

# Las TIC para la investigación en didáctica de las ciencias

Por *Caroline Cormier\**

## Utilisation des technologies pour la recherche en éducation scientifique. (Utilización de las tecnologías para la investigación en educación científica)

Riopel, M., Potvin, P. & Vázquez-Abad, J.\*\* (eds.)

Québec, Canada: Les Presses de l'Université Laval, 2009.

ISBN 978-2-7637-8728-2

Este libro reúne trabajos de varios investigadores en didáctica de ciencia y tecnología alrededor de un mismo tema: el uso de tecnologías para la investigación en el área. Estas tecnologías se presentan tanto como dispositivos didácticos para favorecer el aprendizaje de conceptos científicos o como instrumentos usados por los investigadores para la colecta o el análisis de datos provenientes de investigaciones en educación científica.

A través de los 10 capítulos del libro, las tecnologías aparecen como un medio para resolver, remontar o paliar las dificultades encontradas al realizar investigación. Se pone énfasis en los resultados obtenidos gracias al uso de las tecnologías, pero sobre todo se acentúan las diferentes metodologías de investigación empleadas. El libro está destinado a un público compuesto de investigadores en didáctica de las ciencias deseoso de conocer y ensayar las tecnologías disponibles para facilitar o enriquecer sus estudios.

A continuación se ofrece una descripción de los capítulos, concentrándonos en las tecnologías empleadas, sus puntos fuertes y débiles.

### Capítulo 1. El uso de tecnologías para investigar la modelización algebraica de fenómenos científicos

El programa utilizado, RGS, fue desarrollado por el autor del capítulo, con el fin de ser utilizado por sus estudiantes de



ciencias experimentales (en particular de Física) para producir un modelo algebraico ajustado a los datos experimentales y a sus incertidumbres. El estudio fue realizado con estudiantes de un curso de Física de preparatoria.

El módulo RGS permite a los estudiantes comprender la modelización algebraica en el ámbito de Microsoft Excel, presentando la ventaja de poder ser usado fácilmente por estudiantes con conocimientos matemáticos limitados.

El método presentado en este capítulo es original en el sentido de que, según su autor, ninguna aplicación de uso sencillo permitía, hasta el momento, hacer óptimo un modelo algebraico para un conjunto de datos experimentales y proveer al mismo tiempo una herramienta estadística para identificar las observaciones “aberrantes”.

### Capítulo 2. Contribución de una infraestructura informática al análisis de la traza cognitiva

Dentro de un marco teórico que supone una cognición secuencial, los autores proponen el análisis de secuencias de acciones cognitivas para comprender cómo piensan los estudiantes cuando se les presenta una tarea auténtica. Esta investigación se hizo con maestros en formación inicial a los que se les dio como tarea la preparación de una lección. Esta tarea se descompuso en varias actividades cognitivas, grabadas a través de una estructura informática que incluye la computadora con la cual los participantes están trabajando, una cámara que filma su rostro y un micrófono que graba las reflexiones hechas en voz alta.

Los datos son tratados descomponiendo las actividades de los participantes en unidades de acción. El análisis busca establecer el aspecto secuencial de las acciones (su ordenamiento). El número de acciones identificadas y de secuencias posibles podría hacer el análisis tedioso y complejo, pero el aporte

\* Coordonnatrice, Département de Chimie. Cégep André-Laurendeau. 1111, rue Lapierre, Lasalle (Québec), H8N 2J4 Canadá.

Correo electrónico: caroline.cormier@claudendeau.qc.ca

\*\* Miembro del Consejo Editorial Internacional de esta revista (Nota del Director)

del programa GSEQ 4.2 para evaluar la relación entre las distintas secuencias posibles facilita este análisis.

Este estudio presenta como ventaja la validez ecológica de los resultados que, gracias a la estructura informática, se recogen en el medio natural de los participantes.

### **Capítulo 3. Un dispositivo de seguimiento ocular para el análisis de la atención y de procesos cognitivos de estudiantes de Física**

Este estudio en marcha tiene como objetivo desarrollar un tutor virtual para apoyar el aprendizaje de los estudiantes en ciencias físicas. El tutor virtual es generalmente menos eficaz que un tutor humano puesto que, entre otras cosas, no puede apoyarse en un análisis fino de la actitud y la mirada del estudiante, como puede hacerlo un humano. En esta investigación se busca desarrollar un tutor virtual que se apoye principalmente en la oculometría —es decir, en la medida de los movimientos de los ojos— para proporcionar una ayuda adaptada a las necesidades del estudiante que trabaja con una computadora. En efecto, al seguir la mirada del estudiante sobre la pantalla —y sus pausas, repasos y relecturas de ciertas partes de la misma—, el tutor podrá proponer consejos adaptados a lo que el estudiante puede haberse olvidado de leer o incluso comprendido mal.

