

## INVESTIGACION

### ***LAS ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE EN UN PROGRAMA DE HIPERMEDIA: IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS***

Claudia Mazzitelly<sup>1</sup>  
José Antonio León<sup>2</sup>

---

#### **RESUMEN**

En el presente trabajo se desarrolla y discute una herramienta de hipermedia como una alternativa y/o complemento al formato tradicional del aprendizaje y la enseñanza de las ciencias en el sistema educativo. Con esta herramienta se pretende potenciar estrategias de aprendizaje al minimizar diversos factores que afectan y dificultan el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias, como es el estilo particular de aprendizaje de cada estudiante, su escasa motivación o la interferencia negativa que se produce como consecuencia de las ideas previas de los alumnos. La premisa central de este trabajo no es otra que la de confirmar si este tipo de herramienta puede ser diseñada para potenciar el aprendizaje significativo, para profundizar en la comprensión conceptual, en lograr un cambio conceptual y potenciar la transferencia de conocimientos, junto a una actitud más positiva hacia el aprendizaje de la física. Aunque los resultados de este hipermedia han sido positivos, restan aún modelos y principios psicopedagógicos para que este tipo de herramientas ayude a los estudiantes de una manera más eficaz.

#### **ABSTRACT**

This paper deals with the development of a hyper-media tool as an alternative and/or complement to the traditional science education system. In an attempt to improve learning strategies this tool minimizes several factors hindering science learning and training, such as the student's learning style, his/her motivation or the negative influen-

---

<sup>1</sup> ¿.....?

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Madrid.

ce of previous ideas. This paper checks whether this kind of tool can be designed to improve a significant learning, to deepen into a conceptual comprehension, to get a conceptual change, and to improve knowledge transfer, together with a more positive attitude towards Physics learning. Although results have proved promising, there is still a need for models and psycho-pedagogical principles to make the most out of these hypermedia tools for the student's sake.

## **PALABRAS CLAVE**

Hipermedia, Multimedia, La enseñanza de la física, Estrategias de aprendizaje.

## **KEY WORDS**

Hypermedia Tools, Physics Training, Learning Strategies.

## **INTRODUCCIÓN**

A ninguna persona puede pasarle por alto la idea de que la física o las matemáticas se perciban como materias tildadas de "hueso", duras de entender, tediosas para estudiar y difíciles de aprobar. Suelen ser muchos y variados los comentarios que solemos hacer a este respecto en cualquier contexto educativo. Hay, sin embargo, algunos estudios que han intentando adentrarse en la búsqueda de razones plausibles por las que estas materias (entre otras) se consideren tan distantes (e.g. Mazzitelli y Aparicio, 1998a; León y Slisko, 2000). Mazzitelli y Aparicio, por ejemplo, se han interesado por la física y

han descubierto que esta materia suele ocupar el segundo lugar en orden de dificultad después de las matemáticas. Como argumentos que le han otorgado este deshonroso lugar se han argumentado los siguientes:

1. *Cierto desconocimiento o descuido de los docentes sobre las diferencias individuales entre los alumnos dentro de un mismo nivel.* Los docentes no siempre tenemos en cuenta que nuestros alumnos son muy diferentes a la hora de enfrentarse ante una misma situación de aprendizaje, incluso cuando el nivel académico y el contexto donde se desarrolle la situación de aprendizaje sean

muy homogéneos. Algunos autores insisten repetitivamente sobre el hecho de que los estilos de aprendizaje de los alumnos de una clase son siempre diferentes (Valente y Neto, 1992). Así, encontramos diferencias en las capacidades, en los intereses, en la disposición ante un tema determinado que, a la hora de adoptar criterios didácticos, no siempre se tienen en cuenta.

2. *Escaso nivel de motivación por parte de los alumnos hacia el aprendizaje de las ciencias* No andaríamos muy desencaminados al pensar que una gran mayoría de docentes de secundaria se arriesgan a argüir que uno de los factores más involucrados en la dificultad para aprender ciencia están relacionados con la motivación o, para ser más precisos, con la ausencia de motivación de sus alumnos. Probablemente una causa ligada a este problema sea el propio contenido de las materias de ciencias, muy abstractas y conceptuales. Pero es muy posible también que el tipo de estrategias que se demandan de los estudiantes para aprender o la forma en que se les “presenta” el conocimiento científico (ya sea éste oral o escrito), no ayuden demasiado a despertar el interés y el entusiasmo suficiente que requiere la tarea. Por el contrario, lo que suele resultar más atractivo para el alumno suele encontrarse fuera de la escuela. Quizás se debiera tener más cuenta que lo que es atractivo para los alumnos, aunque resulte externo al propio conocimiento científico (motivación extrínseca), pueda contribuir a desarrollar en ellos un interés por la

ciencia y a adoptar el conocimiento científico como un punto de vista válido para abordar los problemas cotidianos (motivación intrínseca). Dicho de otra manera, debemos partir de la idea de que los intereses y preferencias con los que los estudiantes tratan de lograr otros nuevos, puedan relacionarse con el aprendizaje de las ciencias, generando un posible cambio actitudinal. En este punto baste recordar aquí que durante la educación formal de los estudiantes también se entremezcla una etapa de desarrollo personal en la que se inicia el planteamiento de sus propias metas y preferencias que les permitan desarrollar sus potencialidades. La intromisión de estrategias de aprendizaje que tengan en cuenta sus capacidades y actitudes puede adquirir una inusitada importancia debido a que podría incidir en un incremento de su motivación y, por qué no decirlo, en la mejora del aprendizaje.

3. *La dificultad de los textos de física* Otro problema fuertemente asociado con el punto anterior es la dificultad comprensiva que se produce como consecuencia del problema de la comunicabilidad del discurso científico. Los libros académicos y, muy especialmente, los libros de texto, deben cuidar de manera especial la forma en que se transmite ese lenguaje científico. Se trata, en suma, de facilitar al alumno la adquisición de ese conocimiento especializado, de hacerlo lo más claro y asquible posible. De otra forma, los estudiantes lo percibirán como un obstáculo importante por resultarles poco

familiar y, a veces, impreciso e implícito (Guzzeti, Hynd, Skeels y Williams, 1995). Los alumnos no sólo se percatan del hecho de que el discurso del libro académico se aleja en exceso del lenguaje cotidiano sino que, además, ese lenguaje académico no les proporciona los referentes mínimos sobre los que construir la coherencia necesaria para entender lo leído. Este problema puede deberse al hecho de que la estructura del discurso escrito suele ser una proyección del discurso científico dirigido a los profesionales y expertos, con un amplio conocimiento acerca del tema y acostumbrados a comunicar la información de una forma muy condensada. En un trabajo reciente, León y Slisko (2000) analizan ciertos descuidos terminológicos que se suelen detectar en los libros de texto de física, especialmente los escritos para la educación secundaria. Estos descuidos terminológicos pueden relacionarse con un importante desfase cognitivo entre lo que se conoce y lo que se necesita conocer. León y Slisko describen diversas formas en la que se suelen utilizar términos técnicos y que pueden obstaculizar el aprendizaje estudiantil debido a que rompen la coherencia del texto. Algunas de las causas que estos investigadores aluden es a que los escritores frecuentemente prefieren construir textos experimentales antes que analizar el contenido de los libros que forman parte de la enseñanza en el aula.

