

**Una experiencia en la formación del Profesorado, donde los conceptos de Presión se integran
con la Naturaleza de la Ciencia en Didáctica de las Ciencias Naturales.**

Mara Olavegogeochea
Universidad Nacional del Comahue
mara.olavegogeochea@fain.uncoma.edu.ar

Laura Orlandini
Universidad Nacional del Comahue
lauraorlandini85@gmail.com

Línea temática: Didáctica de las Ciencias Naturales en la Educación Superior.
Modalidad: 1.

Resumen

Este trabajo busca compartir entre pares, una experiencia realizada, en Argentina en la Universidad Nacional del Comahue (UNCo), en el espacio de Didáctica de las Ciencias Naturales de los Profesorados de Física y Química, donde se intenta ofrecer a las y los estudiantes estrategias metodológicas que sirvieran como anclajes para enseñar y reflexionar sobre aspectos relacionados con la construcción de modelos en ciencias naturales. En este caso, el concepto de Presión Atmosférica fue enmarcado por ideas epistemológicas e históricas vinculadas con los modos en que se construyó ese conocimiento. Si la reflexión acerca de cómo enseñar significativamente ciencias es tarea de las clases de didáctica, y se parte de que aprender ciencias, implica saber ciencia y saber sobre ciencia, es de considerar esencial la incorporación de aspectos de la naturaleza de la ciencia de manera integrada al campo disciplinar en la formación docente.

Palabras claves

Naturaleza de la Ciencia (NdC). Didáctica de las Ciencias Naturales. Formación docente. Modelización. Actividad Científica Escolar (ACE).

Objetivos

- Comunicar una experiencia llevada a cabo en el espacio de Didácticas Específicas de los Profesorados de Física y Química de la UNCo, que permitió vivenciar una Unidad Didáctica que integre NdC y modelos disciplinares.
- Reflexionar acerca de la importancia de explicitar e integrar aspectos de NdC, como la idea de modelo, a los marcos disciplinares adquiridos en la formación docente, en el diseño de futuras propuestas didácticas.

Marco Teórico

Los continuos cambios que ha venido sufriendo el sistema educativo medio en los últimos años en nuestro país, han puesto a futuros profesores ante el desafío de trabajar en espacios curriculares diferentes a los que fueron formados. La centralidad está en los saberes que los contenidos son capaces de desarrollar pasando de una educación con un marcado carácter propedéutico a una educación obligatoria centrada en la formación del ciudadano. La única posibilidad de poder comprender lo que los marcos teóricos plantean es poder experimentar durante la formación estos desafíos. Sin embargo, durante la misma, los saberes suelen presentarse de manera fragmentada, en especial los contenidos de la formación en didáctica de las ciencias con los contenidos de la formación disciplinar. Esto genera inconvenientes ya que queda a cargo de las y los estudiantes poder vincular los saberes disciplinares con la forma en la que los mismos fueron construidos. Es en este sentido, que se considera fundamental focalizar en la vinculación explícita de ambos campos en el diseño de unidades didácticas que permitan reflexionar aspectos de la ciencia y sobre la ciencia. (Lozano, et al. 2018).

Pensar la enseñanza integrada, es decir abordar contenidos disciplinares advertidos por ideas epistemológicas, históricas y sociológicas, promueve la construcción no sólo modelos científicos sino una imagen de ciencia moderadamente realista y racionalista. (Aduriz - Bravo, 2005). Para algunos autores de la Didáctica de las Ciencias Naturales como Acevedo, J. y Aduriz-Bravo, A., esta reflexión epistemológica es indispensable en la formación del profesorado, ya que habilita a pensar un marco de ciencia que incluye ideas acerca de su provisionalidad, su carácter social y comunitario y los valores puestos en juego en el trabajo científico, entre otros.

