

VALORACIÓN FINAL DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE EDUCACIÓN EN QUÍMICA

FINAL EVALUATION OF THE PROJECT OF INNOVATION AND DEVELOPMENT OF EDUCATION IN CHEMISTRY

Carlos Avalis¹, Mauren Fuentes Mora¹, Domingo Liprandi¹, Vanina Mazzieri¹, Maximiliano Schiappa Pietra¹

Resumen

El PID 2016/17: Diseño, implementación y evaluación de actividades complementarias no presenciales en el Campus de la Facultad Regional Santa Fe, como metodología didáctica para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje de la química, implicó un cambio metodológico, de una enseñanza centrada sobre la actividad del profesor a otra orientada hacia el aprendizaje del alumno.

Se determinó las competencias científicas que debe adquirir el estudiante vinculadas a la química, y en base a ellas se diseñaron actividades que se presentaron en el Campus de la Facultad.

Se evaluó el impacto de la propuesta a través de los textos argumentativos que los alumnos regulares de química general, en forma grupal desarrollaron para explicar o resolverlas. Para su análisis se utilizó el Esquema Argumentativo de Toulmin y la taxonomía Structured of the Observed Learning Outcomes (SOLO).

Los resultados finales mostraron una mejor capacidad de relacionar la información académica- científica y un incremento promedio del 29% en alumnos que alcanzan aprobación directa.

En este contexto, resulta prometedor el uso integrado de Actividades Complementarias No Presenciales (ACNP) con el empleo de TICs y el trabajo cooperativo, como un medio adicional a las herramientas tradicionales, para facilitar un aprendizaje significativo genuino por parte del estudiante, y un mejor diseño y gestión de la actividad académica del docente.

Palabras clave: metodología, didáctica, enseñanza-aprendizaje, química, TICs

Abstract

The PID 2016/17: Design, implementation and evaluation of complementary non-presential activities in the Campus of the Facultad Regional Santa Fe, as a didactic methodology to strengthen the teaching-learning process of chemistry; it implied a methodological change, from a teaching centered on the activity of the teacher to another oriented towards the student's learning.

It was determined the scientific competences that the student must acquire linked to chemistry, and based on them, activities, that were presented in the Faculty Campus, were designed.

The impact of the proposal was evaluated through the argumentative texts that the regular students of General Chemistry, in group form, developed to explain or solve them. For its analysis we used the Argumentative Scheme of Toulmin and the taxonomy Structured of the Observed Learning Outcomes (SOLO).

The final results showed a better ability to relate the academic-scientific information and an average increase of 29% in students who achieve direct approval.

In this context, the integrated use of Complementary Non-Attendance Activities (ACNP) with the use of ICTs and cooperative work is promising, as an additional means to traditional tools, to facilitate genuine meaningful learning on the part of the student, and a better design and management of the academic activity, of the teacher.

Keywords: methodology, didactic, teaching-learning, chemistry, TICs

¹ Unidad Docente Básica Química. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Santa Fe. cavalis@frsf.utn.edu.ar

Recibido: 5 abril 2018; Aceptado: 3 septiembre 2018

Introducción

La visión del conocimiento, como logro constructivo de las personas en oposición al positivismo, lógico o empírico, que sostiene que el conocimiento verdadero es universal y se corresponde unívocamente con el modo en que el mundo realmente funciona, fue la directriz para el diseño, implementación y evaluación de la enseñanza de la Química a nivel universitario, sobre la base de Actividades Complementarias No Presenciales utilizando TICs (Rue, D. 2016)

La propuesta implicó un cambio metodológico, de una enseñanza centrada sobre la actividad del profesor a otra orientada hacia el aprendizaje del alumno, basada en la conveniencia de proponer actividades de enseñanza tanto dentro como fuera del aula, en consonancia con el carácter de los créditos universitarios actuales (Alfa Tuning América Latina, 2011). Para ello, primero se estableció las competencias científicas que debe adquirir el alumno, vinculadas a la química, y en base a las mismas se diseñaron las actividades y experiencias que debían realizar para alcanzar las mismas, como resultados de su proceso de aprendizaje.