4. *La interferencia de las ideas previas* A lo ya expuesto debemos sumar la problemática de la interferencia de las ideas previas o concepciones alternativas en el aprendizaje de las ciencias

(Silveira, et al. 1992). En los últimos años, numerosos estudios han abordado este tema orientándose a analizar aquellas nociones previas y espontáneas que los alumnos suelen transferir al aula y de las cuales se valen para explicar de modo coherente, según como ellos lo entienden, algunos fenómenos cotidianos. El conocimiento cotidiano que se posee sobre el mundo suele ser intuitivo y espontáneo, y tiene su origen en la percepción inmediata del entorno con el que se intenta explicar los fenómenos con los que el alumno se enfrenta a diario. Estas concepciones intuitivas constituirían una especie de estructura cognitiva, muy arraigada, que precede a la enseñanza formal, y que frecuentemente difiere de los conceptos y explicaciones científicas, generando interferencias en el aprendizaje. Entre las razones por las que estas ideas previas resisten a un cambio conceptual, destacamos las tres siguientes: a), el conocimiento cotidiano tiene un origen sensorial que constituye la fuente primera y más sistemática de nuestras primeras concepciones sobre el mundo. El conocimiento científico, pues, no da cuenta de todo lo que estas ideas dan, aunque no sean del todo correctas; b), el hecho de abandonar lo familiar, lo que se asume como conocido, puede originar una desestabilización de la persona por la pérdida de los referentes estables, por lo que se resiste a perderlos; y c), el predominio de una enseñanza formal que lleva al alumno a preocuparse solamente por la aplicación de fórmulas memorizadas antes que por la comprensión de los

conceptos que se interrelacionan en esas mismas fórmulas.

La cuestión pone en evidencia la importancia de conocer las ideas o concepciones que poseen los alumnos y, desde allí, estudiar la manera de modificarlos a fin de que no interfieran en el aprendizaje. En este punto algunos autores consideran que es necesario sustituirlas de modo persistente por otra estructura conceptual (Posner et al., 1982; Axt, 1986; Driver et al., 1989); otros, a partir de resultados de investigaciones más recientes, proponen una integración jerárquica de los conceptos científicos y las concepciones alternativas (Mortimer, 1995; Pozo y Gómez Crespo, 1998).

#### **Sistemas de hipermedia y estrategias de aprendizaje**

Todos los factores hasta ahora descritos de una u otra manera acaban enquistando el sistema educativo, afectando seriamente a los niveles de aprendizaje y motivación de los alumnos e incidiendo también en la tarea docente del profesor. Cabría entonces plantearse si alguna ayuda externa como la aplicación de nuevas tecnologías podría tener alguna incidencia positiva en el aprendizaje de las ciencias. Una posible alternativa sería diseñar programas o sistemas de hipermedia que se adapten a los contenidos de las materias de ciencias. Las estrategias de aprendizaje que tienen que ver con los sistemas multimedia pueden resultar especialmente útiles, tanto para aumentar el interés del alumno y modificar su disposición, como para obtener un beneficio sus-

tancial en un aprendizaje significativo que se traduzca en mejoras en el rendimiento de los alumnos. Sin embargo, al diseñarlas y ponerlas en práctica resulta necesario no perder de vista que el objetivo último es favorecer el aprendizaje significativo. De esta manera y una vez superada la novedad de la estrategia, lo que se pretende es que este medio continúe siendo un agente motivador. Como ventajas que ofrece este tipo de tecnología es que permite que la forma y el tiempo de acceso a un tema se adecue a cada estudiante, a su ritmo de trabajo, ya que el abordaje al sistema puede hacerse desde distintas "entradas", de acuerdo a los intereses de cada alumno (por ejemplo por el lado conceptual o el histórico, etc.), la sucesión de las pantallas también es "flexible" y el tiempo dependerá de lo que cada uno necesite.

#### **Sistemas de hipermedia: algunos mitos, creencias y concepciones erróneas**

Con el término de hipermedia o multimedia se suele denominar al producto informático que permite utilizar todos los recursos multimedia, esto es, sonido, imagen y texto. Así aparecen textos, hipertextos, videos y sonido digitalizado, animación, imágenes estáticas, etc. Esta es una tendencia que sigue creciendo exponencialmente. De hecho, la última versión de *Windows*, la XP, potencia extraordinariamente este tipo de usos. Cabe destacar que el aspecto más relevante que proporciona es la navegabilidad por el hipermedia, es decir, la posibilidad de que el sistema sea recorrido de diversas formas a elección del usuario y no

necesariamente respetando una secuencia predeterminada.

Hay sin embargo, una tendencia implícita a ser optimista, y pretender que todo lo que se realice bajo este paraguas tecnológico es sinónimo de innovación y eficacia. Dentro de este positivismo tecnológico se suelen asumir ciertas creencias y mitos como que los enlaces asociativos del hipermedia son equivalentes a los de la mente humana (asociaciones no lineales), que un acceso más rápido a una amplia y manipulable cantidad de información proporcionará necesariamente un mejor aprendizaje (Ambron, 1988; Megarry, 1988), o que las nuevas tecnologías resolverán todos los problemas actuales. Muchas de las aplicaciones informáticas muestran un serio desconocimiento de los aspectos constructivos y complejos involucrados en los procesos de lectura, de la comprensión y del aprendizaje (Leon, 1998b). Muchos diseños de hipertexto o hipermedia suelen diseñarse con muy poca crítica (nociones cuasi-psicológicas sobre la lectura, cognición y el aprendizaje) y, frecuentemente, parecen estar más interesados en la cantidad (capacidad del navegador, potencia del *software* o números de efectos que produce) que en la calidad (competencia y ergonomía del programa, adecuación a los intereses de los usuarios). En esta línea, suele haber una ausencia de modelos teóricos y escasez de la investigación que se dirija a dos aspectos fundamentales: conocer mejor la estructura del sistema de hipermedia y adecuarlo al funcionamiento mental y analizar cómo los estudiantes aprenden utilizando la nueva tecnología.

### **Diseño y elaboración de un sistema de hipermedia aplicado a la física**

El objetivo de este trabajo es comentar brevemente un sistema de hipermedia que ha sido desarrollado completamente por Mazzitelli (2000) (Mazzitelli y Leal, 1998) y que se aplicó con éxito en la enseñanza de la física en la ciudad de San Juan (Argentina). Añadimos dos anexos. En el Anexo 1 se incluyen, a modo de ejemplo, algunas pantallas del sistema de hipermedia "*Enseñar y Aprender: Conceptos de electricidad y circuitos simples*", (Mazzitelli y Leal, 1998). En el segundo anexo presentamos algunas actividades que los alumnos debían realizar con lápiz y papel, como parte del plan de actividades que incluían, además de éstas, la combinación con otras actividades con el ordenador.

Este sistema de hipermedia tenía por objeto cumplir dos objetivos: 1), asistir a aquellos alumnos que aunque leen/oyen explicaciones sobre fenómenos científicos no comprenden y/o no transfieren la información ante la resolución de un problema; y 2), proponer una forma de investigación que integre bajo un sistema de hipermedia información verbal y visual.