Se considera la construcción de modelos teóricos de pensamiento, acción y discurso, estructurantes a la hora de dar significado a las ideas teóricas enseñadas en clases de ciencias (Izquierdo y Aduriz-Bravo, 2003), otorgando de este modo significatividad al aprendizaje de los contenidos científicos. Por ello, es importante propiciar espacios para modelizar fenómenos, y a la vez pensar sobre la naturaleza de la modelización y el modelo, resignificando en “ideas claves” aspectos de la propia historia y evolución de esa construcción científica (Lozano, et al. 2018). En este trabajo la idea clave fundamental a construir es el constructo *modelo*, que a su vez es uno de los más importantes para la investigación y enseñanza de la Física y la Química. La noción de modelo adoptada en este caso es la de *mediador* entre la ciencia y la realidad (Aduriz-Bravo et al, 2014), siendo este una representación provisoria, perfectible e idealizada que se elabora en un ámbito científico y en un contexto determinado.

El saber comunicar en ciencias se suma a los aspectos antes mencionados para constituirse como otro objeto de enseñanza. En lo que respecta a esto, tal como lo expresan Izquierdo M. y Sanmartí N. (2000) “Aprender ciencias es irse apropiando de los lenguajes que constituyen la cultura científica, construidos a lo largo de siglos y transmitidos fundamentalmente a partir de textos escritos”.

A la hora de diseñar Unidades Didácticas (Uds) que permitan la integración de los campos metacientíficos y disciplinares, las ACE se presentan como un conjunto de acciones planificadas con el fin de promover oportunidades de pensar teóricamente al mundo con la finalidad de intervenir en él (Sanmartí, 2002; Gilbert, Justi, 2016). Esto posibilita poner en contacto a nuestros estudiantes con el mundo de los fenómenos favoreciendo el desarrollo de habilidades del campo científico como es la modelización.

Por último, documentar las experiencias pedagógicas valiosas, como posibilidad de “... transformar el conocimiento didáctico tácito en conocimiento didáctico explícito” (Libedinsky, 2001, pp.106)., permitiendo reflexionar acerca de los conocimientos que vale la pena enseñar, en este caso a las y los futuros profesores en Física y Química.

Metodología

Este trabajo fue desarrollado en el espacio de las Didácticas de las Ciencias Naturales de los Profesorados de Física y Química de la Universidad Nacional del Comahue, instancia de la formación docente donde se cruza el campo disciplinar con el campo didáctico. Las actividades que se detallan a continuación corresponden a la UD que se aplicó y responden al diseño de actividades según Marchán-Carvajal, & Sanmartí (2015).

I Parte - Actividades de Inicio:

En esta instancia se buscó contextualizar, a partir de la observación de un video, el momento histórico en el cual se construye el concepto científico de Presión. Video “Cumbres de la Ciencia y la Técnica: Blaise Pascal y la Ley de la Presión (disponible en: https://www.youtube.com/watch?time_continue=455&v=gDrup7MDI2o). El mismo fue acompañado de una guía de preguntas que orientaban la observación. Se continuó con una puesta en común, lo que permitió identificar ideas previas, sentimientos, formas de razonar y de hablar relacionadas con el tema. Finalizado esto, se les presentó a las y los estudiantes una frase extraída del video anterior pidiéndoles que, de manera individual, construyan con sus propias palabras que representa un modelo. Se transcriben a continuación las consignas dadas a los estudiantes.

Consigna 1: Vamos a ver el video: “Cumbres de la Ciencia y la Técnica: Blaise Pascal y la Ley de la Presión, teniendo como base la siguiente guía de preguntas:

¿En qué contexto histórico se desarrolla el episodio mostrado? ¿En qué parte podrías identificar una relación entre el desarrollo científico, el tecnológico y las demandas sociales (Triángulo CTS)? ¿Qué ocurre en el equilibrio entre las distintas partes del triángulo? ¿Qué modelo explicativo utiliza para interpretar lo observado en el barómetro de Torricelli? ¿Sobre qué hipótesis trabaja para desarrollar su actividad experimental? ¿Qué resultados obtiene? ¿A qué conclusiones llega a partir de los resultados? ¿Podrías enunciar qué “pasos” siguió en su diseño experimental? ¿Conoces con algún nombre a esos “pasos”? ¿En qué lugar posiciona Pascal a la Ciencia en relación a la Fe?
https://www.youtube.com/watch?time_continue=455&v=gDrup7MDI2o

