

EL DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA SOBRE EL MODELO DE PRESIÓN ARTERIAL ADVERTIDO POR IDEAS METACIENTÍFICAS EN LA FORMACIÓN DE PROFESORADO DE BIOLOGÍA

Nora Bahamonde, Eduardo Lozano
Universidad Nacional de Río Negro – Argentina
nbahamonde@hotmail.com, elozano@unrn.edu.ar

RESUMEN: Esta comunicación informa sobre los fundamentos y resultados de una investigación sobre el diseño, implementación y evaluación de una unidad didáctica para la modelización del fenómeno de presión arterial, en paralelo con la construcción de la idea metacientífica de paradigma a partir de un problema socio-científico, en la materia Biología Humana de un Profesorado en Biología. Los resultados indican que el proceso de modelización biológica favoreció una complejización de los modelos iniciales de los estudiantes, simples y anclados en el nivel de organización celular, hacia una visión sistémica. En cuanto a la idea metacientífica, sus ideas iniciales se robustecieron, permitiéndoles justificar y contextualizar prácticas científicas en el marco de distintos paradigmas. La articulación entre los ejes disciplinar y metacientífico favoreció el logro de una modelización significativa.

PALABRAS CLAVE: formación de profesorado, biología humana, modelización disciplinar y metacientífica, presión arterial, paradigma

OBJETIVOS: Diseñar, implementar y evaluar una unidad didáctica para la enseñanza de un modelo biológico (presión arterial) advertido por ideas metacientíficas del eje NOS, a partir del abordaje de un asunto sociocientífico, con el propósito de favorecer procesos de modelización por parte de los futuros profesores.

Analizar e interpretar los procesos de modelización científica y metacientífica llevados a cabo por los estudiantes.

INTRODUCCIÓN

La investigación que presentamos implicó el diseño, implementación y evaluación de una unidad didáctica en el ámbito de la materia Biología humana en la formación del profesorado de Biología de la UNRN¹. La UD se estructuró a partir del abordaje de un hecho socio-científico e integra contenidos

1. El diseño, implementación y evaluación de unidades didácticas como estrategia de integración de las perspectivas disciplinar y didáctica en la formación del profesorado de Biología. PI 40 A 412 Resol. 290/2015 UNRN. Dir. Nora Bahamonde

disciplinares de la biología vinculados al modelo de presión arterial y los mecanismos para su regulación, con contenidos metacientíficos sobre la noción de paradigma, para favorecer la construcción del modelo biológico, en paralelo, con la reflexión sobre determinados aspectos de la ciencia.

MARCO TEÓRICO

El trabajo se enmarca en una línea de investigación que venimos desarrollando, en la que se propone que los espacios de formación disciplinar en biología del profesorado, estén informados e intervenidos desde modelos didácticos actualizados que los alumnos construyen en los espacios de formación para la enseñanza de la ciencia (Lozano, 2015).

La estructuración teórica general que orienta el diseño, implementación y evaluación de la UD, se encuadra en el *Modelo cognitivo de ciencia escolar* (Izquierdo, 2000), que sostiene como idea básica que la educación científica debe ofrecer a los estudiantes oportunidades para pensar teóricamente al mundo y también para intervenir en él. Otorga un lugar central a la producción de modelos teóricos en los procesos de construcción del conocimiento científico (Giere, 1988) y retoma una vertiente axiológica de la filosofía de las ciencias, que propone el concepto de *actividad científica* y el aspecto de intervención que la ciencia hace sobre la realidad y las cuestiones valorativas que, al intervenir, pueden atribuírsele (Echeverría, 1998).

La *Actividad científica escolar* (ACE), es el constructo que permite extender las ideas estructurantes del modelo cognitivo de ciencia escolar al trabajo de diseñar la enseñanza. A partir de una tipología de actividades consistentes con dicho modelo (Sanmartí, 2002), la ACE procura que la clase de ciencias sea fuertemente teórica, esto es orientada a la modelización de fenómenos, pero dando lugar a la dimensión práctica de aplicación de los modelos a fenómenos de interés de la realidad a partir del abordaje de problemas auténticos, significativos para los estudiantes y la sociedad. En este sentido sostenemos la importancia del tratamiento de *asuntos socio-científicos* (Ziedler *et al.*, 2005), que propician “*el abordaje de contenidos de ciencia relevantes en el mundo cotidiano, y a menudo controversiales, destacando la importancia del aprendizaje situado, de una enseñanza que atienda los contextos y del desarrollo de razonamiento moral por parte de los estudiantes*” (Bahamonde, 2014, p. 93).