En base para diseñar el sistema de hipermedia de la física se revisó un gran número de trabajos sobre el tema. Sobre estos trabajos elaboramos una tipología fundada en el uso que se propone de la computación. En lo que respecta al desarrollo de las estrategias en el ámbito de la enseñanza de las ciencias en Argentina, se viene trabajando desde hace tan

sólo una década. En cambio en el ámbito internacional encontramos desarrollos anteriores. La mayoría de los estudios revisados se centran en desarrollos tecnológicos sin hacer referencia explícita a la teoría educativa o paradigma que los sustenta. El análisis del estado del arte arroja, básicamente, diferencias en la implantación de la estrategia computacional. Estos trabajos se pueden agrupar de la siguiente manera:

- a) Estudios que hacen uso fundamentalmente de simuladores** (Cajaraville et al., 1987; Del Barrio y González Tirador, 1987; Guardia et al., 1987; Del Barrio y Morales García, 1989; Fazio e Bergonni, 1989; Oliver y López Naval, 1989; Rodríguez-Tejeiro y Hernández, 1989; Roanes Macías et al., 1989; Barberá y Sanjosé, 1990; Pintado 1991; Silva Córdoba et al., 1991, 1993; Buzzo Garrao, 1993, 1995; Graziosi, 1993; Kofman, 1993, 1995; Masson et al., 1993; Martínez-Jimenez et al., 1993, 1994; Sepliarsky y Lara, 1993; Pintado y Franco, 1993; Silva, 1994; Cotignola et al., 1996; Redolatti et al., 1997; Tissera, 1997; Villegas et al., 1998).
- b) Trabajos que se han centrado en programas de utilidades como works, matematica u otros, para la resolución de problemas entre otras actividades** (Bertelle et al., 1991; Bouciguez y Capalbi, 1995; Bordogna et al., 1996; Buzzo Garrao y Ercoli, 1996; Vera, 1997).
- c) Trabajos que se basan en el uso de interfaces y sensores** (Suta et al., 1991; Arguello, 1993; Tricárico y Bazo, 1993; Gea et al., 1995, 1997; Hoyos et al., 1995, 1997; Furlani y Henquín, 1997; Kofman et al., 1997; Lozano et al., 1997; Troncoso et al., 1998; Cortel Ortuño, 1999).
- d) Estudios que se ciñen a programas específicamente diseñados para resolución de problemas y evaluaciones** (Bautista, 1987; Niaz, 1987; Vidal de Labra et al., 1987; Bolcatto, 1989; Fazio e Bergonni, 1989; Macías et al., 1995; Bordogna et al., 1996; Maturano y Macías, 1996; Quinteros et al., 1997; Sacchet, 1997, 1998).
- e) Estudios que aportan enfoques epistemológicos más que metodológicos o técnicos** (Fernández González, 1983; Pfeiffer y Galván, 1985; Pomés y Pelayo, 1985; Sánchez González y Vidal De Labra, 1985; Hudson, 1986; Bowermaster, 1995; Collins, 1998; León, 1998a; Fainholc, 1997; Vizcarro y León, 1998).

Todos estos trabajos revisados explicitan, en su mayoría, el aprendizaje significativo de las ciencias. No obstante, observamos que, en general, sólo se tiene en cuenta el aspecto motivacional, es decir que a los alumnos les guste o prefieran trabajar con el ordenador, sin profundizar en otros aspectos relacionados con el aprendizaje. También suelen referirse a acciones puntuales, sin que esto incluya la propuesta de un proyecto a largo plazo a fin de favorecer, efectivamente, el aprendizaje en forma sistemática.

A partir de este análisis detectamos la necesidad de diseñar y aplicar una propuesta que tienda a favorecer el aprendizaje como proceso a largo plazo,

en el que se logre la integración jerárquica de conceptos científicos y cotidianos, sin descuidar las diferencias individuales de cada educando. A fin de concretar el trabajo con una estrategia de aprendizaje en un contexto que tuviera en cuenta las conclusiones anteriores, atendiendo a los "aspectos débiles" detectados y rescatando las potencialidades de la computación como herramienta didáctica, se tuvo en cuenta:

- Las ideas previas más comúnmente detectadas sobre el tema en cuestión; se tomaron como referencia las detectadas y publicadas en numerosos trabajos internacionales (Driver et al, 1989; Axt, 1986).

- El escalonamiento en el grado de abstracción que comportan determinados temas, los cuales presentan una complejidad creciente. Para ello se hizo necesaria una revisión de los conceptos y de la forma de abordarlos, teniendo en cuenta el nivel de alumnos a los que estaría dirigido.

La selección de distintos recursos de multimedia (texto, imagen, video, audio, *probeware*<sup>1</sup>, etc.). Esta selección no

---

<sup>1</sup> A través de interfaces puede conectarse el ordenador con sensores que permiten realizar experiencias reales, no simuladas, esto permite la manipulación de un tablero de prueba desde donde el usuario puede seleccionar las variables a analizar y visualizar, a través de gráficos, los resultados cuando se modifican las variables. Rescatamos aquí dos aspectos, por un lado la importancia de la experimentación en el aprendizaje de las ciencias (en nuestro caso, la física) y, por otro lado, la posibilidad que brinda la emisión de hipótesis y la posterior confrontación con la "realidad".

es menos importante que los pasos anteriores, si lo que se pretende es algo que no se quede sólo en lo atractivo, se debe tener en cuenta que sean elementos que colaboren con el objetivo de la estrategia y no sean obstrutores o distractores.

### **Implantación del sistema de hipermedia y resultados**

El sistema de hipermedia se desarrolló en dos grupos de 3<sup>er</sup> año de nivel medio (16 años), que denominamos grupo experimental (se le aplica el sistema de hipermedia) y grupo control (sigue el sistema tradicional). El trabajo realizado aspiró a determinar, como una primera aproximación, las diferencias en el aprendizaje conforme al uso de estrategias tradicionales (de índole generalmente memorística) de aquellas otras estrategias de aprendizaje más relacionadas con otros procesos de carácter lógico y cognitivo. A fin de homogeneizar ambos grupos de alumnos se utilizaron dos fuentes de información: el Test de Ideas Previas sobre Electricidad y Circuitos (Silveira et al., 1992) y el rendimiento académico en la materia de física durante los trimestres anteriores. La duración de este trabajo fue de un trimestre.

La evaluación de la experiencia se efectuó en dos instancias: una cuantitativa y otra cualitativa.

*Cuantitativa* Para evaluar a los alumnos se confeccionó una prueba que permitiese que las diferencias en la concreción del aprendizaje, en relación con la estrategia utilizada, se tradujera en dife-

rencias en el rendimiento. Los resultados de la misma mostraron diferencias significativas en el rendimiento del grupo experimental frente al control ( $p < 0.001$ ). Al analizar más pormenorizadamente los problemas que aparecieron en la evaluación, el grupo experimental puso en juego un mayor número de procesos de elaboración y razonamientos que van más allá de la simple memorización; también se incrementó el número de conexiones entre los principios teóricos y sus aplicaciones a la resolución de casos prácticos, probablemente debido a que cada alumno fuera administrando su tiempo según sus intereses.

*Cualitativa:* Se introdujo una encuesta a los alumnos a fin de conocer sus opiniones respecto a la experiencia suscitada, a la comparación entre la metodología tradicional y la nueva, a las ventajas e inconvenientes de la misma, etc. El análisis de las respuestas que manifestaron los alumnos se agruparon en torno a que el uso del sistema favorecía la comprensión de los temas, que el grado de exigencia era mayor y que, como consecuencia, obtuvieron un mayor grado de profundización. De todas las actividades que realizaron aquellas que se introdujeron con *probeware* fueron las preferidas.

También se realizaron entrevistas individuales que evaluaban aspectos de la asignatura (tipos de problemas que más cuestan resolver o la dificultad en la comprensión de los enunciados y textos trabajados), análisis de los conceptos básicos (carga eléctrica, energía eléctrica, corriente eléctrica y diferencia de potencial),

análisis de los circuitos en serie y paralelo, de la relación que encuentran entre lo estudiado en física y los fenómenos cotidianos, o de algunos de los problemas del test de ideas previas y de la evaluación escrita a fin de detectar inconvenientes en su resolución.