Consigna 2: Leamos la siguiente frase extraída del video anterior: “La máquina resultó ser un modelo de muchos de los futuros aparatos de cálculo mecánico de la actualidad”. En ella aparece la palabra “modelo”, al igual que en las preguntas guía del video. Si tuvieras que definir “modelo”, dirías que: *Un modelo es.....*

II Parte - Actividades de Desarrollo

En este momento, se centró la mirada en los aspectos científicos y la forma en la que los mismos se construyen para explicar el escenario estudiado. Esto permite abstraer las ideas acerca de cómo se genera, se organiza y evoluciona el conocimiento científico y los valores y actitudes

frente a este. Se analizaron los modelos iniciales explicitados para explicar el fenómeno y se avanzó en la construcción de nuevos modelos para comprenderlo, haciendo puestas en común sobre el análisis de los modelos eruditos. En esta propuesta, se diseñó una ACE que permitiera establecer relaciones coherentes entre el hacer (experimentar), el pensar (razonar) y comunicar (expresar el conocimiento).

El propósito fue propiciar instancias de enseñanza donde se vivencie la actividad experimental como una oportunidad para abordar algunos aspectos de NdC y de contenidos conceptuales y procedimentales propios de las disciplinas Física y Química. El grupo aula, integrado por 10 estudiantes, fue dividido en tres grupos donde ambos profesorado estaban mezclados. La actividad experimental consistió en la realización de la conocida experiencia de introducir un huevo dentro de una botella. Se comenzó solicitando a cada grupo que hiciera una descripción de lo que ocurría a medida que se desarrollaba el fenómeno, pudiendo fotografiar o filmar para poder tener más detalles.

Luego, se les pidió que trataran de construir un modelo explicativo de lo sucedido, primero de manera individual y luego en el interior del grupo. Es importante destacar que los contenidos disciplinares relacionados con las posibles explicaciones ya habían sido trabajados en el campo disciplinar de ambos profesorado, tal es el caso de: presión, presión atmosférica, combustión, gases ideales, calor, dilatación, entre otros. A partir del mismo debían elaborar una red conceptual y dar respuesta a preguntas que orientaban la reflexión. Se transcriben a continuación las consignas dadas a los estudiantes.

Consigna 3: Una mirada más profunda sobre la experiencia Introducir un huevo en la botella. Embeba un trozo de algodón en alcohol y colócalo dentro de la botella. Coloca el huevo duro a modo de tapón sobre la boca de la botella y observa. Luego enciende el algodón y coloca nuevamente el huevo. Observa que ocurre y DESCRIBE el fenómeno. ¿Cómo podrías EXPLICAR lo sucedido? Comparte con el resto tus compañeros

Consigna 4: Ahora se trabaja en grupo. Busquen información en las siguientes páginas acerca de la experiencia anterior y confronta tu pre-concepciones en base a la misma. Identifica en cada página autores e instituciones de la fuente.

<http://publicaciones.ujat.mx/cientificas/Documentos/Ciencia/22/Ah%20qu%C3%A9%20huevo%20tiene%20la%20ciencia.pdf><https://www.experimentosfaciles.com/meter-un-huevo-en-una-botella-explicacion>

Construyan un nuevo modelo explicativo para la experiencia y confróntenlo con cada una de las interpretaciones anteriores.

Consigna 5: Se propone la lectura del siguiente material para el próximo encuentro:

Chamizo, José Antonio Chamizo: Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias

Agustín Adúriz-Bravo: ¿Existirá el “método científico”?

Alan Chalmers. Cap.2 y 3: ¿Qué es esa cosa llamada Ciencia?

Sanmartí, Neus. Cap. 2: Hablar y escribir en ciencias

Luego de la lectura...