El otro componente implicado es el eje *naturaleza de la ciencia* (NOS), que propone la inclusión de contenidos metacientíficos que brinden a los estudiantes oportunidades para pensar qué es la ciencia, cómo se produce y como se relaciona con la sociedad. En esta investigación adherimos a la propuesta de formulación de ideas clave (Adúriz, 2005) la cual también extendemos para la formulación de los aspectos biológicos del modelo a enseñar. La perspectiva teórica desarrollada se inscribe en las nuevas finalidades de la Educación Científica (Acevedo, *et al.*, 2005).

METODOLOGÍA

El trabajo se encuadra en el campo de investigación en didáctica de las ciencias naturales, orientado al diseño y aplicación de unidades didácticas. Los datos surgieron de una intervención de los investigadores, mediante el diseño de una unidad didáctica orientada por modelos teóricos, pero el análisis de los datos y la elaboración de categorías, implicaron una tarea inductiva, así el enfoque metodológico para la búsqueda y análisis de los datos en el aula de clases -espacio natural en el que se enseña Biología humana- se inscribe en la tradición cualitativa (Kemmis y McTaggart, 1988). Participaron 18 alumna/os de 3° año, organizados en 7 grupos y el desarrollo completo de la unidad didáctica ocupó el dictado de 6 clases, de 3 a 4 horas reloj cada una. Los registros de las producciones de los alumna/os para el análisis consistieron en modelizaciones gráficas y en maquetas, textos escritos, y también registros de audio y video de diálogos al interior de cada grupo de trabajo, intercambios con los investigadores y puestas en común. El equipo

de investigación está integrado por especialistas en biología de la materia Biología humana, y en enseñanza de las ciencias de la materia Didáctica de las ciencias naturales de la carrera. En esta comunicación, debido a los límites de desarrollo que impone su formato, se presentarán avances sobre:

- El proceso de formulación de las *ideas clave* y la estructuración de la UD, en sus líneas disciplinar y metacientífica (Tabla 1)
- Análisis de algunas etapas de la modelización desarrollada por los diferentes grupos de alumnos en las líneas disciplinar/biológica y metacientífica

La formulación de ideas clave y la estructuración de la unidad didáctica

La formulación de ideas clave es el modo adoptado para dar cuenta, en proposiciones sencillas, de los aspectos de los modelos a enseñar en la UD (Adúriz, 2005). Para complejizar y hacer más robustas las ideas a tratar, se llevó a cabo un análisis histórico-epistemológico sobre modelos de presión arterial enmarcado en los estudios de contextualización histórica (Matthews, 1994).

Con respecto a las ideas clave disciplinares se discutieron los diversos aspectos del modelo de PA y se priorizaron aquellas ideas estructurantes de sus aspectos centrales. Se formularon así, diversas *ideas clave* disciplinares (Modell, H. et al.2015) y metacientíficas (Latour et al., 1995) para la UD.

En función de las ideas clave elaboradas, se diseñó la secuencia de actividades de la UD que se presenta en la Tabla 1, orientada por una tipología usualmente abordada en la ACE (Sanmarti, 2002).

