

**EL MODELO ATÓMICO Y LAS REPRESENTACIONES DE LOS ADOLESCENTES***The atomic model and the representations of adolescents***González, Sonia Beatriz** [soniabeatriz.gonzalez@gmail.com]*Departamento de Física y de Química. Facultad de Filosofía Humanidades y Artes. UNSJ. Ignacio de la Roza 230 (Oeste). Capital. San Juan. Argentina.***Escudero, Consuelo** [cescudero@unsj-cuim.edu.ar]*Departamento de Física. Facultad de Ingeniería. UNSJ. Avda. Lib. San Martín 1700. Capital. San Juan. Argentina.**Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. UNSJ. Ignacio de la Roza 590 (Oeste). Rivadavia. San Juan. Argentina.***Resumen**

Este trabajo surge a partir de la reflexión en torno a la influencia que ejercen los medios masivos de comunicación en la construcción de imágenes que también se despliegan en la escuela, pero con amplia diferencia de recursos a favor de los primeros. En este caso se trata del modelo atómico actual. Pudimos apreciar que en la construcción del campo conceptual que remite al átomo, hay una manifiesta influencia de los medios de comunicación, que los docentes deberíamos estar advertidos en este sentido y que nos incumbe prestar mayor atención a las acciones que se puedan proponer a favor de una articulación más orgánica con los mismos. Se inició un proceso de revisión crítica de algunas nociones que aparecen como resultado de la escolarización, pero en las que es preciso avanzar conceptualmente. Para ello se propone la realización de Proyectos de Trabajo centrados en el estudio de las imágenes, apoyadas por los textos.

**Palabras clave:** Representación, Comunicación, Recursos audiovisuales, Proyectos de Trabajo.

**Abstract**

This work arises from reflection on the influence of the mass media in the construction of images are also displayed in the school, but with widely differing resources in favor of the former. In this case it is the current atomic model. We saw that in building the conceptual field that refers to the atom, there is a clear influence of the media, teachers should be aware that effect and that concerns us pay more attention to the actions that may be proposed for a more organic link with them. It began a process of critical review of some notions that appear as a result of schooling, but in which progress is needed conceptually. We propose performing Work Projects focused on the study of images, supported by the texts.

**Keywords:** Representation, Communication, Audiovisual resources, Work Projects

**Introducción**

El mundo de hoy está fuertemente influido por la presencia de la imagen. El televisor, la computadora, el celular y otros objetos tecnológicos se han transformado en parte de la cotidianidad que construimos diariamente (Barberà y Badia 2004, Otero 2004, Rodríguez Illera 2004, Cabello 2006, Lion 2006, Coll y Monereo 2008, Nigro 2011). Sin embargo, en las instituciones escolares, el libro y las imágenes en papel continúan ocupando un lugar de privilegio para el docente. ¿Les otorgarán los

estudiantes el mismo valor? No se puede responder a este interrogante sin tener en cuenta el contexto en que se desenvuelven. El soporte material de los contenidos no solo depende del tipo de institución y su relación con los recursos, sino también, (y esto actualmente es muy notable) del apego o desapego de los docentes con respecto a la calidad y actualidad de los mismos. Estos factores contribuyen con la formación de un panorama acerca del conjunto de escuelas demasiado heterogéneo como para arriesgar grandes definiciones. Con la mirada puesta en un mediano plazo, se advierte que una mejora en el tratamiento de materiales gráficos y en el uso de videos podría actuar como catalizadora de acciones contributivas con un aprendizaje más significativo. Si en el punto de partida se cuenta únicamente con imágenes estáticas y videos, pero se vuelcan las energías hacia el afinamiento de la metodología de trabajo, posteriormente será más sencillo incorporar otros formatos más contemporáneos.

En diversos estudios realizados en escuelas de diferentes niveles y pertenecientes a distintos países (Lion 2006, Coll y otros 2008, Rodriguez Illera 2008, Piscitelli 2009), se coincide claramente en la necesidad de no dejar libradas al azar la lectura, la interpretación y la construcción de imágenes en el contexto de los trabajos escolares.

Maité Pro (2003) describe minuciosamente de qué manera, a través de proyectos de trabajo, es posible mejorar considerablemente el aprendizaje significativo de los conceptos, otorgándole a las imágenes un lugar en el que forman parte del conocimiento en construcción, procurando alejarse del papel complementario habitual de las mismas.