- a. Elabora una red conceptual acerca de la tipología sobre modelos planteada en el texto de Chamizo. *¿Qué aspectos no contemplaste en tu definición de “modelo” construida en la consigna 3?*
- b. *¿Por qué sería más conveniente hablar de “metodología” y no de “método” científico? ¿Viste algo de esto reflejado a lo largo de la actividad experimental?*
- c. A partir de la lectura de los apartados seleccionados de la obra de Chalmers, rescata la relación que establece el auto entre la observación, el experimento, los resultados y los marcos teóricos.
- d. *¿Cuál es la diferencia hay entre las habilidades cognitivo lingüísticas describir y explicar que explicita Sanmartí en su texto? En función de ello, ¿crees que la lógica didáctica de primero describir y luego explicar permite la reflexión en torno a la carga teórica que acompaña toda observación?*

III Parte - Actividades de Cierre:

En este caso, como el propósito de la Unidad Didáctica era vivenciar como estudiantes y futuros docentes las etapas que deberían contemplarse en este tipo de secuencias, sólo se elaboraron preguntas guía que orientaran a la metacognición y regulación del aprendizaje. Se transcriben a continuación las consignas dadas a los estudiantes.

Consigna 6 *¿Qué aprendimos?* Nuestro propósito, en esta unidad didáctica, fue que ustedes puedan construir, como estudiantes de las Didácticas Especiales, las siguientes ideas:

Los modelos son mediadores entre la Ciencia y la Realidad, útiles para aprender y explicar, dentro de sus limitaciones.

Las Observaciones de un fenómeno difieren de acuerdo al marco teórico del observador.

¿Consideras que las mismas pudieron ser construidas? ¿Por qué?

Consigna 6: *Una metacognición de lo trabajado... ¿Cómo te sentiste en las discusiones, diferencias de opiniones y formas de trabajo a lo largo de toda la unidad? ¿Qué aprendiste a lo largo de todos los encuentros? ¿Harías modificaciones a la dinámica de trabajo? ¿Cuál/es? ¿Qué herramientas podrías rescatar para tus futuras propuestas en las clases de Ciencias? ¿Qué te llevas de los encuentros?*

El análisis de los fragmentos extraídos del trabajo realizado por las y los estudiantes, está centrado en la descripción del fenómeno, la explicación del mismo y las reflexiones a las cuales el grupo arriba en este doble rol de estudiantes y futuros profesores

Descripción realizada por el grupo de estudiantes sobre el fenómeno observado:

“Se coloca el huevo duro sobre la boca de la botella, observando que el diámetro del huevo es mayor que el diámetro de la boca de la botella, por lo que no entra al interior de la misma. Luego se embebe un trozo de algodón en alcohol y se introduce dentro de la botella. Al colocar el huevo duro a modo de tapón nuevamente no ingresa. Finalmente, al encender el algodón y colocar nuevamente

el huevo, comienza a modificar su forma y desciende por el cuello de la botella hasta introducirse completamente”.

Se considera importante dar cuenta la diferencia entre la descripción de un fenómeno y la explicación del mismo desde lo vivencial, ya que ambas habilidades suelen homologarse a la hora de escribir en ciencias, entendiéndose por descripción, a la producción de enunciados que enumeren cualidades, propiedades o características de un objeto o fenómeno. La escritura de este texto resultó una tarea ardua para el grupo dado que tendían a cargar de conceptos teóricos el mismo.

Para desarrollar herramientas del pensamiento, acordes con las formas de conocer de las ciencias, es sumamente importante que las y los estudiantes tengan la oportunidad de involucrarse personalmente en una investigación en la que se intente responder alguna pregunta de las que llamamos “contestables”. (Gellon, G. et. al. 2011). Son las respuestas a estas preguntas contestables las que permiten explicar el fenómeno, entendiéndose por explicación a dar razones para que un fenómeno o acontecimiento sea comprensible, siendo ésta una de las actividades más importante de la ciencia escolar.

La pregunta en cuestión era *¿por qué entra el huevo en la botella?*, la misma se presentó como un desafío para pensar explicaciones alternativas a ese fenómeno. Muchas veces estas explicaciones pueden conducir a resultados que contradicen lo esperado. La presentación y defensa de estos resultados ante pares, son experiencias, que, de ser solamente leídas o contadas, pierden en gran medida su valor vivencial y su poder educativo. (Gellon, G. et. al. 2011)

Modelos explicativos generados por las y los estudiantes:

“En mutuo acuerdo, consideramos que el huevo entra por una diferencia de presión entre el aire dentro de la botella y el aire externo. La pregunta en debate ahora es, ¿qué es lo que provoca esa diferencia de presión? Formulamos posibles explicaciones poniendo en tensión cada uno de nuestros argumentos”.

