled '1.4 ml.' and '1.4 ml.'. In the middle, a test tube is labeled '45 ml.' and '28 ml.'. On the right, a beaker is labeled '250 cc' at the top and '30 cc' at the bottom.</p>

Alumno	Esquema de la experiencia
6	
7	
8	
9	
10	

Alumno	Esquema de la experiencia
11	
12	
13	
14	
15	

Alumno	Esquema de la experiencia
16	 <p>A hand-drawn diagram on lined paper. On the left, a test tube is shown with a dashed line pointing to the word 'liquido' (liquid) and another dashed line pointing to the word 'sólido' (solid). An arrow points from the test tube to a beaker on the right, which contains a mixture of the two substances.</p>
17	 <p>A hand-drawn diagram on grid paper. On the left is a beaker with a dashed line pointing to the word 'disolución' (dissolution) and another dashed line pointing to the word 'sedimento' (sediment). To the right are two test tubes. The first has a dashed line pointing to 'material sólido' (solid material) and the second has a dashed line pointing to 'material líquido' (liquid material).</p>
18	 <p>A hand-drawn diagram on lined paper. On the left, a test tube is labeled 'recipiente' (container) and contains 'sust. líquida' (liquid substance). In the middle, another test tube is labeled 'recipiente' and contains 'sust. en polvo' (powdery substance). On the right, a beaker is labeled 'Mezcla de las dos sust.' (mixture of the two substances) and 'sedimentos' (sediments).</p>
19	 <p>A hand-drawn diagram on lined paper. At the top, two test tubes are shown under the heading 'momento inicial' (initial moment). The first is labeled 'sust. líquida' (liquid substance) and the second is labeled 'sust. sólida' (solid substance). Below this, under the heading 'momento final' (final moment), is a beaker labeled 'mezcla de sust. líquida y sólida' (mixture of liquid and solid substances).</p>
20	 <p>A hand-drawn diagram on lined paper. On the left, two test tubes are shown, with a dashed line pointing to the word 'sust. líquida' (liquid substance). On the right, a beaker is shown with a dashed line pointing to the word 'mezcla de las sust' (mixture of the substances).</p>

Alumno	Esquema de la experiencia
21	
22	
23	
24	
25	

Alumno	Esquema de la experiencia
26	
27	
28	
29	No realiza esquema
30	

Anexo 2:

Respuestas de los alumnos en la actividad 2

Consigna

Observar el video (es una reacción química) y describir todo lo observado.

Registros

*** Alumno 1**

Lo único que se alcanza a diferenciar, como una combustión de una determinada sustancia, se observa un espectro de luz de color naranja claro y el cambio completo de una sustancia a otra.

*** Alumno 2**

Primero que no se cumplen las medidas de seguridad personales, segundo se ve que al parecer en un vidrio reloj hay como un líquido, al que le acercan una llama, con la que se prende fuego, también a una persona que con una pinza sostiene como un alambre o algo así que al contacto con la llama forma un haz de luz, el experimento sigue hasta que lo del vidrio reloj se consume, y queda como resto unas cenizas blancas o algo así.

*** Alumno 3**

Un individuo en un laboratorio expone una especie de alambre (probablemente de magnesio) a la llama de un mechero. La sustancia se descompone emitiendo gran cantidad de luz blanco-azulada. Como resultado de la reacción, se obtiene un residuo de color blanco (difícil de interpretar por la calidad del video), de aproximadamente un tercio del volumen original.

***Alumno 4**

Lo que se realiza es prender, un material, el cual al aplicarle fuego, este eleva su llama, hasta el punto en que se incinera por completo y se lo deja sobre un vidrio reloj, en el se va a poder observar que este material que le aplicamos calor, se convirtió en polvo.

***Alumno 5**

Prender el fuego, llama grande, cenizas.

Se prende fuego un instrumento químico, luego la llama se hace mas grande y repentinamente se apaga. Quedan las cenizas sobre la mesa que son tocadas con otro instrumento.

***Alumno 6**

Es un elemento metálico que tiene un punto de fusión, con ayuda de un mechero, pinza, plato reloj, se puede observar en esta experiencia.

***Alumno 7**

Se ve una pinza la cual esta sujetando algo, en la mesada hay combustible el cual es encendido, explota lo que esta en la pinza parece ser un termómetro que al calentarse despidió mercurio. Hay desprendimiento, parece ser humo.