Tabla 1.
Unidad Didáctica
sobre Modelo de Presión Arterial

| | |
|---|---|
| Actividad 1 Presenta el hecho sociocientífico y da inicio a la modelización inicial. A cada uno de los grupos se les entregó un dossier con recortes periodísticos que informan sobre medidas relacionadas con la prohibición de eliminar los saleros en los restaurantes y casas de comida, y también sobre algunas iniciativas para disminuir la cantidad de sal en la producción de alimentos como el pan. Se les preguntó 1) Si lo consideran una medida adecuada, 2) Si el consumo de sal constituye un tema de interés en sus familias y grupos de amigos y, por último, 3) Con qué aspecto del funcionamiento de nuestro organismo o de la salud lo relacionan. | |
| Línea disciplinar Ideas Clave 1, 2, 3, 4 | Línea metacientífica Ideas Clave 5 y 6 |
| Actividad 2 Continúa con la modelización inicial a partir de la formulación de hipótesis sobre la acción del agua y luego la sal sobre la PA de dos grupos de estudiantes, en una situación experimental que implica registros de tensión arterial en diferentes momentos y de volumen de orina. | Actividad 3 Da lugar al inicio del análisis histórico. Los alumnos analizan antiguas imágenes de sangrías terapéuticas e hipotetizan sobre el sentido de su realización. Se introduce a la teoría de los humores y a las prácticas médicas sobre la enfermedad del pulso duro y se discuten relaciones con lo planteado en la Actividad 2 |
| Actividad 5 Los alumnos deben representar con un modelo gráfico a nivel de sistemas /órganos el momento 0 de la experiencia, esto es ¿Cómo se explica la presión en el estado inicial del experimento? Luego se discuten y se conceptualizan los elementos básicos de la Idea clave 1 y 2. Los alumnos deben construir un modelo tridimensional que dé cuenta de la PA. | Actividad 4 Continúa con la aproximación histórica. Se analiza un nuevo modelo teórico para la circulación del siglo XVII basado en el modelo copernicano y se analiza y discute un experimento sobre PA del siglo XVIII. |
| Actividad 7 Se introduce a modelos de regulación de la PA. Se revisan los modelos iniciales que propusieron para cada uno de los puntos de la actividad 2 ¿Cómo creen que hizo el organismo para mantener estable la presión arterial? Se producen modelos, se discuten y se comparan con modelos científicos (Idea clave 3) | Actividad 6 Se inscriben los análisis y discusiones de las actividades 3 y 4 en la cuestión de los paradigmas (Idea clave 5) y los enfoques anacrónicos y diacrónicos y se introduce a algunas implicancias educativas de su utilización. |
| Actividad 9 Se aplican los modelos de regulación estructurados en la actividad 7, al análisis de prospectos de fármacos indicados para el control de la HTA. Los alumnos producen un modelo gráfico de la acción específica de cada uno. Luego construyen un nuevo modelo tridimensional que ajuste un aspecto específico de la regulación de la PA. | Actividad 8 Sobre la PA "normal" Se introduce a la discusión sobre cuándo, quiénes y cómo la determinan. Se analizan consensos internacionales. Se desarrollan aspectos de la Idea clave metacientífica 5 |
| Actividad 10 Se hace un cierre de la UD. Se vuelve al hecho sociocientífico y se lo encuadra y analiza en función de los modelos desarrollados. Se evalúan en conjunto con los estudiantes el avance sobre las Ideas Clave propuestas en la UD. Se evalúa el desarrollo de la UD y las implicancias didácticas que ellos creen que ha tenido para su formación como profesores | |

RESULTADOS

Análisis de la Modelización Disciplinar Inicial

La problematización inicial planteada en la Actividad 1, partió de un hecho socio-científico y disparó la modelización biológica inicial del fenómeno en relación a las preguntas formuladas. Los grupos consideraron que el riñón y/o el sistema cardiovascular estaban implicados en la problemática.

La Actividad 2, dio continuidad al proceso de modelización inicial, especificado ahora en el análisis de una situación experimental, dando lugar a una intensa actividad de discusión sobre la acción del agua y luego de la sal sobre la PA de los estudiantes. A partir de ciertos aspectos de interés de los modelos iniciales producidos por los alumnos, se han formulado las siguientes categorías que organizan el análisis de los datos:

1. El aumento de presión arterial se explica en el nivel de organización celular y el fenómeno que lo produce es la ósmosis.

El consumo de agua propuesto en la experiencia desencadenó diferentes explicaciones en los grupos de estudiantes, respecto de si aumentaría o no la PA, pero en su mayoría propusieron que la ingesta de agua no debería implicar un aumento de la PA. Sin embargo, el consumo de papas fritas saladas activó en todos los grupos un modelo de aumento de la presión arterial basado en la pérdida de agua por parte de las células al encontrarse en un medio hipertónico y el consecuente aumento del volumen intravascular.