Así pues, este proceso exigió precisar tres cuestiones claves:

1. Qué se pretendía que aprendan los alumnos (competencias establecidas).

- Resolución de una situación problema.
- Conocimientos académicos vinculados a la materia
- Conocimientos vinculados al medio profesional
- Toma de decisiones.
- Trabajo en equipo.
- Comunicación: argumentación y presentación de información.
- Actitudes y valores: meticulosidad, precisión, revisión, tolerancia, contraste.

2. Cuáles era las modalidades y metodologías más adecuadas para que el alumno pueda adquirir estos aprendizajes.

Modalidad:

- Actividades complementarias no presenciales (ACNP)
- Estudio y trabajo grupal (grupos de tres alumnos)
- Aprendizaje basado en problemas: desarrollar aprendizajes activos a través de la resolución de situación problemáticas (Barrow, H. 2000; Rodríguez, J. 2004)
- Aprendizaje cooperativo (Carrio Pastor, M.L. 2007)

3. Con qué criterios y procedimientos comprobar si el alumno las ha adquirido finalmente.

Estrategias Evaluativa:

- Escritos argumentativos por parte de los grupos
- Pruebas de ejercicios de tareas reales y/o simuladas

El aprendizaje es un proceso de construcción individual y social, que el estudiante debe regular y por el que tiene que responsabilizarse y que para que se produzca un buen aprendizaje son necesarias cuatro condiciones (Biggs, J. 2005)

- ✓ Una base de conocimientos bien estructurada
- ✓ Un contexto motivacional adecuado
- ✓ Actividad por parte del estudiante
- ✓ La interacción con otros.

La única forma de conseguir que los estudiantes alcancen un aprendizaje de calidad es enfrentándoles a situaciones en las que tienen que aplicar los nuevos conocimientos para la solución de problemas realistas, tomar decisiones y aprender de forma autónoma, reflexiva y crítica, independientemente del método utilizado en cada caso (Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. 2002). El desafío consistió, entonces, en diseñar experiencias de aprendizaje en un entorno TICs (Díaz-Barriga, F. 2009; Morin, E. 2011), en las que el estudiante pueda, desde sus formas de ver y comprender la realidad, construir nuevos aprendizajes significativos y formular y aplicar soluciones a las situaciones problemáticas debidamente contextualizadas.

El proyecto buscó analizar el efecto de actividades desarrolladas en entornos no presenciales sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales, en particular la Química. Estas actividades se plantearon sobre conceptos básicos de la asignatura Química General (King, D. 2012)

Se evaluó el impacto de la propuesta en el proceso de enseñanza- aprendizaje a través de los textos argumentativos que los alumnos desarrollaron para explicar o resolver las ACNP presentes en el Campus (Gras- Marti, A. et al. 2005; Moreira, M. 2005)

Si bien la argumentación escrita no es equivalente a la argumentación por vía oral, también es parte de la comunicación y suministra un conocimiento detallado sobre los aprendizajes y el grado de comprensión de los alumnos. Por ello, analizamos si los estudiantes mejoran sus competencias científicas mediante ejercicios adecuados desarrollados en entornos no presenciales.

Metodología

Se trabajó con alumnos regulares de Química General de las carreras de Ingeniería Civil, Mecánica y Eléctrica de la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional.

Desde una perspectiva general, se podría decir que la modalidad de enseñanza utilizada viene determinada por el propósito que se formula el profesor a la hora de establecer comunicación con los alumnos. No es lo mismo hablar a los estudiantes, que hablar con los estudiantes y hacer que los estudiantes aprendan entre ellos. De igual modo, tampoco es igual mostrar cómo deben actuar, qué hacer que pongan en práctica lo aprendido. Para cada tipo de propósito se utilizó una modalidad distinta.

Se propuso observar cómo los estudiantes ponen en práctica lo aprendido a través de un trabajo autónomo sobre una ACPN determinada. Se consideran como modalidades no presenciales las actividades que los alumnos pueden realizar libremente, bien de forma individual (desarrollar la capacidad de autoaprendizaje) o mediante trabajo en grupo (aprendizaje social).