Del análisis de las respuestas a las entrevistas individuales observamos que hay aspectos que son comunes a ambos grupos y otros en los que se detectan importantes diferencias. En cuanto a los aspectos comunes a ambos grupos resaltan los siguientes: prefieren el planteamiento de problemas cualitativos; reconocen que no es sencillo explicar situaciones y fenómenos utilizando los conceptos estudiados; muestran mayores dificultades para resolver problemas en los que se deben hacer ecuaciones y realizar cálculos; admiten que aunque entiendan los enunciados de los problemas les cuesta “darse cuenta” de cómo resolverlos.

En relación con aspectos diferenciales entre los grupos, cabe destacar que en el grupo control no hubo claridad en la explicación y diferenciación de los conceptos estudiados (por ejemplo, carga, corriente eléctrica, diferencia de potencial, etc.); no se explicita la relación entre los conceptos, aunque presienten que existe alguna; confunden causas y consecuencias (diferencia de potencial/corriente eléctrica); confunden algunos conceptos en relación con los circuitos eléctricos; apelan a la cotidianidad al analizar ejemplos y situaciones. Las respuestas suelen reflejar una escasa transferencia de los conceptos estudiados.

Por su parte, el grupo experimental diferencia, en general, los conceptos estudiados; reconocen la existencia de relaciones entre conceptos y, en muchos casos, logran establecerla; hay claridad en las explicaciones de los distintos conceptos en relación con los circuitos eléctricos y en el análisis de los distintos tipos de conexiones; manifiestan que el trabajo con los ordenadores les facilitó encontrar una relación entre lo estudiado (conceptos científicos), los fenómenos cotidianos y la forma en que ellos los explicaban (conceptos cotidianos); y mostraron, en general, una actitud reflexiva frente a los problemas, en particular, aquellos que no logran resolver correctamente en primera instancia.

#### **A modo de conclusión**

El sistema de hipermedia parece funcionar en el aprendizaje de la física y en la mejora del rendimiento del alumno. Los resultados son relevantes tanto en el plano cognitivo como motivacional. Este trabajo muestra que las estrategias que se utilizan en sistemas de hipermedia pueden favorecer el logro de aprendizajes significativos —cuando se las diseña e implementa con tal fin— y, por lo tanto, el cambio o reelaboración conceptual. Esto se observa, particularmente, al analizar las respuestas dadas por los alumnos en las entrevistas individuales, donde aparece una marcada diferencia entre el grupo control y el grupo experimental tanto en lo referido a las explicaciones que dan sobre los conceptos involucrados como a las aplicaciones que hacen de los mismos. Además, vemos que

se traduce en mejoras en el desempeño de los estudiantes medido a través de las calificaciones obtenidas.

Con respecto a lo motivacional, se corroboran los hallazgos que se han detectado en otros estudios precedentes a éste en la línea de que mejora el nivel de motivación e interés como uno de los factores centrales en juego, especialmente en estudiantes con bajo rendimiento. De allí la relevancia de nuestros resultados que reflejan que la computación, utilizada con fines didácticos y no meramente instrumentales, puede favorecer la utilización de nuevas estrategias que contribuyan tanto a la diversidad didáctica como a la integración jerárquica entre los preconceptos y los conceptos científicos, reconociendo que no es el único recurso didáctico sino uno de tantos que pueden contribuir con el aprendizaje.

Una premisa central de este trabajo es saber si las herramientas del sistema de hipermedia pueden ser diseñadas en función de las estrategias de los sujetos o basados en problemas y, si mediante estas aplicaciones, pueden obtenerse resultados significativos en el aprendizaje de materias consideradas como difíciles. Una tarea pendiente es saber hasta que punto estas herramientas puedan permitir a los estudiantes profundizar en la comprensión de los fenómenos naturales, en la comprensión conceptual, cambio conceptual y transferencia de conocimientos. La herramienta propuesta ha indagado en generar estos conceptos mejorando los resultados cualitativos (actitud, motivación ante la tarea) y cuantitativo.

Como limitación de este trabajo puede asignarse el carácter de novedad que trabajar en este medio tiene para el alumno. Esta novedad puede haber ejercido un efecto motivacional y actitudinal inicial importante, que puede haber repercutido en los datos cuantitativos. En cualquier caso este modelo debe ser refutado en el futuro para saber si es sólido en el tiempo y si resulta válido para otras materias afines. Aun estamos lejos de encontrar una aplicación tecnológica que resulte completamente coherente con lo que se estudia y enseña mientras no tengamos modelos y principios psicológicos y pedagógicos que orienten a diseñar este tipo de herramientas de una manera más eficaz.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARGÜELLO, L. (1993). *Experimentos no convencionales con apoyo computacional y de técnicas audiovisuales*. Memorias VIII Reunión Nacional de Educación en Física. Rosario. Argentina.
- ARNAU, B. y ROMERO, F. (1993). *Diseño de un programa de ordenador para el estudio de las propiedades físicas de semiconductores basado en el modelo de huecos y electrones*. Memorias del IV Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias y las Matemáticas. Barcelona. España.
- APARICIO DE SANTANDER, M. (1995). *Educación Superior y empleo. Propuesta de un modelo sistémico* (Tesis doctoral, tomo I).
- AXT, R. (1986). *Conceitos intuitivos em questoes objetivas aplicadas no concurso vestibular unificado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul*. *Ciencia e Cultura*, 38(3): 444-452.
- BARBERA, O. y SANJOSÉ, V. (1990). *Juegos de simulación por ordenador, un útil para la enseñanza a todos los niveles*. *Enseñanza de las Ciencias*. 8(1), 46-51.
- BAUTISTA, A. (1987). *La resolución de problemas usando microordenador en la enseñanza de las Matemáticas*. Aula Abierta.
- BERTELLE, A., PAVIONI, O., ROCHA, A. y TENAGLIA, M. (1991). *Aplicaciones de un programa utilitario en la enseñanza de la física*. VII Reunión Nacional de Educación en Física. Mendoza. Argentina.
- BOLCATTO, P. (1989). *Métodos numéricos para la resolución de problemas en física*. Memorias de la VI Reunión Nacional de Educación en Física. Bariloche. Argentina.
- BORDGONA, C., QUINTEROS RIVERO, M., PRODANOFF, F. y BAADE, N. (1996). *PC: una estrategia alternativa para la introducción a la teoría de campo*. Memorias del III Simposio de Investigadores en Educación en Física. La Falda-Córdoba. Argentina.
- BOUCIGUEZ, A. y CAPALBI, O. (1995). *Utilización del programa Matemática en la resolución de sistemas físicos*. Memorias de la IX Reunión Nacional de Educación en Física. Salta. Argentina.
- BOWERMASTER, J. (1995). *Animaciones por ordenador*. Madrid: Ed. Anaya Multimedia, S.A.