***Alumno 8**

Un científico con una pinza sosteniendo un pequeño objeto alargado, enciende una llama y expone el material a ella. Este empieza a arder con una gran liberación de luz, y cuando termina la combustión, queda un residuo blanco, como ceniza, que es colocado sobre un vidrio reloj.

***Alumno 9**

Se ve un anillo de cero y una llama, el anillo acercado por una persona a la llama, luego la punta se enciende. Cuando la llama finaliza, queda en la punta del anillo un material gris que después lo dejó encima del vidrio reloj, al tocarlo con la punta, dicho material se deshizo hasta convertirse en polvo.

***Alumno 10**

En el video se observa que el material que se pone en contacto con el fuego, se quema rápidamente. Se genera una reacción de combustión. Cuando termina de quemarse se observa que lo único que quedó en el vidrio reloj son cenizas. Era una sustancia que reacciona con el fuego.

***Alumno 11**

Con una pinza toma una mecha, luego la calienta o la prende con un mechero, se quema y cae sobre un vidrio reloj, al apagarse y termina.

***Alumno 12**

La persona enciende el mechero para luego exponer una muestra, la cual se consume totalmente en el fuego produciendo una reacción.

***Alumno 13**

Elemento que al contacto con el fuego provoca luz y cambios físicos en la materia.

***Alumno 14**

Sostiene una pinza que sujeta un objeto "x", en un plato provoca una combustión, y acerca el objeto "x", la combustión disminuye transformando un vapor y del objeto "x" quedan restos de cenizas color blanco.

Cuando se hizo contacto del objeto con la llama provoca una luz muy potente.

***Alumno 15**

Una pinza con algo en la punta, material sólido parecido a un fósforo, lo acercan a la llama y se enciende y se hace una luz grande y luego se apaga, al tocarlo con la mesa se desarma con una espátula lo desarma y desparrama.

***Alumno 16**

Se enciende el mechero y a la llama se acerca un elemento inflamable, que al calentarlo se enciende, quedando como desecho un material blanco.

***Alumno 17**

Guardapolvo, pinza, mechero y elemento que se calienta. Se pudo ver la combustión de un elemento, el cual no pude llegar a distinguir. Al final del video nuestra el elemento totalmente calcinado.

***Alumno 18**

Se calienta un elemento o sustancia, el cual genera una luz, una incandescencia hasta que dicha sustancia combustión por completo y queda reducida a un sólido blanco en forma de polvo (al tocarlo suavemente con una varilla).

***Alumno 19**

Alumno, incineración, desechos de experimentación en la mesada de trabajo, desechos sólidos, falta de guantes de protección, pinza de crisol, mechero, llama excesivamente alta.

***Alumno 20**

Veo cenizas al final, previamente un ansa puesta en un mechero. No se tienen en cuenta las medidas de seguridad, por la falta de guantes y gafas. El operario se expone directamente a la llama que combustiona. Se produce una gran explosión y como se dijo antes, la sustancia se transformo en cenizas.

***Alumno 21**

Llama gigante dan humos blancos, y cuando se apaga se forma una sustancia sólida blanca, que es desparramada con un utensilio y se ve hecho polvito.

***Alumno 22**

Una persona vestida con guardapolvo pero sin guantes, sostiene en su mano derecha una pinza de crisol que a su vez sostiene un elemento sólido. Luego con su mano izquierda acerca un fósforo a la mesada en donde hay esparcido un liquido inflamable no contenido en ningún recipiente. El liquido larga una llamarada que entra en contacto con el objeto sólido sostenido por el crisol y lo desintegra en cuestión de segundos. Al final se observa que la llamarada se detiene y lo que resulta del sólido desintegrado es depositado en el líquido esparcido en la mesada, pero este no se disuelve en el líquido.

***Alumno 23**

- . Carbonización de un material
- . Aplicación del fuego en el laboratorio, mediante un mechero.
- . Como medida de seguridad, utilización de una pinza metálica para sostener el elemento.
- . Colocación del material hecho cenizas sobre un elemento de vidrio, para posible pesada posterior.

***Alumno 24**

En el video podemos observar que la persona toma con una pinza una lámina de algún material y la acerca al fuego hasta que este se funde totalmente. Al fundirse se ve que este queda de otro color y de otra textura, totalmente diferente.