“El caso de los chicos que consumieron papas fritas, consideramos que habrá un incremento de electrolitos en el LEC (líquido extracelular), por lo tanto el agua tiende a salir de las células, desencadenando un aumento del flujo sanguíneo, lo que provocará un aumento de la PA”

El enfoque en el nivel celular que asumen los estudiantes, simplifica el fenómeno. No aparece en él ninguna consideración que incluya al sistema nervioso o endócrino. Además, este modelo de aumento de la PA por ósmosis, extendido en todos los grupos, se tensiona con la idea inicial de que el consumo de un litro de agua no implicaría un aumento de la PA, cuestión que no fue advertida o al menos explicitada por los alumnos.

2. La disminución del volumen de la orina se explica desde un modelo de regulación simple, cuyo mecanismo es la reabsorción renal para resolver el problema de deshidratación de las células.

Al explicar qué ocurriría con el volumen de la orina luego de la ingesta de las papas fritas del grupo experimental y del grupo control, todos los estudiantes explicitaron un mecanismo que, a nivel de riñón o de estructuras sub-orgánicas, reabsorbe el agua que habían perdido las células por efectos de la sal.

“El volumen de orina va a disminuir debido a que el organismo va a tender a recuperar el H₂O que se perdió de las células. Esto se producirá en la nefrona, durante la reabsorción tubular, lo que producirá una orina concentrada”

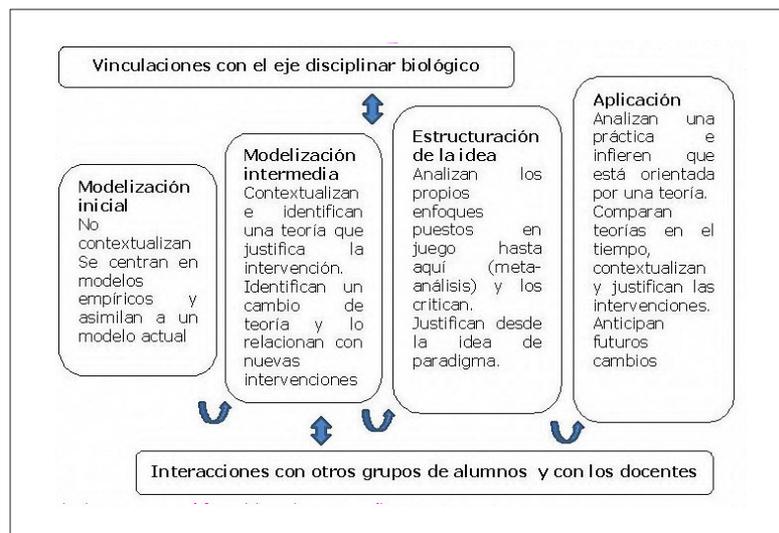
Este modelo de regulación es consistente con el enfoque simple que todos los grupos explicitaron para dar cuenta del fenómeno de aumento de la PA. Luego, el registro de la no variación de la PA en los alumnos que consumieron las papas fritas y la disminución en el volumen de la orina, fueron los referentes empíricos con los que pudieron confrontar sus explicaciones, dando lugar a la continuidad de la modelización.

Análisis de los Modelos Disciplinarios de Arribo

Luego de llevar a cabo las actividades 5 y 7 de la UD, los diferentes grupos pudieron elaborar un modelo explicativo más complejo acerca de cómo se relacionan la incorporación de agua o sal al cuerpo, la modificación en el medio interno y la respuesta del sistema para mantener la PA en rangos normales. En 5 de los 7 grupos se pudieron identificar mecanismos de control y regulación homeostáticos básicos, formando parte de un sistema más complejo a partir de un enfoque sistémico, en el que intervienen componentes nerviosos y endócrinos para explicar los fenómenos abordados, resultando consistente con el modelo científico de referencia.

Análisis del proceso de modelización metacientífica sobre la idea de Paradigma

En el Cuadro 1 se presenta el análisis de las etapas del proceso de modelización metacientífica:



Cuadro 1. Análisis de la progresión de la modelización sobre la idea de paradigma del G1 en el contexto de desarrollo de la UD

CONCLUSIONES

Los resultados presentados muestran que la secuencia de actividades diseñada generó una evolución significativa de los modelos iniciales de los estudiantes sobre el fenómeno de presión arterial (PA), que les permitió dar respuesta al problema planteado, en el marco de un modelo de arribo más cercano al científico. El modelo más complejo de regulación de la PA construido, les permitió también, entender la acción de fármacos para el control de la hipertensión arterial (HTA).