- BUZZO GARRAO, R. (1993). *Tópicos de física contemporánea con ayuda del microcomputador*. Memorias de la VIII Reunión Nacional de Educación en Física. Rosario. Argentina.
- BUZZO GARRAO, R. (1995). *Física con microcomputador. Una nueva forma de hacer y enseñar Física*. Memorias de la IX Reunión Nacional de Educación en Física. Salta. Argentina.
- CAJARAVILLE, J.; DIAZ, J.; DOMÍNGUEZ, J.; GARCÍA-RODEJA, E. y LORENZO, F. (1987). *El ordenador como apoyo de una enseñanza experimental*. Memorias del II Congreso Internacional sobre la didáctica de las Ciencias y las Matemáticas. España.
- CORTEL ORTUÑO, A. (1999). Utilización de la informática en el laboratorio. *Revista Alambique*. Nº19. 77-87.
- COTIGNOLA, M.; RÉBORA, G. y PUNTE, G. (1996). *Utilización de distintos mediadores instrumentales para el cambio conceptual*. Memorias del III Simposio de Investigadores en Educación en Física.
- DEL BARRIO, F. y GONZÁLEZ TIRADOR, L. (1987). *La simulación con ordenadores en la enseñanza del paradigma newtoniano*. Actas del Simposio Internacional de Educación e Informática. Madrid. España.
- DEL BARRIO, F. y MORALES GARCÍA, J. (1989). *¿Pueden ayudar las simulaciones con ordenador a provocar en los alumnos un cambio en sus ideas sobre mecánica?*. Memorias del III Congreso Internacional sobre la didáctica de las Ciencias y la Matemática. España.
- DRIVER, R.; GUESNE, E., y TIBERGHIE, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Ed. Morata.
- ENGLER, A. (1993). *Ajuste de funciones: un soft educativo para el procesamiento de datos*. Memorias de la VIII Reunión Nacional de Educación en Física. Rosario. Argentina.
- ERCOLI, L. y VERA, C. (1997). *Experiencias con la herramienta computacional en la enseñanza de mecánica*. Memorias de la X Reunión Nacional de Educación en Física. Mar del Plata. Argentina.
- FAINHOLC, B. (1997). *Nuevas tecnologías de la informática y la comunicación en la enseñanza*. Ed. Aique.
- FAZIO, M. y BERGOMI, M. (1989). *Il computer come supporto didattico per l'insegnamento della Fisica nelle scuole superiori*. Memorias del III Congreso Internacional sobre la didáctica de las Ciencias y la Matemática. España.
- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, M. (1983). *Enseñanza asistida por ordenador*. Madrid: Anaya.
- FRANCIA, R. y LOS ARCOS, M. (1993). *El ordenador en el laboratorio: condición óptima de funcionamiento de una célula solar*. Memorias del IV Congreso Internacional sobre la didáctica de las Ciencias y la Matemática. España.
- FURLANI, M. y HENQUIN, E. (1997). *Si el laboratorio de Física no va a la computadora. Una propuesta para la educación*

- polimodal*. Memorias de la X Reunión Nacional de Educación en Física. Mar del Plata. Argentina.
- GEA, M; HOYOS, D; JAVI, V; POCOVI, C; ALURRALDE, E; CADENA, C; GRAMAJO, C; LOZANO, R; PASSAMAI, V. y SARAVIA, L. (1995). *Desarrollo de un sistema computarizado para experiencias de cinemática*. Memorias de la IX Reunión Nacional de Educación en Física. Salta. Argentina.
- GEA, M; CADENA, C; ALURRALDE, E; HOYOS, D; JAVI, V; SARAVIA, L; POCOVI, C; GRAMAJO, C; PASSAMAI, V. y LOZANO, R. (1997). *Mediciones de fuerzas con computadoras*. Memorias de la X Reunión Nacional de Educación en Física. Mar del Plata. Argentina.
- GÓMEZ CRESPO, M.A. (1994). Influencia de la enseñanza asistida por ordenador en el rendimiento y las ideas de los alumnos en electricidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3): 355-360.
- GRAZIOSI, C. (1993). *Belleza y encanto*. Memorias de la VIII Reunión Nacional de Educación en Física. Rosario. Argentina.
- GUARDIA, M; GÓMEZ, M, GONZÁLEZ, J; JIMÉNEZ, A. y SALVADOR, A. (1987). *La simulación con ordenador en la enseñanza de la Química analítica*. Memorias del II Congreso Internacional sobre la didáctica de las Ciencias y las Matemáticas. España.
- GUZZETI, B. J; HYND, C. R; SKEELS, S. A; y WILLIAMS, W. O. (1995). Improving Physics Texts: Student Speak out, *Journal of Reading*, 38 656-663.
- HOYOS, D; POCOVI, C; GRAMAJO, C; GEA, M; JAVI, V; ALURRALDE, E; CADENA, C; LOZANO, R; PASSAMAI, V. y SARAVIA, L. (1995). *La incorporación de la computadora en el laboratorio de Física*. Memorias de la IX Reunión Nacional de Educación en Física. Salta. Argentina.
- HOYOS, D; JAVI, V; POCOVI, C; ALURRALDE, E; SARAVIA, L; GRAMAJO, C; GEA, M; CADENA, C; PASSAMAI, V. y LOZANO, R. (1997). *Una propuesta para explorar el tema de Hidrostática con la computadora*. Memorias de la X Reunión Nacional de Educación en Física. Mar del Plata. Argentina.
- HUDSON, K. (1986). *Enseñanza asistida por ordenador*. Madrid: Díaz Santos.
- KOFMAN, H. (1993). *Simulación del movimiento orbital*. Memorias de la VIII Reunión Nacional de Educación en Física. Rosario. Argentina.
- KOFMAN, H. (1993). *Simulación del lanzamiento de proyectiles*. Memorias de la VIII Reunión Nacional de Educación en Física. Rosario. Argentina.
- KOFMAN, H. (1995). *Simulación de mediciones con propagación de errores*. Memorias de la IX Reunión Nacional de Educación en Física. Salta. Argentina.
- KOFMAN, H; OCAMPO, H; AMONGERO, W; CAMARA, C; TOSI, E. y CRISTOFOLI, F. (1997). *Integración de cinemática y dinámica con experiencias*

- manejadas por computador. Memorias de la X Reunión Nacional de Educación en Física. Mar del Plata-Argentina.
- LEÓN, J. A. (1998a). *Procesos cognitivos en la comprensión y aprendizaje a partir de sistemas de hipertexto. Una aproximación al estudio de las explicaciones causales*. Conferencia presentada en el Congreso sobre Enseñanza de las Ciencias. Aveiro, Portugal, junio 1998.
- LEÓN, J. A. (1998b). La adquisición de conocimientos a través del material escrito: texto tradicional y sistemas de hipertexto. En C. Vizcarro y J. A. León, *Nuevas tecnologías para el aprendizaje* Madrid: Pirámide.
- LEÓN, J.A. y SLISKO, J. (2000). La dificultad comprensiva de los textos de ciencias. Nuevas alternativas para un viejo problema educativo. *Psicología Educativa*, 6, 1, 7-26.
- LOWY FRUTOS, E. (1999). Utilización de Internet para la enseñanza de las Ciencias. *Revista Alambique*.Nº19. 65-72.
- LOZANO, R; HOYOS, D; GRAMAJO, C; GEA, M; JAVI, V; ALURRALDE, E; CADENA, C; SARAIVA, L. y PAS-SAMAI, V. (1997). *Desarrollo computarizado para una experiencia de termodinámica*. Memorias de la X Reunión Nacional de Educación en Física. Mar del Plata. Argentina.
- MACAÑO, M. , TORRES, E; SALARI, J; JUÁREZ, M. y DÍAZ, M. (1991). *Conceptos Físicos, una actitud de aprendizaje informatizado*. Memorias de la Séptima Reunión Nacional de Educación en Física, Mendoza. Argentina.
- MACIAS, A; MATURANO, C. y CASTRO, J. (1995). *Evaluación de un diseño curricular en ondas mecánicas* Memorias de la Novena Reunión Nacional de Educación en Física, Salta. Argentina.
- MARTI, E. (1992). *Aprender con ordenadores en la escuela*. Barcelona: Cuadernos de Educación. ICE-HORSORI.
- MARTÍNEZ-JIMÉNEZ, P; LEÓN, J; PEDROS, A; PONTES, A; GARCÍA, J. y AGUILAR, J. (1993). *Simu: un nuevo enfoque global de la enseñanza de la Física asistida por ordenador*. Memorias del IV Congreso Internacional sobre la Investigación en la Didáctica de las Ciencias y las Matemáticas, Barcelona. España.
- MARTÍNEZ-JIMÉNEZ, P; LEÓN, J; PEDROS, A; PONTES, A; GARCÍA, J. y AGUILAR, J. (1994). *Simulación mediante ordenador de movimientos bidimensionales en medios resistentes*. Enseñanza de las Ciencias.
- MASSONS, J; GRAU, J; ESCODA, J. y CAMPUS, J. (1993). *Electrostática y EAO: una experiencia de simulación*. Enseñanza de las Ciencias.
- MASSONS, J; GRAU, J; ESCODA, J. y CAMPUS, J. (1993). *Computer simulation in learning physics*. Memorias del IV Congreso Internacional sobre la Investigación en la Didáctica de las Ciencias y las Matemáticas, Barcelona-España.
- MATURANO, C. y MACIAS, A. (1996). *Evaluaciones de Cinemática con computadoras personales: resultados de una experiencia*. Memorias del Tercer Simposio de Investigadores en Enseñanza de la Física, La Falda-Córdoba. Argentina.

