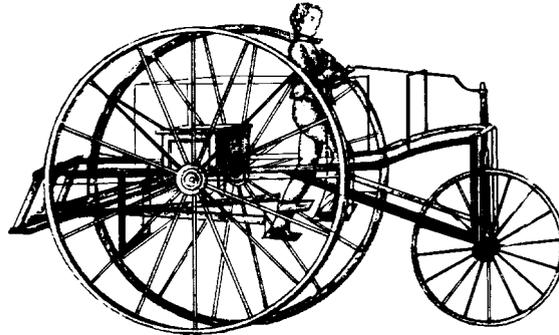


TESIS DIDÁCTICAS



El estudio de casos como metodología para abordar la contaminación del agua subterránea en la Educación Secundaria Obligatoria. Variaciones en el aprendizaje de conceptos y actitudes

Tesis doctoral

Autora: Lacosta Gavari, Idoia
Directoras: Sánchez González, Dolores y Fernández Manzanal, Rosario
Departamento: Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza
Programa de doctorado: Didáctica de las Ciencias Experimentales
Fecha: 25 de enero de 2011

Resumen

La investigación se enmarca en el ámbito interdisciplinar en el que confluyen la didáctica de las ciencias experimentales y la educación ambiental. Esta confluencia entre las dos disciplinas ha posibilitado la elaboración y validación de un caso útil para tratar el problema de la contaminación del agua subterránea.

Aunque en muchos países es habitual trabajar en el aula mediante estudio de casos, en España son escasas las experiencias que utilizan esta metodología y la mayoría de ellas se desarrollan en la enseñanza universitaria. Por consiguiente, el problema objeto de estudio ha sido

determinar si la metodología del caso, aplicada en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria, es adecuada para mejorar los conocimientos y la actitud de los estudiantes hacia la contaminación del agua subterránea. Este planteamiento implica la necesidad de realizar un estudio exploratorio en profundidad que permita diagnosticar dichos conocimientos y actitudes iniciales. Para ello, ha sido necesario construir ex novo instrumentos de medida, tanto para evaluar los conocimientos como la actitud.

La elección de la metodología ha obligado a abordar la tarea de redacción del propio caso, debido fundamentalmente a la escasez de casos en castellano sobre el tema de la investigación y, por ello, a elaborar todos los materiales utilizados en la resolución del mismo. El trabajo se ha estructurado en tres grandes etapas. En la primera de ellas, el objetivo ha sido diseñar, construir y validar los instrumentos de recogida de datos. La segunda etapa ha consistido en escribir y verificar la validez del caso con el que trabajar los conceptos y las actitudes referidas. La tercera ha permitido poner en práctica la metodología para analizar y resolver el caso propuesto y obtener información sobre los aspectos más relevantes de dicha aplicación.

Se ha considerado como variable independiente la intervención didáctica realizada mediante el estudio de casos; y como variables dependientes, los conocimientos y la actitud hacia la contaminación del agua subterránea.

La decisión metodológica se ha tomado atendiendo tanto a los objetivos de la investigación como a la naturaleza de las variables y al nivel de control que se quiere ejercer sobre dichas variables. Atendiendo a estas consideraciones, se ha decidido proceder mediante una espiral inductivo-hipotético-deductiva, en la cual la fase inductiva ha sido la llamada fase exploratoria cuyo objetivo ha sido suministrar hipótesis alternativas susceptibles de ajustes progresivos. Debido a la naturaleza de las variables, se han utilizado los métodos cuantitativos y cualitativos como complementarios. Finalmente, se ha propuesto la aplicación de un método experimental que ha requerido un máximo control de las variables cuando se trata de medir los cambios producidos en los conocimientos y en la actitud, mientras que durante la aplicación se han observado y descrito los fenómenos producidos, ejerciendo un control mínimo sobre las mismas. Para la investigación se ha utilizado un diseño cuasiexperimental de un grupo de control pretest-postest no equivalente.

La estrategia de recogida de información ha consistido en utilizar el cuestionario como método prioritario y la observación y el análisis de documentos como métodos secundarios para complementar y triangular la información recogida mediante los primeros. La evaluación de la actitud se ha realizado mediante una escala tipo Likert construida según un riguroso proceso y sometida a diversos

tratamientos estadísticos que garantizan su validez y fiabilidad. Los datos obtenidos han sido tratados según su naturaleza cuantitativa o cualitativa. Los datos numéricos han estado sujetos a análisis estadísticos, mientras que los datos cualitativos han precisado un proceso previo de reducción de la información que implica clasificar los hechos observados y categorizarlos adecuadamente como temas emergentes.