Además del sistema de seguimiento ocular, las computadoras de este estudio están equipadas con un dispositivo de registro del uso del teclado y el ratón, así como de captores fisiológicos que miden la temperatura de la piel, el pulso, etc.

Este estudio, más allá del desarrollo del tutor virtual, identifica condiciones que permiten mejorar la comunicación persona-máquina.

### **Capítulo 4. Tecnologías móviles para comprender el aprendizaje cooperativo en un tema de Física**

En este capítulo se plantea la utilización de un simulador para el aprendizaje del fenómeno fotoeléctrico en Física. Este simulador permite “ver” desplazarse los electrones, observación que sería imposible durante un experimento real. Es una de las ventajas de los simuladores en la enseñanza de las ciencias: ver fenómenos que provienen de la modelización y no de la observación.

Lo que hace que este estudio sea particularmente innovador es que el simulador se instaló en un PDA (*Personal Digital Assistant* o Asistente Digital Personal, en español), es decir una computadora de bolsillo, y no sobre una computadora personal tradicional o portátil. La ventaja de usar una computadora de bolsillo en clase es ilustrada en este estudio: en efecto, los participantes mostraron tendencia a desplazarse en la sala y a “enseñarse” unos a otros y discutir los resultados de sus PDA respectivos, más que lo observado en un estudio exploratorio anterior realizado con computadoras portátiles.

Esta movilidad conferida por los PDA a los estudiantes permitió estudiar aspectos colaborativos del aprendizaje, con un protocolo didáctico especialmente desarrollado bajo una perspectiva socioconstructivista.

Los resultados preliminares del estudio parecen demostrar que se realizó eficazmente un cambio conceptual en los estudiantes con respecto a la naturaleza de la luz.

### **Capítulo 5. Protocolos socioconstructivistas y simuladores en astronomía: influencia sobre el aprendizaje, el desarrollo de competencias y la motivación**

Los autores del capítulo estudiaron el comportamiento de estudiantes universitarios inscritos en un programa de formación inicial de maestros. Los estudiantes debían producir una “cápsula” para Walkman en Astronomía, a partir de observaciones hechas en simuladores. Para esto, las computadoras usadas por los estudiantes tenían instalada una aplicación, MORAE, que registra todas las interacciones y acciones de los usuarios, guardando simultáneamente uso del teclado, imagen de webcam y sonido; este mismo software sirve para analizar los datos recabados. Además, varias cámaras filmaron los desplazamientos de los estudiantes en la sala.

El monitoreo de las interacciones entre estudiantes y computadoras permitió encontrar ciertos aspectos del trabajo colaborativo que, percibidos por los estudiantes, no corresponden a la realidad. Por ejemplo, los estudiantes afirmaban haber colaborado constantemente y haber trabajado todo el tiempo en el ejercicio, mientras que el análisis de la traza de su trabajo mostró actividades no relacionadas con la tarea, muchos momentos en los que no ocurría ninguna interacción entre los participantes, etc.

El uso del paquete MORAE permite hacer un seguimiento documentado de las numerosas y variadas acciones hechas por los participantes en un trabajo de equipo en clase.

### **Capítulo 6. Controlando el entorno de experimentación en educación científica: la experiencia del LabUQAM**

Los autores presentan un modelo de laboratorio de investigación en educación desarrollado por ellos en colaboración con el Centro de Ciencias de Montréal, un museo de ciencias muy visitado por las escuelas de esa ciudad. Este laboratorio permite recibir a los estudiantes que visitan el Centro con el fin de realizar investigaciones sobre el aprendizaje en un museo de ciencias. Las condiciones experimentales con estos estudiantes se pueden controlar mejor que cuando se experimenta en la escuela, y la experiencia de los investigadores confirma que es más fácil tener acceso a estudiantes en visitas al museo que en sus clases “naturales”.

Las condiciones reunidas en el LabUQAM permiten asegurar una reducción de sesgos en la validez de los resultados: el arreglo de la clase experimental, las directivas dadas a los estudiantes, el material usado, etc., son siempre idénticos para cada grupo de estudiantes que participa en el estudio. Los resultados permiten entrever la posibilidad de un análisis fino a partir de las características de los estudiantes con una validez externa consecuente a la participación de un número elevado de sujetos.

### **Capítulo 7. Uso de simulaciones informatizadas para la investigación educativa**

En este capítulo se presentan tres contextos en los que la simulación informatizada fue utilizada para diferentes fines de investigación educativa.

En el primero se usó una simulación diseñada para ayudar a la comprensión de la caída libre. Los datos provenientes de las simulaciones son explorados por los estudiantes con el fin de favorecer la comprensión. El segundo es una simulación de resultados que serían obtenidos por estudiantes de distintos niveles de destreza al contestar un examen adaptativo presentado por computadora. El uso de esta simulación demuestra que una docena de preguntas son suficientes para determinar el nivel de destreza de los estudiantes, independientemente de su nivel. La tercera simulación tiene por objetivo determinar un índice estadístico robusto y confiable, que permita identificar a los estudiantes que buscan obtener deliberadamente un resultado bajo en una prueba de clasificación con el fin de poder seguir cursos “más fáciles”.