- MATURANO, C; MACIAS, A; CASTRO, J. y DIEZ, S. (1997). *Aprendizaje asistido por computadora sobre ondas mecánicas en la vida real* Memorias de la Décima Reunión Nacional de Educación en Física, Mar del Plata. Argentina.
- MATURANO, C; MACIAS, A; CASTRO, J. y DIEZ, S. (1998). *La relación ciencia, tecnología y sociedad en un software educativo sobre la aplicación de las ondas mecánicas*. Memorias del IV Simposio de Investigadores en Educación en Física. La Plata. Argentina.
- MAZZITELLI, C. y LEAL, M. (1997). *Los hipermedia: Una alternativa para la didáctica de la Física*. Memorias de la Décima Reunión Nacional de Educación en Física, Mar del Plata. Argentina.
- MAZZITELLI, C. y APARICIO, M. (1998a). Detección de niveles diferenciales de rendimiento en Física en el nivel medio. *Revista Psicopedagógica*.
- MAZZITELLI, C. y APARICIO, M. (1998b). *Análisis de las opiniones de los alumnos sobre la implementación de estrategias computacionales en la enseñanza-aprendizaje de la Física*. Memorias del IV Simposio de Investigadores en Educación en Física. La Plata. Argentina.
- MORTIMER, F. (1995). *Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?* Comunicación personal.
- MULHALL, W; MASSA, M; MARCHISIO, S. y SÁNCHEZ, P. (1989). *La computadora como recurso para la construcción de aprendizajes* Memorias de la Sexta Reunión Nacional de Educación en Física, Bariloche. Argentina
- NIAZ, M. (1987). *Rendimiento estudiantil en ítems de computación y selección múltiple como una función del desarrollo cognoscitivo y el estilo cognitivo* Memorias del II Congreso Internacional sobre didáctica de las Ciencias y las Matemáticas. España.
- OLIVER, C. y LÓPEZ NAVAL, M. (1989). *Simulación informática del transporte de electrones en membranas* Memorias del III Congreso Internacional sobre didáctica de las Ciencias y las Matemáticas. España.
- PEREZ-LANDEZABAL, M; GARCÍA-GALLO, J. y MORENO, J. (1993). *Cambio conceptual obtenido mediante unidades didácticas experimentales con ordenador: calor y temperatura*. Memorias del IV Congreso Internacional sobre didáctica de las Ciencias y las Matemáticas. España.
- PINTADO, O. (1991). *Simulación por computadora de los movimientos en una dimensión*. Memorias de la VII Reunión Nacional de Educación en Física. Mendoza. Argentina.
- PINTADO, O. y FRANCO, R. (1993). *Movimiento en tres dimensiones*. Memorias de la VIII Reunión Nacional de Educación en Física. Rosario. Argentina.
- POMÉS, J. y PELAYO, A. (1985). *Informática y escuela* Madrid: Fundesco.
- POSNER, G; STRIKE, K; HEWSON, P. y GERTZOG, W. (1982). *Accommodation*

- of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66(2).
- POZO, J.I; y GÓMEZ CRESPO, M.A. (1997). ¿Qué es lo que hace difícil la comprensión de la ciencia? Algunas explicaciones y propuestas para la enseñanza. En L. del Carmen (Ed.) *Cuadernos de Formación del Profesorado de Educación Secundaria: Ciencias de la Naturaleza*. Barcelona: Horsori.
- POZO, J.I. y GÓMEZ CRESPO, M.A. (1998). *Aprender y enseñar Ciencias* Madrid: Ed. Morata.
- QUINTERO RIVERO, M; PRODA-NOFF, F; BAADE, N. y BORDGONA, C. (1997). *Una propuesta áulica para la construcción de la teoría de campo*. Memorias de la X Reunión Nacional de Educación en Física. Mar del Plata. Argentina.
- QUIRANTE CANDEL, A. y GARCÍA BLAYAS, D. (1987). *Incidencias de las nuevas tecnologías en la elaboración de material didáctico*. Memorias del II Congreso Internacional sobre didáctica de las Ciencias y las Matemáticas. España.
- REDOLATTI, C; BIANCULLI, J. y BIANCULLI, L. (1997). *Soft educativo: interferencia en ondas* Memorias de la X Reunión Nacional de Educación en Física. Mar del Plata. Argentina.
- ROANES MACIAS, E; GARBAYO, M; PAREJA, C. y ROANES LOZANO, E. (1989). *El ordenador en la enseñanza de las Matemáticas*. Memorias del III Congreso Internacional sobre didáctica de las Ciencias y las Matemáticas. España.
- RODRÍGUEZ TEJEIRO, J. y HERNÁNDEZ, I. (1989). *Valoración de la simulación por ordenador frente a materiales didácticos convencionales en la adquisición del conocimiento* Memorias del III Congreso Internacional sobre didáctica de las Ciencias y las Matemáticas. España.
- ROSADO, L; SÁNCHEZ, J. y CRUZ, M. (1993). *Diseño de programas de ordenador para el aprendizaje cualitativo de las leyes de la mecánica en un marco constructivista* Memorias del IV Congreso Internacional sobre didáctica de las Ciencias y las Matemáticas. España.
- SACCHET, M. (1997). *Software para el entrenamiento de alumnos en la resolución de ejercicios* Memorias de la X Reunión Nacional de Educación en Física. Mar del Plata-Argentina.
- SACCHET, M; CANNONE, D. y VELASQUEZ, M. (1998). *Graficador de ciclos de histéresis*. Memorias del IV Simposio de Investigadores en Educación en Física. La Plata. Argentina.
- SÁNCHEZ GONZÁLEZ, A. y VIDAL DELABRA, J. (1985). *Informática y escuela* Madrid: Fundesco.
- SÁNCHEZ, J; ROSADO, L. y CRUZ, M. (1993). *Enseñanza de un programa de ordenador para el aprendizaje cualitativo de las leyes de la mecánica. Primeros resultados* Memorias del IV Congreso Internacional sobre la didáctica de las Ciencias y las Matemáticas. España.