El caso se ha diseñado para ser aplicado en el contexto de las clases de física y química de tercer curso de Educación Secundaria Obligatoria y en la unidad didáctica *Estudio de las disoluciones*. El trabajo se ha dividido en ocho sesiones, seis de las cuales se trabajan en el aula y dos en el laboratorio. Su tema principal es la contaminación difusa por nitratos de origen agrícola que sufren las aguas subterráneas de una localidad y se presenta para su resolución en forma de historia breve, narrada en siete escenarios correspondientes a siete sesiones de trabajo de cincuenta y cinco minutos cada una.

Los conocimientos y la actitud hacia el problema de contaminación del agua subterránea mejora significativamente tras la resolución del caso. Los resultados obtenidos permiten inferir que el alumnado de física y química, con la metodología propuesta, consigue un aprendizaje superior al adquirido mediante la metodología tradicional. Además, se constata que los materiales elaborados ex profeso facilitan a los estudiantes un aprendizaje más significativo que el propiciado por el libro de texto. Asimismo, el trabajo con el caso promueve un aprendizaje cooperativo con el que los estudiantes comparan y discuten sus ideas e interaccionan entre sí y con la profesora de un modo más espontáneo y satisfactorio que en la clase tradicional.

Construcción del concepto de ecuación diferencial ordinaria en escenarios de resolución de problemas

Tesis doctoral

Autora: Josefa Perdomo Díaz
Directores: Dr. Matías Camacho Machín (Universidad de La Laguna) y Dr. L. Manuel Santos Trigo (Cinvestav-IPN)
Lugar: Departamento de Análisis Matemático de la Universidad de La Laguna
Programa: Matemáticas
Fecha: 3 de diciembre de 2010

Resumen

En esta investigación se abordaron dos problemas interrelacionados. De una parte se consideró un problema de aprendizaje, en términos de qué es lo que saben los estudiantes que reciben por primera vez un curso de EDO cuya estructura general parte de la definición formal del concepto para continuar con la clasificación de las ecuaciones y la presentación de los métodos de resolución, centrándose así en el tratamiento analítico del concepto (*primera fase*). En segundo lugar, se consideró un problema de enseñanza y aprendizaje, que pretendía determinar si, modificando la forma habitual de enseñanza, los estudiantes comprendían el concepto de EDO atendiendo a una variedad de interpretaciones más completa y flexible (*segunda fase*).

La pregunta de investigación en que se centró la primera fase fue: ¿cómo utilizan los estudiantes sus conocimientos matemáticos para resolver problemas en los que intervienen conceptos y significados relacionados con las EDO? Este aspecto se trató analizando las respuestas de un grupo de estudiantes que habían recibido una enseñanza del concepto basada en el uso de métodos algebraicos, a un cuestionario relativo a los conceptos de EDO, solución y campo de direcciones. Se observaron tres cosas principales en la mayoría de los estudiantes: a) mostraban dificultades para establecer relaciones entre el concepto de EDO y el de derivada de una función, siendo su tendencia reducir el estudio de las EDO a la búsqueda de un algoritmo que resolviera tipos particulares de ecuaciones, lo que limitó sus posibilidades para abordar problemas contextualizados; b) interpretaban las soluciones de una EDO como una función que verifica la ecuación o como el resultado de aplicar el método de resolución correspondiente; c) tendían a no utilizar representaciones gráficas para explorar significados y relaciones matemáticas y tenían dificultades para establecer relaciones entre distintos tipos de representaciones, lo que les condujo a no plantearse o responder erróneamente a aquellas cuestiones relacionadas con el campo de direcciones.

Estos resultados nos hicieron considerar la necesidad de establecer condiciones de aprendizaje que ayudaran a los estudiantes a reflexionar y razonar acerca de los diferentes significados asociados a un concepto matemático, las relaciones entre ellos y cómo surgen nuevos conceptos a partir de él, lo que motivó la siguiente fase de la investigación, guiada por tres preguntas: ¿cómo diseñar y desarrollar en el aula una ruta de enseñanza y aprendizaje, basada en la resolución de problemas, que promoviera la construcción del concepto de EDO de forma integrada con el concepto de derivada?,

¿qué procesos cognitivos, heurísticos y estrategias de control se desarrollarían haciendo uso de dicho modelo? y ¿qué influencia tendrían las interacciones estudiante-profesor-tecnología? En esta fase se diseñó e implementó un módulo de enseñanza, compuesto por tres problemas, cuyo objetivo era introducir el concepto de EDO, en un primer curso de la Licenciatura en Química, como parte de la red de significados asociados al concepto de derivada y promover el uso de distintos tipos de razonamiento en la resolución de problemas matemáticos, frente a la utilización de algoritmos.