Sitúa un nodo problemático en los vínculos que es necesario hacer visibles para articular en forma provechosa la dimensión audiovisual con la educación, haciendo hincapié en el aspecto estrictamente comunicativo.

### **Marco teórico**

La exploración de alternativas para la enseñanza de temas complejos sigue funcionando como motor de búsqueda para quienes sostienen una preocupación genuina frente a la enseñanza de las ciencias.

Un camino que hoy nos interpela por su profusa y envolvente presencia es el de las imágenes. Se diría que es un facilitador conceptual. Sin embargo, no se perciben cambios favorables en el aprendizaje (Leitao et al, 2011; Sáez L. y Ruiz G., 2013). Es esta situación la que nos lleva a estudiar parte del problema e intentar proponer algunos lineamientos que contemplen la integración de la imagen en el proceso de construcción del sentido de los conceptos.

Para ello, tomamos parte de los estudios realizados por Joan Ferrés y por Maité Pro con respecto a la multiplicidad de aplicaciones que permiten tanto la gráfica como los videos. La idea es trascender la exclusividad del texto escrito y poder iniciar un proceso de aprehensión que capture las virtudes de la imagen.

“Existe mono, o mezcla sobre una sola pista, cuando uno de los aspectos del conocimiento – o de la formación – se erige en dictadura sobre el otro. La razón y el análisis doblegan a lo afectivo y lo imaginario bajo su imperialismo. Se habla con la imagen en lugar de hablar de la imagen. Por el contrario, en algunas ocasiones de dinámica de grupo, lo afectivo y lo imaginario se enseñorean de todo, análisis comprendido.” (Ferrés 1994: p.30)

Además, se propone seguir pensando que habiendo comunicación siempre será posible intercambiar paquetes de valor dentro del aula, ya sea por el contenido, por la significación o tan solo por la mera información.

“La aproximación a la dimensión tecnológica es imprescindible para un correcto uso de la comunicación audiovisual en el aula, pero en realidad, y pese a ser la más atendida, es la menos importante desde el punto de vista de la eficacia comunicativa y, en consecuencia, de la eficacia didáctica que se pretende conseguir con su integración.

Más importancia tiene, desde la perspectiva de la búsqueda de esta eficacia, la dimensión estrictamente comunicativa, es decir, la dimensión del lenguaje y del estilo comunicativo.” (Pro 2003: p.18)

Queda claro que se desea ahondar con una mirada renovada en cuestiones que preocupan, se podría decir que desde siempre, a docentes e investigadores en educación, y que hacen a la circulación del conocimiento en el aula. Cuáles son los caminos para promover una interacción con las imágenes que vaya a la esencia del proceso de aprendizaje. Ibarra y Zubia (2009) sostienen la necesidad de caracterizar a las representaciones bajo una perspectiva procesual o procedimental, como una actividad.

“(…) las representaciones científicas son sistemas esencialmente activos que constituyen las informaciones que se encuentran en el origen de la experiencia – datos observacionales – y que las representan de manera compleja.”(Bolaños y Casanueva, 2009: p.17)

Por otro lado, el caso del modelo atómico presenta aristas controvertidas en el sentido de que constituye un claro ejemplo de < objeto no visible difícilmente representable>, en el que confluyen discusiones acerca de la pertinencia de su representación. La noción de imagen está ligada a la percepción. En este tipo de casos no hay percepción posible en el sentido clásico (vista, olfato, tacto, gusto, audición). Pero sí existe una enorme cantidad de registros que han ido corroborando las previsiones apuntadas por los investigadores al poner a prueba los diferentes modelos de átomo que hubo a lo largo de la historia.

Acordando con Martínez, el caso de los modelos atómicos podría incluirse dentro de las representaciones heterogéneas.

“Las representaciones heterogéneas son diferentes representaciones de una cosa o proceso que no podemos ver como describiendo partes que pueden agregarse para constituir una representación más completa, pero son la mejor representación del proceso, que podemos tener.” (Martínez, 2009:p.95)

La representación del átomo es un tema que divide opiniones, o quizá la figura más acertada sería que genera una diversidad de pensamientos que van desde considerar la absoluta imposibilidad de representarlo hasta la defensa de dibujos de alta iconicidad. Frente a este panorama, y considerando la franja etaria de los estudiantes de escuela secundaria, consideramos que es posible iniciar un proceso con abundante uso de imágenes y comenzar a trazar algunas sendas que permitan al estudiante aproximarse al modelo matemático más tarde o más temprano, según el camino profesional que elija.