- SÁNCHEZ, M. y BRIZUELA, G. (1993). *Un programa sobre caminos aleatorios*. Memorias de la VIII Reunión Nacional de Educación en Física. Rosario. Argentina.
- SEPLIARSKY, M. y LARA, L. (1993). *Simulación de colisiones elásticas en dos dimensiones*. Memorias de la VIII Reunión Nacional de Educación en Física. Rosario. Argentina.
- SILVA CORDOBA, R; MEDINA MAGDALENO, C. y LÓPEZ DONOSO, E. (1991). *Simulación computarizada de la determinación experimental de e/m*. Memorias de la VII Reunión Nacional de Educación en Física. Mendoza. Argentina.
- SILVA CORDOBA, R; MEDINA MAGDALENO, C. y LÓPEZ DONOSO, E. (1993). *Puente de Wheatstone*. Memorias de la VIII Reunión Nacional de Educación en Física. Rosario. Argentina.
- SILVA CORDOBA, R; MEDINA MAGDALENO, C; LÓPEZ DONOSO, E. y GONZÁLEZ GONZÁLEZ, I. (1993). *Experimento de Milikan*. Memorias de la VIII Reunión Nacional de Educación en Física. Rosario. Argentina.
- SILVA CORDOBA, R; MEDINA MAGDALENO, C; LÓPEZ DONOSO, E. y GONZALEZ GONZÁLEZ, I. (1993). *Ley de Ohm*. Memorias de la VIII Reunión Nacional de Educación en Física. Rosario. Argentina.
- SILVEIRA, F.L; MOREIRA, M.A. (1992). A validade preditiva do escore total em testes relativos a concepções em força e movimento e em corrente eléctrica sobre a media final de alunos de Física Y (Mecánica) e Física II (Electromagnetismo). *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 9(2): 105-112.
- SUTA, A; CANZONIERI, S y TRAMAGLIA, J. (1991). *Aprendizaje por integración de modelos computarizados con diseños y experimentos de laboratorio*. Memorias de la VII Reunión Nacional de Educación en Física. Mendoza. Argentina.
- TISERA, D. (1997). *La Uve de Gowin y la simulación por computadora en el aula de Física*. Memorias de la X Reunión Nacional de Educación en Física. Mar del Plata. Argentina.
- TONIUTTI, L. y GIBLS, H. (1997). *Uso de múltiples herramientas que favorezcan aprendizajes significativos en ciencia, empleando informática y metodología de taller*. Memorias de la X Reunión Nacional de Educación en Física. Mar del Plata. Argentina.
- TRICARICO, H. y BAZO, R. (1993). *Experimentos de Física asistidos por computadora*. Memorias de la VIII Reunión Nacional de Educación en Física. Rosario. Argentina.
- TRONCOSO, C; DANIELE, E; ALLENDE, N. y CHROBAK, R. (1998). *Soft y/o laboratorio*. Memorias del IV Simposio de Investigadores en Educación en Física. La Plata. Argentina.
- VALENTE, M. y NETO, A. (1992). *El ordenador y su contribución a la superación*

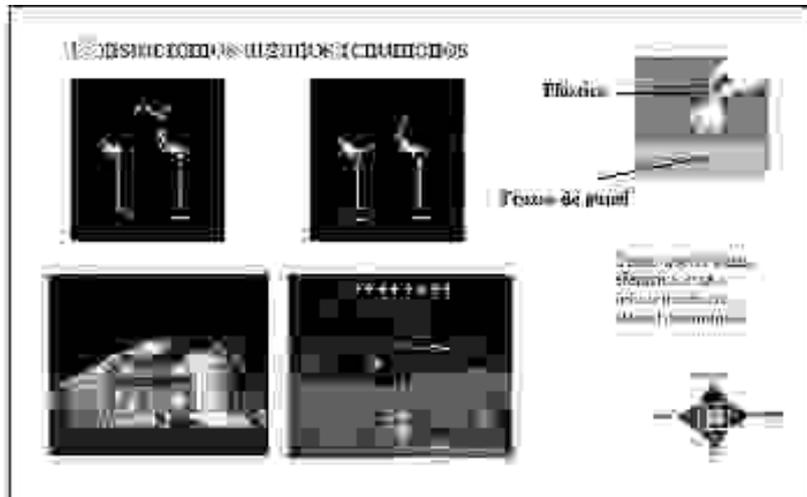
*ción de las dificultades de aprendizaje en mecánica.* Enseñanza de la Ciencias.

VIDAL DE LABRA, J; SAAVEDRA GARCÍA, F. y LÓPEZ, R. (1987). *Investigación didáctica, con ordenador, de pruebas de evaluación para Física y Química.* Memorias del II Congreso Internacional sobre didáctica de las Ciencias y las Matemáticas. España.

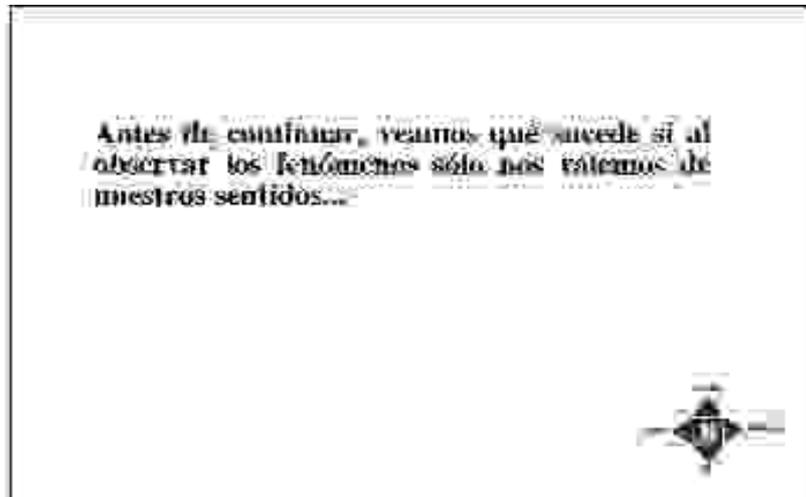
VILLEGAS, M. (1998). *La simulación en la enseñanza de la Física: una experiencia en la escuela secundaria* Memorias del IV Simposio de Investigadores en Educación en Física. La Plata. Argentina.

VIZCARRO, C. y LEÓN, J.A. (1998). *Nuevas tecnologías para el aprendizaje* Madrid: Pirámide.

ANEXO 1: Algunas pantallas de la hipermedia “Enseñar y Aprender: Conceptos de electricidad y circuitos simples.”<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Las pantallas, originalmente, son en colores. En este trabajo se incluyen en blanco y negro por razones de la publicación.



El aprendizaje es un proceso que implica la adquisición de conocimientos y habilidades que permiten al individuo interactuar de manera efectiva con su entorno.

Este proceso se ve influenciado por factores tanto internos como externos, como la motivación, el entorno social y las experiencias previas.

Por lo tanto, es esencial comprender los mecanismos psicológicos que subyacen al aprendizaje para poder diseñar estrategias educativas más efectivas.



El aprendizaje es un proceso que implica la adquisición de conocimientos y habilidades que permiten al individuo interactuar de manera efectiva con su entorno.

Este proceso se ve influenciado por factores tanto internos como externos, como la motivación, el entorno social y las experiencias previas.

Por lo tanto, es esencial comprender los mecanismos psicológicos que subyacen al aprendizaje para poder diseñar estrategias educativas más efectivas.



Este modelo ilustra el proceso de aprendizaje como una interacción bidireccional entre el sujeto y el entorno. El sujeto recibe información del entorno y la procesa internamente, lo que resulta en un aprendizaje que a su vez modifica su comportamiento y su interacción con el entorno.



**A que se debe que los electrones adquieran**

La velocidad que adquieren en un conductor al ser sometido a una **Diferencia de potencial** está relacionada con la **energía**.