***Alumno 25**

- . La persona no utiliza guantes y no se ve bien si tiene guardapolvos o no.
- . Enciende la muestra con un trozo de papel encendido.
- . Realiza la calcinación fuera de la campana de extracción, cuando la misma desprende vapores importantes.
- . Coloca los residuos sobre un vidrio reloj y no espera que se enfríen. Podría romperse.
- . Podría estar calcinando un trozo de magnesio.

***Alumno 26**

Se calienta una varilla que se enciende espontáneamente o someterse a una llama directa, sin ninguna medida de seguridad.

La varilla encendida se coloca sobre un vidrio reloj y luego los restos se tocan con un pequeño alambre.

La varilla posiblemente sea de algún metal alcalino, Ho alcalino terreo, ya que la misma se sujeta con una pinza, para evitar el contacto directo con la mano.

***Alumno 27**

Un hombre con guardapolvo, en un laboratorio con un mechero, vidrio reloj, pinza, hace deshacer algo al prenderlo fuego, este se deshace totalmente, y al tocarlo con la pinza u otro objeto se deshace mas. Este descuida algunas medida de seguridad como el uso de guantes y trabajar bajo una campana de seguridad.

***Alumno 28**

Guardapolvo, mechero, pinza, vidrio reloj, material inflamable, resaca de material tratado.

Elemento sostenido por pinza, se lo lleva al fuego y cambia de temperatura hasta el punto máximo de ella.

***Alumno 29**

Visualizo una reacción química a partir del calentamiento de un material, con emisión lumínica y muy probablemente desprendimiento de calor. El sujeto que llevo a cabo la experiencia no respetaba las medidas de seguridad para trabajar con fuego.

***Alumno 30**

- . Se enciende un mechero.
- . Con una pinza se sostiene (algo=, y se calienta en el fuego y se coloca en un vidrio reloj.

Anexo 3:

Respuestas de los alumnos en la actividad 3

Consignas

- 1- Describir lo observado.
- 2- Comparar el video con la experiencia.
- 3- Si utiliza todos los sentidos, podría ampliar la descripción hecha en la pregunta 1?
- 4- Opine si es útil ver el video previo a la experiencia y porqué.

Registros

*** Alumno 1**

- 1- Se expuso una sustancia sólida al mechero (sostenida por una pinza) hasta que entro en combustión, en ese momento se la saco de la llama y deposito en un vidrio reloj hasta finalizada la combustión luego con una espátula se la esparció y se pudo observar que y había adoptado la forma de un polvo blanquecino.
- 2- En el video la sustancia tardo más en entrar en combustión comparada con la experiencia, debido a que la sustancia se encontraba en la parte más alta de la llama. Además en la experiencia cuando la combustión se termino el vidrio reloj se partió.
- 3- En la experiencia se puede ver claramente como la sustancia va descomponiéndose.
- 4- Es útiles para saber que va a suceder y que esperar de la sustancia expuesta al fuego.

*** Alumno 2**

- 1- Se calienta una lamina hasta que la misma se prende fuego, luego se la coloca sobre un vidrio reloj, siempre tomándola con pinza, y cuando concluye la reacción se puede observar que la lamina quedo reducida a cenizas.
- 2- En el video como en la experiencia la lamina reacciona con el calor transformándose en cenizas.
- 3- Si, ya que se podría saber mas características.
- 4- Si, ya que nos da una idea de lo que va a pasar y que precauciones debemos tener.

*** Alumno 3**

- 1- Se observa que al colocar sobre la llama un sólido, entra en combustión liberando un gas y generando una luz incandescente además de un sólido blanco.
- 2- Al experimentar la reacción se puede apreciar mejor la intensidad de la luz generada.
- 3- No sentí un aroma especial, se puede observar con ayuda de una varilla que finaliza como un sólido pulverizado blanco.
- 4- Es útil ver el video con el fin de tener una idea previa de la reacción que va a ocurrir. Así en la experiencia estaremos mas atentos a detalles que se puedan haber pasado por alto en el video.

***Alumno 4**

- 1-Sujetamos un trozo de cinta de magnesio (color gris metal) con una pinza. Lo acercamos al mechero hasta que se prenda fuego. Lo colocamos sobre un vidrio reloj. Comenzó a verse una luz intensa blanca y luego se deshizo y se produjo un polvo blanco.
- 2- En la experiencia demoro más tiempo en prenderse fuego.
- 3-El magnesio se oxido al calentarse paso a Mg^{+2}
- 4- Para mi es útil para tomar precauciones de no quemarse pero en si la experiencia no es muy compleja para entenderla.