La globalización se perfila actualmente como la solución más pertinente para organizar los contenidos educativos a fin de que los alumnos realicen aprendizajes significativos y funcionales. La metodología globalizadora es el intento de ofrecer a cada estudiante los materiales de aprendizaje de la forma más similar a como las informaciones le llegan en la vida cotidiana y profesional, con la intención de que el mismo estudiante construya de forma personal los significados y los transfiera a las situaciones reales que se le presentan. Esta metodología pone el énfasis en la resolución de problemas, en el descubrimiento de los nuevos aprendizajes, en el establecimiento de nuevas relaciones e interconexiones entre los contenidos, etc.; tareas que promuevan procesos de construcción de conocimientos realmente significativos y motivadores para el estudiante. Teniendo en cuenta lo anterior, una metodología inspirada en estos planteamientos no puede defender un modelo único de enseñanza, porque las necesidades individuales y grupales, los diversos contenidos de aprendizaje y las competencias a adquirir necesitan de métodos didácticos flexibles que abarquen gran diversidad de actividades de aprendizaje y satisfagan las necesidades de cada contexto educativo y las intenciones educativas propuestas. La perspectiva globalizadora se orienta, entonces, hacia propuestas de trabajo en las que los estudiantes tengan que realizar actividades de aprendizaje que requieran el concurso simultáneo o sucesivo de contenidos de distinto tipo -naciones, procedimientos, actitudes, valores, normas-y/o contenidos propios de las distintas áreas.

Como método de enseñanza aprendizaje se utiliza el aprendizaje basado en problemas ABP (Problem Based Learning, PBL), (Barrows, H. 2000; Rodríguez, J. 2004), cuyo punto de partida es un problema que, diseñado por el profesor, el estudiante ha de resolver para desarrollar determinadas competencias previamente definidas a través de actividades complementarias no presenciales subidas al Campus de la FRSF de la UTN. El método ABP parte de la idea de que el estudiante aprende de un modo más adecuado cuando tiene la posibilidad de experimentar, ensayar o, sencillamente, indagar sobre la naturaleza de fenómenos y actividades cotidianas. Así, las situaciones problema, que son la base del método, se basan en situaciones complejas del mundo real.

El aprendizaje es, además, más estimulante cuando se plantean preguntas que requieren del esfuerzo intelectual del estudiante y no de la mera repetición de una rutina de trabajo aprendida; y, cuando inicialmente no se ofrece a los estudiantes toda la información necesaria para solucionar el problema, sino que son ellos los que deben identificar, encontrar y utilizar los recursos necesarios. El método ABP también se basa en la idea de que los problemas que entrañan cierta dificultad se resuelven mejor en colaboración con otras personas. Esa colaboración facilita el aprendizaje porque requiere del estudiante que exponga y argumente sus puntos de vista o soluciones y que las debata con otros. Se trata de un método de trabajo activo, centrado en el estudiante, en el que el profesor es sobre todo un facilitador.

En base a la metodología propuesta se implementaron actividades complementarias no presenciales bajo el entorno TIC, que consisten en la observación y análisis de videos desarrollados en la UDB- Química. Estos videos presentan experiencias de laboratorio sencillas sobre conceptos fundamentales de Química General, a las que tienen acceso los alumnos a través del Campus de la Facultad, cuyos links son los siguientes:

<https://www.youtube.com/watch?v=fTUEw4Pv6gE>
<https://www.youtube.com/watch?v=FMwYLYM4KhI>
 Aulas virtuales en el Campus de la Facultad

Las actividades se realizaron después de haber sido desarrollado el tema. Cada grupo tuvo que elaborar un informe argumentativo escrito en el que se justificaban las respuestas a lo solicitado en cada actividad.