No es para sí, en este caso la corriente es transportada por los electrones que se mueven desde el cátodo hacia el ánodo. En un tubo de rayos catódicos, los electrones se mueven desde el cátodo hacia el ánodo. Los electrones que se mueven desde el cátodo hacia el ánodo, adquieren una velocidad que depende de la energía que reciben. Los electrones que se mueven desde el cátodo hacia el ánodo, adquieren una velocidad que depende de la energía que reciben. Los electrones que se mueven desde el cátodo hacia el ánodo, adquieren una velocidad que depende de la energía que reciben.



**¿Cómo llega la ciencia a este modelo atómico?**



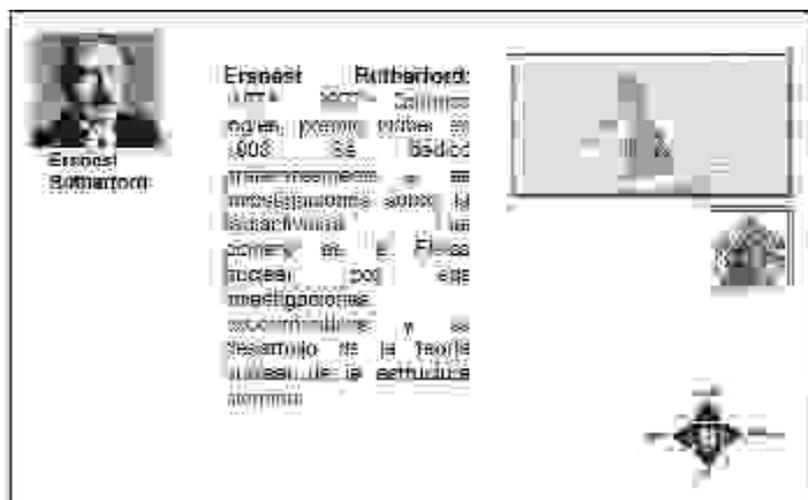
La ciencia se construye como un proceso continuo y no como la suma de productos acabados. Para ello se requiere a menudo los mejores modelos de la ciencia que mejor procesos científicos permitan.



### Evolución de los distintos modelos atómicos

El modelo de la materia más simple que se le puede atribuir es el de Dalton. Este modelo se constituye como un proceso dinámico y permanente de experimentación y verificación.

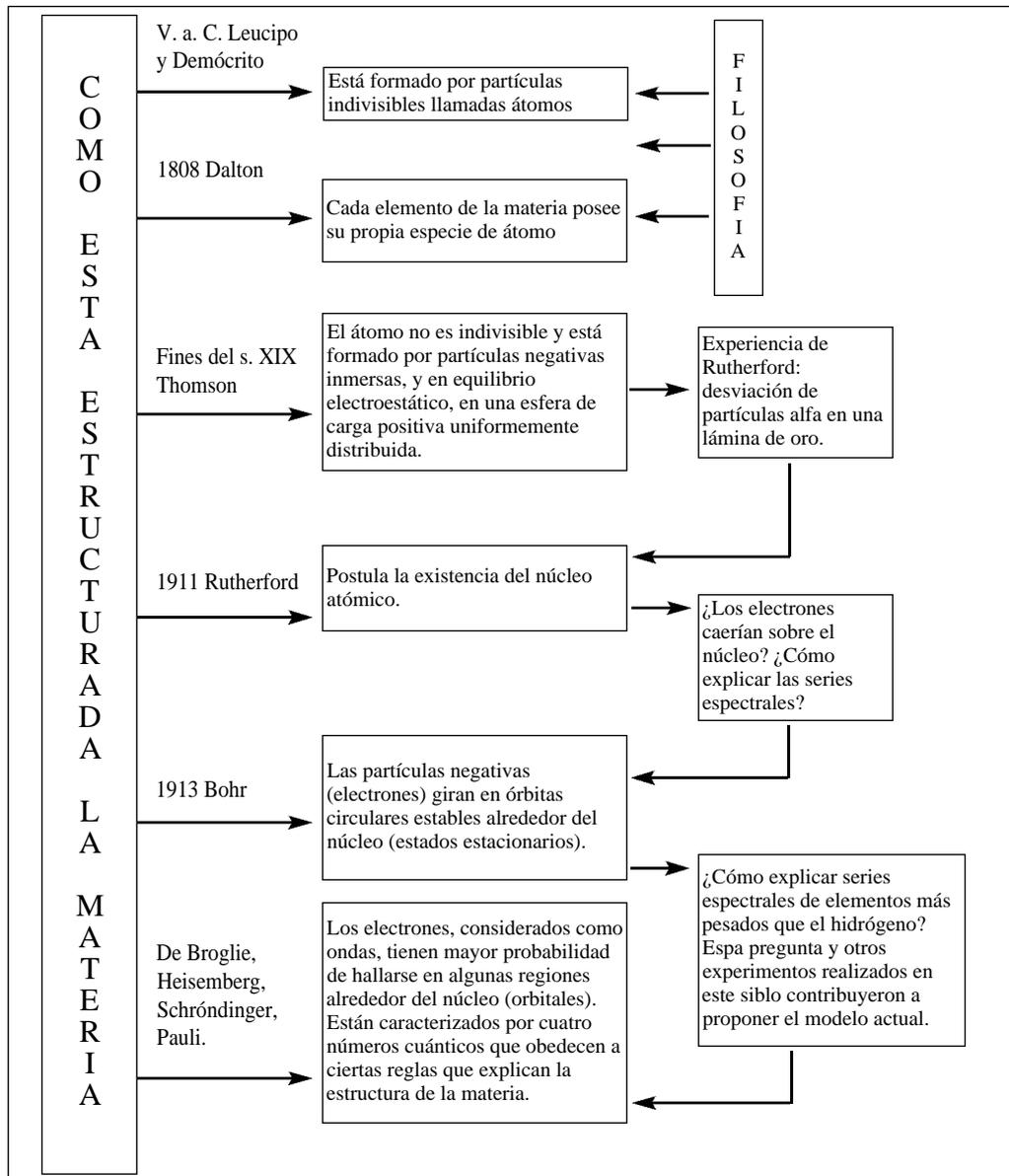
El modelo de Bohr (1913) incorpora los conceptos de energía y de niveles de energía. Este modelo se basa en la hipótesis de que los electrones se mueven en órbitas estacionarias, es decir, en órbitas que no irradian energía. Este modelo se basa en la hipótesis de que los electrones se mueven en órbitas estacionarias, es decir, en órbitas que no irradian energía.



## **ANEXO 2: Algunas actividades complementarias de lápiz y papel.**

Al trabajar con las primeras pantallas y las de modelos atómicos, incluyendo las biografías, se entregó la siguiente ejercitación para trabajar en grupos de no más de tres alumnos:

- 1) ¿Es lo mismo carga, energía eléctrica, voltaje, corriente, fuerza? Discuta esta pregunta en grupo y anote sus conclusiones.
- 2) Defina con sus propias palabras qué es la carga eléctrica.
- 3) Arme un esquema con los cuadros que se adjuntan en el que pueda observarse la evolución de los modelos atómicos (se les entregó los cuadros del siguiente esquema<sup>2</sup> separados a fin de que ellos lo armaran como un rompecabezas).



<sup>2</sup> Esquema elaborado en el contexto de un curso de la Red de Capacitación Docente Continua, por un equipo de docentes integrado por: Claudia Mazzitelli, Carla Maturano, Amelia Rueda, Mabel Gimenez y Débora Valdéz.