***Alumno 5**

- 1-Lo que se puede ver en la experiencia es que pusimos con una pinza un trozo de sólido en la llama de un mechero hasta que comenzara a arder liberando gran cantidad de luz y dando chispazos.
- 2-Lo que se ve en el video es casi igual que la experiencia salvando de que al poner el sólido ardiendo en el vidrio reloj este se rompió.
- 3-Si, utilizando todos los sentidos se podría decir que un sólido gris brillante arde con llama naranja. Además libera gas cuando se quema y el residuo que queda es un polvo blanquecino.
- 4- Es útil ver el video porque se sabe que esperar al hacer la experiencia.

***Alumno 6**

- 1-Con una pinza se sostuvo un sólido y se lo llevo a calentar al mechero, se produce una llama y se deja en un vidrio reloj, este sobre una tela de amianto y se observa que es sólido ya no es el mismo sino que pasa a ser como polvo.
- 2-En el video ocurre lo mismo; pero en la experiencia no se separó una parte del sólido como en el video.
- 3-Si es útil, porque observamos con más detenimiento la experiencia.
- 4- Si al sólido lo hubiéramos tocado para sentir su textura; y al final ver lo observado.

***Alumno 7**

- 1-El alambre combustiona al ser sometida a una llama lo suficientemente fuerte. Se produce liberación de mucho calor, luz y gases. El residuo es un sólido color blanco opaco.
- 2-En el video se produce la combustión más rápido y el vidrio reloj no se rompe.
- 3-Podría utilizar los sentidos de gusto y olfato, pero me intoxicaría.
- 4- Es útil para reacciones desconocidas por el operador. Seria una forma practica de saber que esperar al momento de la reacción.

***Alumno 8**

- 1-Se observo una reacción muy exotérmica. Además una especie de explosión y por lo tanto se la considera como muy violenta.
- 2-La experiencia fue un poco mas brusca y tardo mas tiempo en llevarse a cabo a diferencia del video donde fue mas instantánea.
- 3-Sí, pero los sentidos que más imputa es la vista.

4- Es muy útil ver el video antes de la experiencia porque de esta manera sabemos a lo que nos exponemos, podemos ver los peligros que pueden surgir y así somos más cuidadosos y tomamos las precauciones necesarias.

***Alumno 9**

1-Observo que hay un metal sostenido por una pinza y la colocamos directo al fuego, en contacto con la llama, veo como que se quema y desprende una luz, al terminar de consumirse quedan cenizas blancas en el vidrio reloj, una consistencia completamente diferente al principio.

2-Tanto el video como la experiencia dieron el mismo resultado, salvo que en la experiencia se quebró el vidrio reloj y tardo un poco más de tiempo, ya que el operador lo coloco en un lugar de la llama que no correspondía.

3-Quizás si, sabría el gusto, la consistencia, el olor, etc.

4- Para mi es útil, ya que podemos saber como proceder, a que atenernos, igualmente aunque sepamos el resultado hacerle no quita la sorpresa de la experiencia.

***Alumno 10**

1-Al calentar la lámina del metal durante un cierto tiempo se observa que en un punto determinado, la lámina desprende una luz que dura unos segundos y se apaga. Una vez terminada esta situación, se coloca en el vidrio reloj, y la que se observa es un sólido de color blanco en polvo.

2-En la experiencia se puede observar mejor el sólido obtenido. En el video no se alcanza a notar en que parte de la llama se debe colocar la lámina para que se produjera la combustión.

3-Si, podría.

4- Si es útil, porque en el video se observan pequeños detalles a tener en cuenta durante el procedimiento, y además nos indica como realizar dicha experiencia. Detalles como; en que parte de la llama ubico la lámina y en que momento dejo la lamina sobre el vidrio reloj.

***Alumno 11**

1-Una lamina de metal es sometida al fuego, este libera calor y provoca luz, al depositarlo en el vidrio reloj se ve un cambio físico en la lamina de metal gris, quedando polvo blanco liberando un gas.

2-Las dos experiencias son iguales.

3-No contesta.

4-Creo que es útil para mejorar la experiencia.

***Alumno 12**

1-Se coloco una lámina de metal a la llama directa hasta que el mismo reacciono, se lo puso luego en el vidrio reloj y no se lo toco hasta que la reacción finalizo. Después se fue tacando el material resultante de la reacción con una espátula y observo que se volvió un polvo blanco-gris.

2-En el video a pesar de que se vio bien el procedimiento, se aprecio mejor cuando hicimos la experiencia. Se pudo observar con detalle el producto de la reacción.