Resultados

Los instrumentos para la obtención de los datos fueron:

- Esquema argumentativo de Toulmin (Toulmin, J. 2003, 2007)
- Taxonomía SOLO acrónimo de Structured of the Observed Learning Outcomes (Biggs, 2005)

Los trabajos presentados en diferentes eventos científicos, nacionales e internacionales, proveen los siguientes datos:

Durante el año 2016 se utilizó como Instrumento de evaluación el Modelo Argumentativo de Toulmin que tiene como propósito reconocer las partes que componen el argumento. La estructura de este modelo consta de seis categorías, consideradas en dos niveles:

- Elementos Básicos

Datos (**Grounds: D**) : Fundamentos de la conclusión.

Conclusión (**Claims: C**): Toda aquella afirmación propuesta para aceptación general (Alvarez, 1997).

Justificación (**Warrant: J**): Afirmaciones particulares sobre la que descansa la continuidad lógica del argumento.

- Elementos Adicionales

Respaldo (**Backing: B**): Condiciones ó afirmaciones que sostiene una justificación. (Russell, 1983)

Calificadores Modales (**Qualifiers: Q**): Adverbios, proposiciones e incluso frases completas que muestran un grado de confianza que puede ser otorgado a una conclusión.

Condiciones de Refutación (**Rebuttals: R**): Aquellas circunstancias extraordinarias ó excepciones que pueden socavar la fuerza del argumento.

Para Toulmin un argumento es formalmente válido cuando se establece la forma

D, J por lo tanto C

Según Toulmin hay dos maneras de clasificar a los argumentos en función del respaldo:

- Argumentos analíticos

La conclusión de un argumento analítico no agrega nada al material contenido en las premisas. Quienes utilizan estos argumentos intentan fundamentar sus conclusiones en principios universales e inmutables. Son los razonamientos deductivos de la lógica formal, independiente del contexto. Este argumento justifica la conclusión de una manera inequívoca y absoluta. Son muy impersonales: la persona que los utiliza se abstrae del proceso.

- Argumentos sustanciales

Un argumento sustancial proporciona datos o evidencia empírica para apoyar la conclusión del argumento. Quienes utilizan estos argumentos fundamentan sus

conclusiones en el contexto de una situación particular, antes que en principios universales. Son los argumentos prácticos de la vida social. Dependiente del contexto. Este argumento sólo ofrece un apoyo probabilístico a la conclusión.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos se presentaron en los siguientes eventos científicos:

2016- XII Congreso Internacional sobre enfoque basado en competencias. Competencias y gestión de innovación educativa. CIEBC 2016. Cartagena de Indias. Colombia

Trabajo: Indagación sobre Competencias en Argumentación en Alumnos Regulares de Química General, para Explicar las Características: Forma y Volumen de los Estados de Agregación de la Materia.

(Los datos obtenidos en este trabajo se recolectaron durante el ciclo lectivo 2015 y fueron los motivadores para la propuesta del PID 2016/17)

- Solo el 8,2 % de los alumnos presentaron argumentación sustancial: proporcionan datos o evidencia empírica para apoyar la conclusión del argumento, el 60,4 % es argumentación analítica y el 31,4 % no está capacitado para responder a la propuesta.

El gráfico 1 muestra las capacidades argumentativas de los estudiantes sin el uso de actividades complementarias no presenciales.

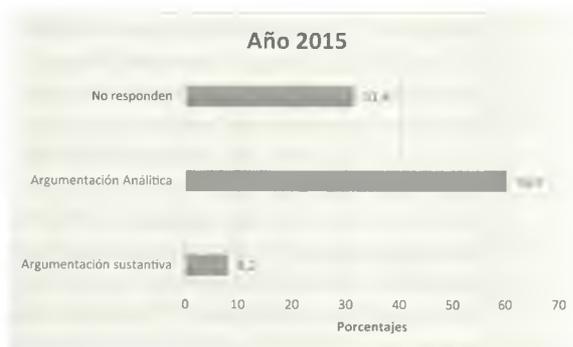


Gráfico 1. Capacidades argumentativas de los estudiantes

Trabajo: Primer análisis de la implementación de ACNP, como metodología para favorecer la integración vertical de conocimientos de química, con alumnos de Química General en UTN. FRSF.