El análisis de las producciones en la línea metacientífica de la UD, nos permite inferir que el modelo inicial que aplicaron a la situación propuesta se fue complejizando, incorporando elementos que estructuraron una idea metacientífica robusta para justificar y contextualizar distintas prácticas científicas en el marco de un paradigma, acercándose a una visión dinámica de la ciencia. Esta progresión se logró en interacción con las actividades, que en paralelo, se desarrollaban en el eje disciplinar (Ver Cuadro 1).

Los resultados muestran también que las modelizaciones biológica y metacientífica, al trabajarse de manera simultánea en una UD, se traccionan entre sí, es decir, que el desarrollo de una idea metacientífica puede colaborar en la comprensión de un aspecto disciplinar y a la inversa (Bahamonde, 2014; Lozano, 2015).

Así, los resultados de la implementación de la UD nos permiten sustentar, con una nueva referencia empírica, el modelo de vinculación teórica planteado en los fundamentos y colaborar, por la sinergia entre los enfoques que lo componen, con la mejora en la calidad de la educación científica de los estudiantes.

Por otra parte, la experiencia ha mostrado la potencia de articular, en el ámbito de la formación de profesores, un trabajo compartido entre docentes a cargo de la formación disciplinar y docentes a cargo de la formación didáctica, para llevar a cabo ciclos iterativos de diseño, implementación y evaluación de unidades didácticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, J. et al. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*. 2: 2 pp. 121-140.
- ADÚRIZ BRAVO, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia*. Buenos Aires: Fondo de cultura económica.
- BAHAMONDE, N. (2014). Pensar la educación en Biología en los nuevos escenarios sociales: La sinergia entre modelización, naturaleza de la ciencia, asuntos sociocientíficos y multireferencialidad. *Biografía - Escritos sobre la Biología y su enseñanza* Vol. 7 - No.13, julio - diciembre de 2014 - ISSN 2027-1034. pp. 87 – 98
- BAHAMONDE, N., GÓMEZ GALINDO, A. A. (2016). Caracterización de modelos de digestión humana a partir de sus representaciones y análisis de su evolución en un grupo de docentes y auxiliares académicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 34.1, pp. 129-147.
- ECHEVERRÍA, J. (1998). *Filosofía de la ciencia*. Madrid: Akal Ediciones.
- GIERE, R. 1988. *La explicación de la ciencia: un acercamiento cognoscitivo* México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- GILBERT, J. y JUSTI, R. (2016b). Learning About Science Through Modelling-Based Teaching. En J. Gilbert, R. Justi (Eds.) *Modelling-based Teaching in Science Education* (pp. 171-191). Suiza: Springer.
- IZQUIERDO, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. En Perales, F. J. Y Cañal de León, P. (Directores): *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Editorial Marfil.
- KEMMIS, S. y McTAGGART, R. (1988). *Cómo planificar la investigación-acción*. Barcelona: Alertes.
- LATOUR, B., WOOLGAR, S. (1995). *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Madrid: Alianza Universidad. Original en inglés de 1979.
- LOZANO, Eduardo (2015). *Diseño, implementación y evaluación de una unidad didáctica para la enseñanza de modelos de membrana celular en la formación biológica del profesorado, con aportes de ideas metacientíficas provenientes del eje naturaleza de la ciencia*. Neuquén, Tesis (Doctorado en Enseñanza de las Ciencias Naturales con Orientación en Biología) – Universidad Nacional del Comahue.
- Matthews, M. (1994). Science teaching: *The role of history and philosophy of science*. Londres: Routledge.
- Modell, H.; Cliff, W.; Michael, J.; McFarland, J., Wenderoth M. Wright, Ann (2015). A physiologist's view of homeostasis *Adv Physiol Educ Adv Physiol Educ* 39: 259–266.
- Psillos, D.; Kariotoglou, P. (Comps.) (2016). *Iterative desing of teaching-learning sequences*. Springer.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Editorial Síntesis Educación.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L. And Howes, E. V. (2005). *Beyond STS: A research based framework for Socioscientific Issues Education*. Wiley interscience.