Modelo explicativo 1:

“La experiencia consta de dos momentos, el primero donde el sistema puede intercambiar energía y materia con el medio que lo rodea por lo tanto es un sistema abierto. Esto sucede cuando encendemos el algodón con alcohol y lo introducimos en la botella. Dentro del recipiente se producen productos de la combustión, gases con temperaturas mucho mayores al aire que rodea la botella. Según el comportamiento de los gases a mayor temperatura el volumen aumenta y la presión también. Como el sistema es abierto, el volumen puede aumentar todo lo que desea y parte del gas sale del recipiente.

El segundo momento es cuando colocamos el huevo en la boca de la botella en forma de tapón, cerrando el sistema, por lo que este ya no puede intercambiar materia con el medio. Por lo tanto, la combustión permanecerá hasta que consuma todo el oxígeno que haya quedado dentro de la botella. Una vez que el fuego se apague, estos gases en el interior del recipiente comienzan a disminuir la temperatura disipando la energía en forma de calor al medio. Debido a la salida

del gas mientras se producía la combustión, en la fracción de segundos antes de colocar el huevo a modo de tapón, podemos deducir que la cantidad de moles de gas en el interior, en el segundo momento, ha disminuido respecto a la cantidad de moles del primer momento. Como sistema cerrado de volumen constante, al disminuir la temperatura, disminuye la presión. Finalmente, la presión exterior, al ser mayor a la interior, forzará la entrada del huevo”.

Modelo explicativo 2:

“Como producto del calentamiento por la combustión, el vidrio de la botella se dilata, lo que provoca un aumento del volumen del recipiente y la considerable disminución de presión en el interior”.

Modelo explicativo 3:

“Durante la combustión, aparece como producto el agua, que, al tomar contacto con la pared más fría del recipiente, se condensa, lo que produce una disminución de la cantidad de moles presentes en la fase gaseosa, con la consecuente disminución de presión “

A continuación, se muestran parte de las reflexiones de algunos estudiantes:

“Los modelos explicativos pueden ser muchos, como futuros docentes debemos conocer muy bien el fenómeno, para poder transponer el conocimiento científico a un conocimiento posible de ser enseñado en el aula con modelos más adecuados para cada grupo de estudiantes. Se aclara “adecuados”, porque dependen de la edad, del lugar, de la cultura, de la sociedad en la cual están insertos, y los únicos profesionales capaces de tener en cuenta estas condiciones como, así también, los conocimientos y valores a ser transmitidos somos nosotros.”

” En lo que se refiere a cómo los marcos teóricos condicionan la observación, quedó en evidencia durante la puesta en común de los diferentes grupos. Dos de los grupos con mayoría de estudiantes de Profesorado en Química recurrieron a una explicación más orientada a la química. (...) nuestro grupo por otra parte, con mayoría de estudiantes del Profesorado en Física se enfocó en la consideración de sistema abierto, en la relación PyT de los gases lo que denota un enfoque más físico”

” Aprendí cómo se pueden abordar distintos temas a partir de una actividad experimental sencilla como disparadora. Cómo enfocarnos en la NdC, lo cual involucra la generación de hipótesis, modelización, influencia de los marcos teóricos”

” Una cosa para rescatar es como con experiencias muy simples se pueden poner en práctica procedimientos complejos propios de las ciencias, tales como generación de hipótesis, modelización, debate discusión entre pares”

” En un comienzo, explicitamos nuestras ideas previas, luego a partir de videos, la experiencia y los textos, fuimos entendiendo, por ejemplo, que nuestras observaciones estaban muy ligadas a nuestros conocimientos, es decir a un marco teórico, y que son difíciles de separar. También aprendimos el significado de modelo para las Ciencias Naturales...”