Los tres problemas presentaban una situación cercana a los estudiantes a los que iba dirigida (desintegración radiactiva, mezcla y dinámica de poblaciones) e incluían el enunciado y una serie de preguntas y pequeñas actividades relacionadas con el mismo. Los aspectos centrales del primer problema, *Desintegración del uranio*, fueron los procesos de representación e interpretación entre el contexto del problema y el lenguaje matemático. En él se formularon cuestiones que trataban de relacionar la situación planteada con el concepto de derivada, introduciendo el concepto de EDO a partir del mismo. El segundo problema, *Contaminación de mercurio*, se utilizó para introducir la clasificación de las EDO y el método de resolución de las ecuaciones de variables separadas, además de resolver las ecuaciones utilizando la VoyageTM200, analizar la representación gráfica de distintas soluciones y su relación con la situación planteada. En este problema se prestó especial atención al planteamiento y la resolución de la EDO que modelizaba la situación y al proceso de generalización. El tercero, *Dinámica de poblaciones*, estuvo centrado en la formulación de conjeturas y en el proceso de verificación. En el diseño de los dos últimos problemas se distinguieron cinco etapas de resolución: análisis y comprensión de la situación, solución del caso particular, planteamiento y solución de casos generales y análisis retrospectivo.

El análisis del proceso de resolución mostrado por los estudiantes reflejó que este módulo de enseñanza contribuyó (a) a fortalecer la red de significados que habían construido en torno al concepto de derivada de una función, añadiendo a la misma el concepto de EDO y (b) a que desarrollaran habilidades y capacidades fundamentales para la resolución de problemas. En este sentido, el uso de la calculadora VoyageTM200 promovió el desarrollo de procesos del pensamiento matemático avanzado, como la abstracción o la generalización, y la interacción entre los estudiantes favoreció que expresaran, contrastaran, verificaran y justificaran sus argumentos.

Análisis de la comprensión de los conceptos de serie numérica y su convergencia en estudiantes de primer curso de universidad utilizando un entorno computacional

Tesis doctoral

Autora: Myriam Codes Valcarce

Director: Dr. Modesto Sierra Vázquez

Departamento: Didáctica de las Matemáticas y Didáctica de las Ciencias Experimentales

Universidad: Universidad de Salamanca

Programa: Educación Matemática

Fecha: 15 de marzo de 2010

Resumen

En esta investigación se analiza bajo el marco teórico APOS la comprensión del tópico serie numérica convergente en estudiantes de primer curso universitario trabajando en un entorno computacional. En las primeras fases de la investigación se realizó el estudio teórico conducente a la descomposición genética del concepto, y el diseño de la *actividad rectángulos* con la que se introduce el tópico de serie numérica.

Los datos provienen de las grabaciones de seis grupos de estudiantes durante todas las sesiones en las que se impartió el tópico de serie numérica. Tras un visionado general de todas las grabaciones, se decidió analizar en profundidad aquellas en las que dos grupos de estudiantes resolvían la *actividad rectángulos*. Ésta se diseñó teniendo en cuenta el estudio del desarrollo histórico del concepto de serie numérica y su convergencia, y se presentó en clase antes de definir qué es una serie numérica.

El análisis de los datos se ha llevado a cabo en tres etapas. La primera es descriptiva e interpretativa, ya que se ha relatado cómo han resuelto los distintos apartados de la actividad cada uno de los dos grupos, y se ha comentado cada hito que de algún modo ha contribuido a caracterizar cómo se construye el conocimiento. La segunda es interpretativa y con ella se aporta una visión individual de los logros de cada grupo. La tercera etapa también es interpretativa y en ella se elabora una visión global del desarrollo de cada grupo en la construcción del concepto de serie numérica y su convergencia, que permite compararlos y caracterizar los elementos comunes y los que los diferencian en el proceso de construcción de este concepto.

El ordenador se ha empleado en las clases para facilitar el enfoque geométrico y gráfico de la instrucción y asistir en

los cálculos repetitivos. Esto se llevó a cabo con el *software* de cálculo simbólico Maple y dio lugar a otro objetivo de investigación relacionado con el estudio del impacto de la utilización de una herramienta de cálculo simbólico en el aula de Análisis Matemático.

En líneas generales, se han detectado algunos obstáculos que conducen a errores y dificultan la construcción del conocimiento. Las principales causas se deben a las concepciones previas de conceptos como función, límite e infinito, a ciertas dificultades propias del entorno computacional y a cuestiones relacionadas con el aspecto emocional del aprendizaje.

Las principales aportaciones de este trabajo son: el estudio del análisis histórico del concepto de serie numérica que se realizó como paso previo para elaborar la descomposición genética del concepto; la descomposición genética de los conceptos de serie numérica y su convergencia; la descripción de niveles de comprensión de estos conceptos; el diseño de la *actividad rectángulos*; y el proceso innovador con el que se ha llevado a cabo la recogida de datos que ha conseguido una información más rica que en investigaciones precedentes, y ha permitido disponer de toda la información en formato digital.