“La discusión en torno al papel de las imágenes – internas y externas – y a como se las concibe, tiene una larga tradición en Filosofía, en Epistemología y en Psicología Cognitiva. Por ejemplo, en el terreno de las discusiones filosóficas que desató el surgimiento de la Mecánica Cuántica, físicos como Planck, Einstein y Schrödinger pensaban que la misión de la Física era proporcionar imágenes mentales del mundo físico, externo al hombre e independiente del observador. Mientras en las antípodas, Sommerfeld, Heisenberg y Pauli, por mencionar algunos, aceptaban el formalismo cuántico y ni siquiera consideraban la posibilidad de <formarse una imagen de la realidad>.” (Séller citada en Otero 2004)

Una de las estrategias a considerar tiene que ver con el desafío que ofrecen las tecnologías a docentes formados en contextos pre-tecnologías de la información y de la comunicación. Habría que ver cuáles son las competencias en esta área de los docentes formados desde los últimos 5 años en adelante. Es preciso superar las aparentes limitaciones que imponen las inseguridades y sumergirnos

solidariamente en este universo imagístico aprendiendo a descodificar, para aprender y para enseñar a aprender (Fernández y Jardón, 2011).

Es en esta grieta donde aparece como herramienta superadora la investigación en la enseñanza, aquí particularmente nos referimos a todo aquello que se relacione con las imágenes: lectura, interpretación, creación, invención, para el estudio del modelo atómico actual.

### **Metodología**

Este estudio está enfocado en el tipo de representaciones que emplean estudiantes que ya han superado al menos un curso de física y un curso de química de escuela secundaria, a fin de que puedan expresar sus saberes acerca del modelo atómico.

Se trabajó con treinta y ocho estudiantes de cuarto año, pertenecientes a dos cursos con orientación en Humanidades. Durante el año en que se realizó la intervención cursaban Física y Química con un crédito horario semanal de 3 horas cada una.

Tuvimos en cuenta que en el ciclo básico habían cursado una asignatura llamada Físico Química, en la que se desarrollan aspectos muy básicos de ambas disciplinas, y en la que, como expectativa máxima, se presenta a los estudiantes una representación de átomo planetaria en la que se menciona la existencia de partículas sub-atómicas y sus cargas eléctricas.

En el diagnóstico se trabajó con imágenes estáticas, muy frecuentes en el quehacer diario del aula, en el que los recursos materiales son libros y dibujos que realiza el profesor en la pizarra.

El ejercicio que se les propuso fue el siguiente:

---

Supongamos que en el recipiente de la figura hay gas neón. Recuerde que es un gas noble y que una de sus características es que las moléculas son monoatómicas.

En cada uno de los dibujos siguientes (a, b, c y d) se proponen diversas maneras de representar las moléculas del gas mencionado, que en este caso coincide con la representación de átomos individuales. Responda:

¿Cuáles (o cuál) de estos modelos considera usted más actual? ¿Por qué?