” La unidad didáctica me ayudó a reflexionar sobre la influencia que el contexto histórico representa para el desarrollo de la ciencia, y además nos introdujo a pensar sobre nuestras concepciones de modelo y de método científico ”

Conclusiones

Durante los años que se trabaja en las Didácticas Específicas de los Profesorados de Física y de Química de la UNCo, siempre aparece el cruce de los caminos de la formación disciplinar de cada profesorado y la formación pedagógica, y es a partir de ahí, que las y los estudiantes comienzan a construir su propia identidad docente, la que enmarcará sus futuras prácticas. Es por esto que se revaloriza el relato de esta experiencia donde se pone en tensión la integración de contenidos de NdC y aspectos disciplinares construidos a lo largo del trayecto de formación de estos profesorados, y abiertas a la opinión de pares.

En la reflexión de cierre realizada, cabe destacar la manera en que marcan la importancia del contexto al que va dirigida la propuesta didáctica, el trabajo de transposición didáctica que debe realizar el docente, la importancia del saber disciplinar para poder realizarla, así como la importancia de los modelos utilizados para explicar algunos fenómenos. Son capaces de explicitar y reflexionar sobre la influencia de los marcos teóricos, que en muchos casos se da por obvio, en la observación. Así también como recatan el valor de los pares en la construcción del conocimiento científico.

Tal como plantea Alliaud (2014) “El plus que aportan los relatos de experiencias radica en la posibilidad de transmitir, a través de lo que cuentan, lo que paso y les paso a quienes la protagonizaron. Facilitan de este modo, la unión de lo que por lo general aparece dissociado en la pedagogía: realidad y enseñanza. Posibilidad y trascendencia.”

Como docentes a cargo de la propuesta, haciendo propias y adaptando las palabras de Confucio, filósofo chino, se puede decir que *..sí lo veo, no lo entiendo; si me lo explican, lo entiendo; pero si lo hago, lo aprendo...* La mejor manera de que las y los estudiantes puedan prepararse para los cambios que deberán enfrentar en las aulas de la escuela media, es ir haciendo durante su formación, cruzando y confrontando continuamente los marcos teóricos con sus vivencias como estudiantes.

Bibliografía

Acevedo Díaz, A. (2009). *Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia*. En Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 6(3) pp. 355-386.

Adúriz-Bravo, A., Izquierdo-Aymerich, M. (2003) *Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales*. Departamento de Didáctica de la Matemática y de

las Ciencias Experimentales. Universidad Autónoma de Barcelona. España. Recuperado de: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185066662009000100004&script=sci_ar_text&tlng=en

- Aduriz-Bravo, A. (2005). *¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias?* Una cuestión actual de la investigación didáctica.
- Alliaud, A. (2014). *El campo de la práctica como instancia privilegiada para la transmisión del oficio de enseñar.* Jornadas sobre el Campo de Formación para la Práctica Profesional. Instituto de formación Docente. Ministerio de Educación. Presidencia de la Nación.
- Gellon, G., Rosenvasser Feher, E., Furman, M., & Golombek, D. (2011). *La ciencia en el aula.* México: Paidós.
- Gilbert, J., Justi, R. (2016). *Models of modelling.* En J. Gilbert, R. Justi (Ed.) *Modelling-based Teaching in Science Education* (pp. 17-40). Switzerland: Springer.
- Izquierdo, M. & Sanmartí, N. (2000). *Enseñar a leer y escribir textos de Ciencias de la Naturaleza.* En Jorba, J., Gómez, I. & Prats A. (Comp.), *Hablar y escribir para aprender* (pp. 181-199). Madrid: Editorial Síntesis.
- Libedinsky, M. (2001) *La innovación en la enseñanza. Diseño y documentación de experiencias de aula.* Buenos Aires: Paidós
- Lozano, E.; Diaco, P.; Bahamonde, N.; Mut, P.; Cremer, C. (2018). *El diseño de unidades didácticas para la integración disciplinar, metacientífica en la formación del profesorado en biología.* XIII Jornadas Nacionales – VIII Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. VI Seminario Iberoamericano CTS y X Seminario CTS. Bernal - Prov. De Buenos Aires – Argentina
- Marchán-Carvajal, I., & Sanmartí, N. (2015). *Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica.* *Educación química*, 26(4), 267-274.
- Sanmartí, N.; Márquez, C.; Rovira, P. (2002). *Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencias.* *Aula de Innovación Educativa.* *Revista Aula de Innovación Educativa* 113.