Aprendizaje basado en problemas en ciencias médicas: aportes del laboratorio de histología para el estudio comprensivo del organismo humano

Tesis de maestría

Autora: Ana Patricia Fabro.

Directora: M. Sc. Alicia Costamagna.

Lugar: Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.

Fecha: 12 de agosto de 2009.

Resumen

1. Introducción

Con el objeto de formar profesionales conscientes de las nuevas problemáticas de la Medicina, se propuso crear la Carrera de Medicina en la Escuela de Medicina de la UNL, basándose en el modelo de aprendizaje basado en problemas (ABP).

Los pilares del ABP son los siguientes:

- El aprendizaje está centrado en el alumno y se realiza en espacios tutoriales, en

los cuales se plantea un problema integrador de diferentes disciplinas.

- Los profesores son guías del aprendizaje.
- Se utilizan nuevas tecnologías como recursos educativos.
- Se realiza un seguimiento personalizado del alumno.
- La formación práctica se realiza en diferentes escenarios (centros de salud, centros de cuidado infantil, centros de acción familiar, escuelas).
- Las actividades disciplinares (que son necesarias para la resolución del problema) se desarrollan mediante laboratorios, talleres, seminarios y consultas con expertos, estudiando al hombre a través de una visión bio-psico-social.

Una de las actividades que contribuyen a este complejo entretendido de disciplinas es el laboratorio de histología, que consiste en la observación microscópica de tejidos y órganos.

2. Objetivo general del trabajo de investigación

Analizar qué aportes realiza el laboratorio de histología y de qué manera contribuye a la resolución de los problemas planteados en el espacio tutorial, en el área Crecimiento y Desarrollo, de Primer año de la Carrera de Medicina de la Escuela de Ciencias Médicas de la UNL.

3. Metodología

Se registraron mediante listas de co-tejo y observación no participativa las actividades realizadas en los distintos laboratorios de histología (se observaron doce comisiones, sobre el total de dieciséis comisiones); y posteriormente se registraron, mediante las mismas herramientas, de qué manera los mismos alumnos de cada comisión aplicaban lo aprendido en el laboratorio de histología, a la resolución del problema, en los correspondientes espacios tutoriales.

Además, a fin de conocer las opiniones acerca de qué manera el laboratorio de histología contribuyó a la resolución de las problemáticas planteadas, se encuestó al total de alumnos observados (cien alumnos), a doce tutores del espacio tutorial de primer año (sobre un total de dieciséis tutores) y al total de tutores de laboratorio de histología de primer año (cuatro tutores).

Resultados

Aportes del laboratorio disciplinar de histología:

- Se produjeron conflictos cognitivos en los alumnos que favorecieron la motivación.
- Se trabajó mediante aprendizaje co-

operativo y colaboración entre pares, a través de la observación grupal de los preparados histológicos, la corrección grupal de las evaluaciones propuestas, la esquematización grupal en el pizarrón.

- Se realizaron actividades de metacognición mediante estrategias tendentes a que los estudiantes supervisen sus propios aprendizajes.
- Se realizó una profunda búsqueda bibliográfica a través de la consulta con atlas de histología y resolución de preguntas nexos entre el laboratorio y el espacio tutorial.
- Se promovió el desarrollo de la capacidad reflexiva y del espíritu crítico a través de la presentación, por ejemplo, de preparados histológicos sin rotular, que los alumnos debían llegar a identificar.

Debilidades del laboratorio de histología:

- Se observó que, a pesar de la insistencia por parte de los tutores de que los alum-

nos esquematicen, un porcentaje de ellos no esquematizó las imágenes observadas en el microscopio.

- Otra de las debilidades consistió en la aplicación de diferentes estrategias por parte de los tutores de laboratorio a cargo de las distintas comisiones, en algunos casos con escaso desarrollo de interrelaciones entre las distintas actividades del aprendizaje basado en problemas (espacio tutorial, laboratorio y consulta con expertos).

En cuanto a los espacios tutoriales, es necesario destacar que en tres comisiones (del total de doce comisiones observadas) los alumnos pudieron incorporar claramente a la resolución del problema contenidos de histología.

En el resto de las comisiones, se observa que no se retoman los contenidos de histología para aplicarlos a la resolución del problema. En algunos casos se observa

que en el diseño de los problemas no se contemplan cuestiones que dirijan el estudio hacia la histología.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos se releva que las dificultades que se presentan para la aplicación de los conocimientos aportados por el laboratorio de histología a la resolución del problema están en relación con escaso desarrollo de interrelaciones entre las distintas actividades del aprendizaje basado en problemas (espacio tutorial, laboratorio y consulta con expertos).

Por otro lado, también se observa, en algunos casos, la falta de cuestiones relacionadas con histología, en el diseño de los problemas. Esta particularidad impediría el surgimiento de hipótesis directrices que incorporen los ejes temáticos de histología a la discusión en el espacio tutorial.