- El 37 % de los estudiantes regulares de Química General de las distintas especialidades presentan argumentación sustancial: pueden establecer

conexiones integrando contenidos curriculares, para clasificar un grupo de sólidos en amorfos o cristalinos, y a estos últimos en los distintos tipos de sólidos cristalino. El 63 % presentan argumentación analítica.

La gráfica 2 muestra en forma los resultados del Modelo Argumentativo de Toulmin, cuando se analizaron los textos argumentativos de los alumnos que realizaron la actividad según la metodología del PID 2016/17.

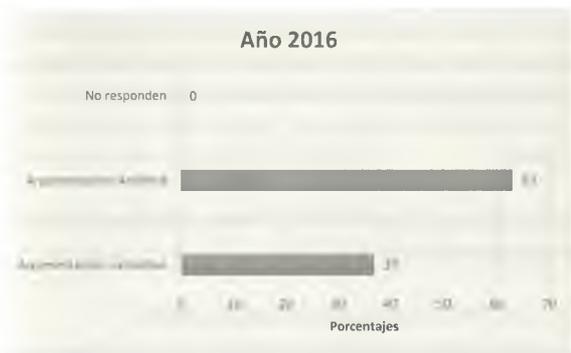


Gráfico 2. Resultados del Modelo Argumentativo de Toulmin

En el año 2017 para la evaluación de los textos argumentativos se usó la Taxonomía SOLO, que permite clasificar y evaluar el resultado de una tarea de aprendizaje en función de su organización estructural. Se puede por lo tanto, de modo sistemático evaluar cómo los estudiantes crecen en complejidad estructural al llevar a cabo tareas de aprendizaje; haciendo referencia a cinco niveles o enfoques de aprendizajes (procesos cognitivos requeridos para obtener resultados de aprendizaje).

Aprendizaje Superficial

Nivel I. Preestructural: Las respuestas son simplemente erróneas o utilizan tautología, que no dan pruebas de un aprendizaje relevante.

Nivel II. Uniestructural: Las respuestas sólo cumplen con una parte de la tarea, pasa por alto algunos atributos importantes. Estas respuestas se quedan en la terminología, están bien orientadas, pero poco más.

Nivel III. Multiestructural: En estas respuestas no se aborda la cuestión clave. Esta respuesta si se elabora de manera más completa constituiría lo que llaman “contar conocimientos”, apabullar con un montón de datos, pero sin estructurarlos como se debiera.

Entendimiento Profundo

Nivel IV. Relacional: Se produce un cambio cualitativo en el aprendizaje y la comprensión. Ya no se trata de hacer una lista de datos y detalles: abordan un punto, dándole sentido a la luz de su contribución al tema en su conjunto. Éste es el primer nivel en el que puede utilizarse adecuadamente el término “comprensión” en un sentido académicamente relevante.

Nivel V. Abstracto ampliado: La esencia de la respuesta abstracta ampliada es que trasciende lo dado, mientras que la respuesta relacional se queda en ella. El todo coherente se conceptúa en un nivel superior de abstracción y se aplica a unos campos nuevos y más amplios.

2017- 1° Congreso Latinoamericano de Ingeniería. CLADI. Paraná. Entre Ríos. Argentina

Trabajo: ACNPs en Materias Básicas para el desarrollo de Competencias en Ingeniería

- El 53,5 % de las respuestas estuvieron categorizadas dentro de lo que se conoce como entendimiento profundo. Correspondiendo un 46,17 % a Nivel IV. Relacional y un 7,33 % a Nivel V. Abstracto Ampliado
- El 46,5 % presentan Aprendizajes superficiales. De los textos presentados se concluye que el 11,60 % corresponde a Nivel I. Preestructural, el 17,70 % Nivel II. Uniestructural, y el 17,20 % Nivel III. Multiestructural

2017- XI Jornadas Nacionales y VIII Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica. AQA. Buenos Aires. Argentina

Trabajo: El trabajo grupal y las ACNP como herramientas para favorecer la construcción del conocimiento en alumnos de Química General Instrumento de evaluación: Taxonomía SOLO

- El 65 % presenta Entendimiento profundo. Nivel IV. Relacional.
- El 35 % de los alumnos presentan Aprendizajes superficiales.
- El 12 % Nivel II .Uniestructural y el 23 % Nivel III. Multiestructural

La gráfica 3 muestra los resultados promedios de la Taxonomía SOLO de los trabajos presentados en los eventos CLADI 2017 y AQA 2017.