3-Si, se podría decir si largaba algún aroma o también podría decir como es el material resultante al tocarlo.

4- Si es útil porque se ve una reacción que es lo que vamos hacer.

***Alumno 13**

1-En el video se puede observar que al calentar un trozo sólido con el mechero, el fuego se intensifica el sólido hasta un punto en el que el mismo se pulveriza (previamente depositado sobre un vidrio reloj) mientras que simultáneamente el fuego se apaga.

2-La experiencia es similar al video, ya que los instrumentos utilizados son los mismos.

3-Utilizando todos los sentidos se puede decir que cuando el trozo sólido se calienta y se deposita sobre el plato se escucha un ruido que caracteriza este hecho.

4- Es útil ya que se puede prevenir que es lo que va a pasar, además es necesario saber que es lo que se va a realizar.

***Alumno 14**

1-Se observa que se incinera un metal hasta un cierto punto. Luego de esto se lo coloca sobre un vidrio reloj hasta que se apague, se lo muele con una espátula y se observa que se desprendieron como pequeñas "láminas o escamas"

2-Al comparar ambos, se observa que en la experiencia se demora más en calentar.

3-Se puede observar que la luz que produce en la experiencia es más fuerte.

4- Es útil para poder saber que se tiene que realizar en la práctica.

***Alumno 15**

1-Se colocó una cinta de metal sobre la llama de un mechero hasta llegar al rojo vivo. Se notó un destello de luz y enseguida se lo quitó del fuego y se lo colocó sobre un vidrio reloj. El metal siguió emitiendo dicha luz hasta consumirse en una sustancia polvorienta a la vista de color blanco.

2-La experiencia se realizó exactamente igual al video, respetando las medidas de seguridad (guante y gafas) pero generando la destrucción del vidrio reloj.

3-Es probable, ya que se visualizó una despedida de gases.

4- Es recomendable mirar el video para tomar precauciones, ya que la reacción es violenta

***Alumno 16**

1-Observe que al calentar una pequeña chapita de magnesio, este produce una luz muy brillante y una temperatura relativamente alta.

2-En el video y en la experiencia no existe mucha diferencia, ya que en la experiencia lo que ocurre es que se quiebra el vidrio donde apoyó.

3-Seguramente.

4Si es útil, porque te dice lo que vas a observar antes de la experiencia.

***Alumno 17**

1-Se observó la oxidación de una cinta de Magnesio. Con una pinza se sujetó un trozo de magnesio sobre la llama de un mechero hasta que se enciende. Una vez comenzado la reacción se saca de la llama y se deja quemar sobre un vidrio reloj. Luego se observa los residuos.

2-Es igual excepto que tardó en encender y se partió el vidrio.

3-Quizás.

4- Si

***Alumno 18**

- 1- Es un metal que se prende fuego, se enciende, y se calcina. Mientras eso ocurrió se libero humo.
- 2- Es preferible la experiencia, se puede apreciar mejor.
- 3- Si, y además así conocería de que metal se trata.
- 4- Considero que es preferible realizar directamente la experiencia.

***Alumno 19**

- 1- Observamos un metal que al someterlo a fuego directo se prende fuego y se calcina en un polvo blanco.
- 2- El video es muy similar.
- 3- Si lo tocamos antes y después, notaríamos la diferencia.
- 4- Es útil para tomar las precauciones necesarias y anticipar lo que puede ocurrir.

***Alumno 20**

- 1-Se coloco una lámina de metal a la llama y el mismo reacciona, se lo puso luego en el vidrio reloj. Después al material resultante de la reacción con una espátula se lo molió y se observo que se volvió un polvo blanco-gris.
- 2- Se pudo observar más con detalle en la experiencia.
- 3-Lo que nos da mayor información es la visión.
- 4- Si es útil.

***Alumno 21**

- 1-Al calentar la lamina del metal durante un cierto tiempo se observa, la lamina desprende una luz y luego se apaga. Una vez terminada esta combustión, se coloca en el vidrio reloj, y la que se observa es un sólido de color blanco en polvo.
- 2-En la experiencia se puede observar mejor el sólido obtenido, cosa que en el video no se ve muy bien.
- 3- Podría ser.
- 4- Si es útil, porque en el video se observan pequeños detalles a tener en cuenta durante el procedimiento, y además nos indica como realizar dicha experiencia.