### **Capítulo 8. Las TIC en el marco de la investigación sobre la enseñanza de ciencias**

La experimentación asistida por computadora y la robótica pedagógica son herramientas que permiten a los estudiantes realizar experimentos en laboratorio en los cuales los datos experimentales se recogen directamente en una computadora con sensores. Estas tecnologías son cada vez más comunes en las clases de ciencias. Sin embargo, son poco utilizadas por los investigadores en educación.

La experimentación asistida por computadora puede permitir la comprensión de procesos cognitivos. En efecto, haciendo trabajar a los estudiantes con computadoras y sensores, un investigador puede estudiar la manera en la que los experimentos son diseñados y realizados. Como el proceso de solución de problemas en laboratorio no es un proceso lineal, el estudio de las diferentes fases de este trabajo puede permitir una mejor comprensión de, y eventualmente corregir, la manera en que se construyen los conocimientos.

### **Capítulo 9. Uso de las imágenes cerebrales para el estudio del cambio conceptual en ciencias**

La neuro-educación, un campo de investigación muy reciente, se interesa por el estudio de la variación de la actividad cerebral durante un aprendizaje. Con la ayuda de un aparato de resonancia magnética se compara dicha actividad en cerebros de novatos y expertos, con el fin de identificar la diferencia durante la solución de problemas en ciencias.

Los resultados sobre el cambio conceptual presentados por los autores tienden a demostrar que aun si se logra dicho cambio, el cerebro conserva la traza de las concepciones originales, que son más bien inhibidas en los expertos por una zona del cerebro que, en iguales circunstancias, no se acciona en los novatos.

Numerosos problemas deben ser previstos cuando se quiere poner en práctica tal metodología: el acceso a la instrumen-

tación de neuro-imágenes, el conocimiento que debe tener el investigador acerca del sistema nervioso, el procesamiento de datos que necesita varias etapas de transformación incluso antes de poder proceder al análisis, etc.

A pesar de estas dificultades inauditas en la investigación educativa, el campo de la neuro-educación, aunque en pañales, parece abrir la puerta a todo un nuevo campo del saber.

### **Capítulo 10. Seguimiento informático de trazas para la investigación sobre la enseñanza de ciencias**

Los micromundos informáticos son ante todo simuladores de fenómenos físicos; además, pueden ser herramientas para evaluar los caminos de aprendizaje de los estudiantes que los usan. Los autores proponen usar micromundos informáticos para apoyar al aprendizaje en Física, y también, con un objetivo de investigación educativa, evaluar el desempeño de los estudiantes.

Este capítulo presenta tres micromundos. El primero sirve para evaluar el uso de dos p-primos (las primitivas fenomenológicas propuestas por diSessa, o hábitos interpretativos) para la solución de desafíos en mecánica. El segundo micromundo consiste en un videojuego ‘adisciplinar’ para evaluar la aplicación del método científico. El tercero es una simulación compleja que permite la modelización de fenómenos de colisión, acoplado al uso de la experimentación asistida por computadora.

Los autores revelan que, cuanto más complejo es el micromundo, más difícil es aplicar herramientas de evaluación del desempeño específicas a la evolución del aprendizaje: en efecto, cuanto más abierto es el problema, los caminos de aprendizaje pueden ser más variados. Sin embargo, la ventaja del uso de tales micromundos para favorecer y evaluar el aprendizaje parece indiscutible, como lo demuestra la motivación de los estudiantes.

**E**n suma, este libro proporciona una mirada amplia no sólo de las diferentes tecnologías utilizadas para la investigación, sino sobre todo de distintas problemáticas que interesan actualmente a los investigadores. La pertinencia de los estudios emerge a través de los marcos conceptuales detallados, que apoyan bien las decisiones metodológicas a menudo innovadoras. Las investigaciones son inspiradas e inspiradoras. Las herramientas desarrolladas por los autores son inéditas y las posibilidades de aplicación, vastas.

De manera realista, las ventajas aportadas por las tecnologías son a menudo atenuadas por los inconvenientes que ellas traen; los autores se esfuerzan, sin embargo, por presentar medios posibles de evitar o aliviar estas dificultades inherentes a los útiles tecnológicos cuando ellas existen.

El conjunto puede, sin embargo, parecer a veces heteróclito, dada la ambición de juntar en un mismo libro problemáticas de investigación tan variadas. A pesar de todo, la lectura de esta obra puede permitir a investigadores expertos abrirse a una metodología de investigación diferente y moderna, y a los debutantes entrever el futuro de su disciplina.