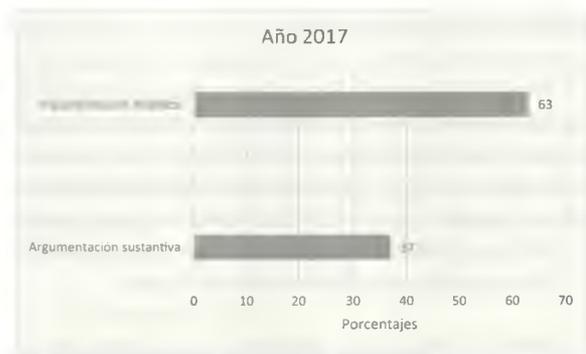


Gráfico 3. Resultados promedios de la Taxonomía SOLO

Tomando como equivalentes las categorías de Argumentación Sustantiva de Toulmin y Entendimiento Profundo de la Taxonomía SOLO se vio un incremento de las capacidades argumentativas en los alumnos al comparar los años de toma de datos, que se reflejan en el gráfico 4. Estos resultados están asociados también a que los docentes de la cátedra comprendieron mejor cómo era la propuesta y llevó a una mejor implementación de la misma en el segundo año del proyecto, que determinó el salto cuali y cuantitativo en la calidad de los argumentos de los alumnos.



Gráfico 4. Incremento de las capacidades argumentativas en los alumnos

Conclusión

Del análisis de los resultados anteriores sobre el desempeño académico de los estudiantes y su interacción con los docentes de la materia durante el desarrollo de actividades complementarias no presenciales (ACNP), se concluye lo siguiente:

- Se ha incrementado la capacidad argumentativa de los alumnos, permitiéndoles relacionar información académica y científica, a través de actividades basadas en el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC).
- Se ha observado una mayor participación de los alumnos en las clases de teoría y coloquio, y en consultas a través de internet.

- Los estudiantes han mostrado un mayor compromiso frente a los requerimientos de la cátedra y su comprensión como componente curricular.
- Se ha obtenido un incremento en el porcentaje de aprobados en los parciales que se toman como parte de la aprobación directa de la asignatura, al comparar los años 2016 (29,63 %) y 2017 (53,20 %).

En este contexto, resulta prometedor el uso integrado de ACNP con el empleo de TICs y del trabajo en grupo cooperativo, como un medio adicional a las herramientas tradicionales, para facilitar un aprendizaje significativo genuino por parte del estudiante, y un mejor diseño y gestión de la actividad académica del docente.

Anexo

Consignas de las ACNPs y transcripción de textos argumentativos de los alumnos.

➤ ACNP1- *Consigna 1* (CIEBC 2016)

Una vez desarrollados los contenidos conceptuales sobre estados de agregación de la materia y a partir de la observación de un video experimental desarrollado en la UDB- Química de la FRSF-UTN en :<https://www.youtube.com/watch?v=tTUEw4Pv6gE>, los estudiantes debían describir en un informe lo observado en la simulación sobre las características, forma y volumen de los diferentes estados de la materia. El mismo permitía un análisis tanto micro, como macroscópico. Concretamente se les pidió elaborar un esquema sobre las características macroscópicas de los estados de agregación de la materia y que factores determinan las mismas.

Instrumento de evaluación Método Argumentativo de Toulmin.

• **Argumentación analítica:**

Las características macroscópicas de los estados de agregación están determinadas por las fuerzas intermoleculares y el movimiento de las moléculas en cada estado. Por eso el sólido tiene forma y volumen propio, líquido volumen y no forma y los gases no tienen volumen y forma.