***Alumno 22**

- 1-Se calienta la lámina de un metal durante un cierto tiempo y se observa que en un punto, el metal desprende una luz muy fuerte y se apaga. Una vez terminada esta reacción, se coloca en el vidrio reloj, y la que se observa es un sólido de color blanco en polvo.
- 2-En la experiencia se puede observar mejor el residuo que parece cenizo. En el video no se ven los detalles
- 3-El sentido que mas se utiliza en este caso es la vista, el uso de otros sentidos no se si me daría mas datos.
- 4- Si es útil, porque en el video se observan pequeños detalles a tener en cuenta durante el procedimiento, y además nos indica como realizar dicha experiencia.

***Alumno 23**

- 1- se calienta en la llama del mechero una cinta que parece de metal, y al combustionar emite luz. Luego que cesa la combustión la apoyamos sobre el vidrio reloj y se deshace como un polvo blanquecino.
- 2-En la experiencia podemos ver más detalles que en el video.
- 3- Si usaría el olfato me podría dar más información de la reacción.
- 4-Es útil la utilización del video porque nos predice lo que vamos hacer prácticamente.

***Alumno 24**

- 1-. Se coloca una pedazo de metal en la llama y esté desprendió una luz brillante y cuando dejo de arder se coloco sobre el vidrio reloj y se vio un residuo parecido a la cenizas.
- 2-En el video a pesar de que se vio bien el procedimiento, se aprecio mejor cunando hicimos la experiencia.
- 3-No contesta.
- 4- Si es útil.

***Alumno 25**

- 1-Calentamos una lamina del metal un tiempo y se observa que la lamina desprende una luz que dura unos segundos y se apaga. Luego se coloca en el vidrio reloj, y lo que se observa es un sólido de color blanco en polvo.
- 2-En la experiencia se puede observar mejor el sólido obtenido. En el video no se alcanza a notar algunos detalles.
- 3- Me serviría utilizar otros sentidos
- 4- Si es útil, porque en el video se observan pequeños detalles a tener en cuenta durante el procedimiento, y además nos indica como realizar dicha experiencia.

***Alumno 26**

- 1-Se realiza una combustión de un trozo de metal que emite luz en la reacción y cuando esta termina queda un polvo como cenizas que se desarma sobre un vidrio reloj.
- 2- La reacción que realizamos en el laboratorio es igual a la vista en el video.
- 3- Me serviría si también utilizaría el tacto para identificar el residuo
- 4- El uso del video es muy útil como apoyo a lo que realizamos luego en el laboratorio.

***Alumno 27**

- 1-Con una pinza se tomo una lámina de metal plateado y se la acerco a la llama de un mechero, emite una gran luz y luego se apaga apoyándola sobre un vidrio reloj que se parte y queda un residuo blanco.
- 2-En el video no se alcanza a notar en que parte de la llama se debe colocar la lámina para que se produjera la combustión.
- 3-No contesta.
- 4- Si, me parece que es muy útil.

***Alumno 28**

- 1-Se quemo una lamina plateada (parece ser metal), esta emitió luz y luego se dejo sobre un vidrio reloj que se hizo polvo el residuo.
- 2-En el video se ve lo mismo pero no se distinguen algunas cosas.
- 3-En este caso solo uso la vista.
- 4- Es una buena herramienta usar el video de soporte de la experiencia.

***Alumno 29**

- 1-Al calentar la lámina del metal tiempo se observa que la lámina desprende una luz que dura un tiempito y se apaga. Una vez terminada, se coloca en el vidrio reloj, y la que se observa es un sólido de color blanco en polvo.
- 2- En la experiencia se puede observar mejor el residuo que parece ceniza. En el video no se alcanza a notar bien como se debe colocar la lámina en el mechero.
- 3- Lo que mayor información me puede dar acá es la vista.
- 4- Si es útil, porque en el video se observan más detalles que no lo tendríamos en cuenta en la experiencia.

***Alumno 30**

- 1-Llevo con una pinza un trozo de metal que lo quemo y desprende luz. Cuando deja de quemar lo pongo en un vidrio reloj y obtengo un residuo blanco medio gris.
- 2-La experiencia y el video muestran la misma cosa.
- 3- Me daría más datos si utilizaría todos los sentidos.
- 4- Serviría mucho como ayuda utilizar el video de apoyo a lo que se realiza experimentalmente.

A manera de cierre:

**El ojo nunca podría ver el Sol, si
no estuviera acostumbrado a él.
Goethe**