• **Argumentación sustancial:**

En el estado sólido las fuerzas entre las moléculas son muy intensas, por eso solo tienen movimiento de rotación en puntos fijos, presentan forma y volumen propio. Al aumentar la temperatura, aumenta la energía de las moléculas, ganan libertad de movimiento vencen las fuerzas intermoleculares; el estado líquido presenta volumen propio pero no forma. En el estado gaseoso las fuerzas entre las moléculas son muy débiles, estas se mueven en toda

dirección y sentido, tiene gran libertad de movimiento. Se ve que ocupan todo el recipiente y algunas escapan. Los gases no tienen forma y volumen propio.

➤ ACNP1- Consigna 2 (AQA 2016)

La ACNP se basa en la observación y análisis del video presente en el sitio <https://www.youtube.com/watch?v=tUEw4Pv6gE>. Se presentan seis sustancias sólidas, se muestran algunas propiedades a través de experiencias sencillas de laboratorio.

La actividad solicitaba realizar, luego de la observación, un escrito argumentativo desde el modelo de partículas/ unidades estructurales de la materia y fuerzas entre ellas, para las siguientes consignas:

1. ¿Cómo se pueden clasificar a los sólidos en función de los datos aportados por la Tabla 1 y el porqué de la misma?
2. ¿A qué tipo de sólidos con estructura regular definida pertenecen y cómo explica las diferencias de las propiedades observadas en las experiencias realizadas (Tabla 2)?

Instrumento de evaluación Método Argumentativo de Toulmin. Ejemplos de respuestas:

- **Argumentación analítica:**

Las propiedades de los sólidos dependen de la disposición de las partículas que los constituyen.

Clasifican los sólidos cristalinos usando las experiencias, sin considerar las fuerzas entre las partículas.

- **Argumentación sustancial:**

Una consecuencia que experimentan los sólidos amorfos, dada la disposición de sus partículas, es la constancia o variabilidad de las fuerzas intermoleculares que determinan las propiedades observadas en la Tabla 1 de la ACNP.

CuSO_4 : sólido iónico, formado por iones. Fuerzas electrostáticas entre iones muy fuertes. Sólidos frágiles. Iones en posiciones fijas, no conducen en estado sólido. El agua es una molécula polar interactúa con la red cristalina, separa los iones (hidratación) y la disolución es conductora.

➤ ACNP2- Consigna 1 (CLADI 2017)

De la observación de un segundo video, los estudiantes deben argumentar qué condiciones se deben satisfacer para que una mezcla de sustancias forme una

solución. Video presente en : <https://www.youtube.com/watch?v=FMwYLYM4KhI>

Instrumento de evaluación Taxonomía SOLO. Ejemplos de respuestas:

- **Aprendizaje Superficial**

Nivel I. Preestructural:

Se presentan mezclas de distintos sólidos en agua. Algunos se disuelven y otros no.

Nivel II. Uniestructural

Proceso de disolución de un sólido iónico.

Nivel III. Multiestructural

Las sustancias deben ser similares. Las sustancias polares disuelven a las polares o iónicas, por eso se disuelve el sulfato de cobre (II) (iónico) en el agua (molécula polar) los iones Cu^{2+} y SO_4^{2-} del sulfato de cobre (II) interactúan con los dipolos del agua.

- **Entendimiento Profundo**

Nivel IV. Relacional

Para que se forme una disolución las partículas del soluto y solvente deben ser similares. En el caso de la ACNP el soluto es el sulfato de cobre (II) es una sal (sustancia iónica) y el agua es una molécula polar. Por el proceso de dispersión iónica se da lugar a la disolución, en el que los dipolos de la molécula de agua rodean a los iones de la sal (+ con -) y evitan que interactúen entre ellos, formándose la disolución.

Nivel V. Abstracto Ampliado

El sistema representado por $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ se trata de una solución. Una solución es una mezcla homogénea de dos o más sustancias en un mismo medio y estado. La sustancia disuelta se denomina soluto y la sustancia donde se lo disuelve, se denomina solvente. En esta experiencia, el soluto es sulfato de cobre (CuSO_4) y el solvente, el agua (H_2O). Existen tres clasificaciones para las soluciones, a tendiendo a la cantidad de soluto disuelto. Como la solubilidad de las sustancias varía con la temperatura, estas clasificaciones se asumen para una temperatura constante:

Solución no saturada: es aquella solución a la cual es posible agregar más soluto y que este se disuelva.

Solución saturada: es aquella solución a la cual aunque se agregue más soluto, éste no se disuelve.

Solución sobresaturada: se denomina así a la solución que posee mayor cantidad de soluto disuelto que el que admite a esa temperatura.

Para este caso, la solución $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ es del tipo no saturada, ya que es posible agregar más soluto y continúa siendo una solución homogénea. De todas formas, si la adición de soluto continúa, llegará un momento donde la cantidad del solvente (agua) no será suficiente para disolverlo completamente, convirtiéndose en una solución saturada

➤ ACNP 2. Consigna 2 (AQA 2017)

La ACNP presenta actividades relacionadas con las sustancias: Sulfato de cobre (II), agua y dióxido de silicio. La propuesta consistía en justificar desde el punto de vista nanoscópico las condiciones para que una mezcla de sustancias formen una solución.

Video presente en: <https://www.youtube.com/watch?v=FMwYLYM4KhI>

• Aprendizaje Superficial

Nivel II. Uniestructural

El agua es una molécula polar. El sulfato de cobre es iónica y el dióxido de silicio covalente.

Nivel III. Multiestructura

Los iones Cu^{2+} y SO_4^{2-} del sulfato de cobre (II) interactúan con los dipolos del agua. Proceso de disolución de un sólido iónico.

• Entendimiento Profundo

Nivel IV. Relacional

Los alumnos reconocen las unidades estructurales que forman las sustancias presentadas, como así también tipos de uniones intra e interunidades estructurales, lo que les permite integrar estos conocimientos y construir una explicación que permite justificar adecuadamente el fenómeno nanoscópico de la disolución de un sólido iónico soluble en agua.

Bibliografía

Barrows, H. (2000). *Problem-Based Learning Applied to Medical Education*, Springfield, IL: SIU: School of Medicine.

Biggs, J. *Calidad del aprendizaje universitario*. Narcea. Madrid. 2005

Carrío Pastor, M.L.(2007). Ventajas del uso de la tecnología en el aprendizaje colaborativo. *Revista Iberoamericana de Educación*. Vol. 41,4. pp. 1-10.

Díaz-Barriga, F. *Las TIC en la educación y los retos que enfrentan los docentes*. OEI. Madrid.

Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación Constructivista*. Mc-Graw Hill. Mexico.

Gras- Marti, A; Santos, J.V.; Pardo, M.; Miralles, J.A.; Celdran, A; Cano- Villalba, M y Caturia, M.J. *Aplicaciones de herramientas del Campus Virtual en la enseñanza de la física universitaria*. . Revisado: 03/03/15. <http://www.ua.es/dfa/agm>

King, D. (2012). New perspectives on context-based chemistry education: using a Dialectical Sociocultural approach to view teaching and learning. *Journal Studies in Science Education*, Vol 48, 1, pp.51-87.

Moreira, M. (2008). *Internet en Docencia Universitaria. Webs docentes y Aulas Virtuales*. Universidad de Laguna. Tenerife. pp. 1- 31.

Morin, E. (2011). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Editorial Paidós. Buenos Aires. Argentina.

Proyecto Tuning. Alfa Tuning América Latina (2011). *Innovación Educativa y Social*. Revisado 04/12/14. www.tuningal.org .

Rodríguez, J. (2004) *El aprendizaje basado en problemas*. Editorial Médica Panamericana. Madrid.

Rué Domingo, (2016) J. *Entornos de aprendizaje digitales y calidad de la educación superior*. Editorial: UOC. Catalunya. España.

Toulmin, Stephen. (2003). *Regreso a la razón*. Ediciones Península. Barcelona. España.

Toulmin, Stephen. (2007). *Los usos de la argumentación*. Ediciones Península Barcelona