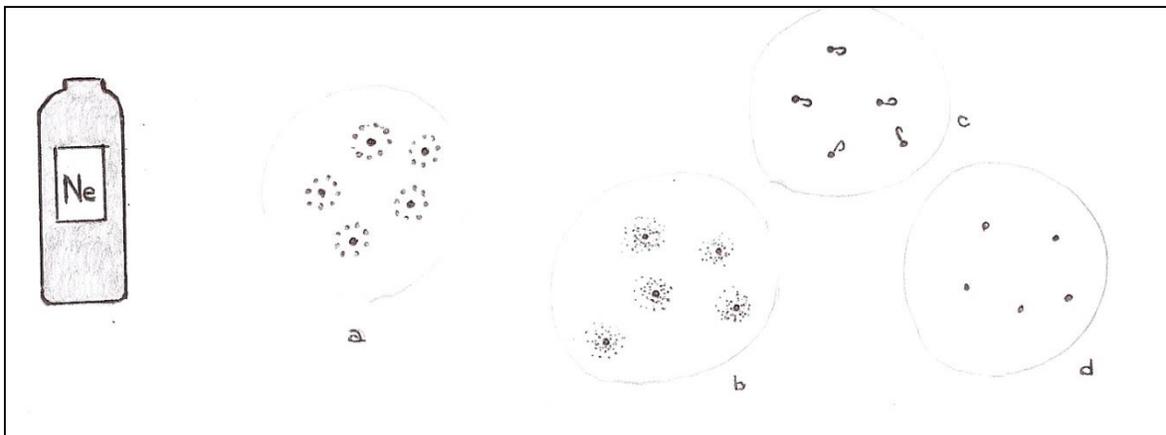


Figura 1: Diversas maneras de representar las moléculas monoatómicas de neón.

Agrupamos las respuestas en una tabla que nos permita comparar:

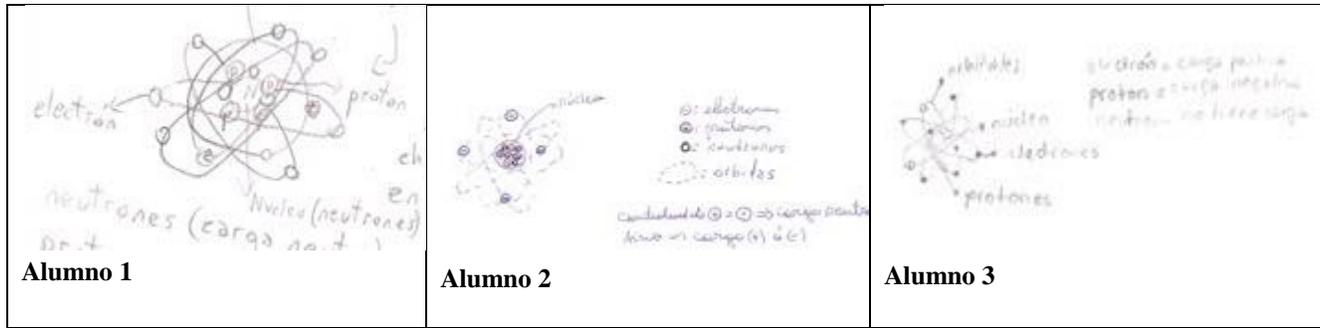
Tabla 1: Número de alumnos que eligió cada una de las opciones.

OPCIÓN	Nº DE ALUMNOS QUE LA ELIGIÓ	PORCENTAJES
a	6	15,8
b	14	36,8
c	1	2,6
d	7	18,4
No respondió	4	10,5
Otra respuesta	6	15,8

Si sumamos los porcentajes de respuestas que apuntan a un modelo en el que se discrimina un núcleo y partículas a su alrededor, obtenemos alrededor de un 50 % (modelos a y b). Si bien una primera mirada podría llevarnos a pensar que hay un 50 % de alumnos que aun no distingue esos dos conceptos en el átomo, un análisis posterior nos impulsó a profundizar en el grupo que bajo la denominación “otra respuesta”, propuso otro modelo, que no figuraba entre las opciones que se ofrecieron. Este dato nos llevó a pensar que quizá estábamos ignorando un aspecto muy importante acerca del conocimiento: la influencia de los medios de comunicación.

Ese modelo, con variaciones pequeñas es el que se utiliza frecuentemente en publicaciones de divulgación, logotipos, etc.

Presentamos tres de ellos en la figura 2. Elegimos los más completos, los otros tres son dibujos sin referencias.



**Figura 2:** Ejemplos de representaciones fuera de las opciones presentadas.

Observando detenidamente cada uno de ellos, vemos que:

- El alumno 1 incorpora los conceptos de núcleo, protón, neutrón, electrón y orbital y les asigna una ubicación en la estructura que conocía anteriormente; aunque conserva una imagen desproporcionada en relación a “tamaños” y distancias. Inclusive ubica a los protones en la periferia del núcleo, no dentro de él.
- El alumno 2, si bien parte de la misma estructura que el alumno 1 y también conserva la desproporción en relación a “tamaños” y distancias; representa con una línea de trazos las “órbitas”, probablemente queriendo significar su carácter imaginario. Además ubica protones y neutrones dentro del núcleo.
- El alumno 3 presenta un dibujo muy prolijo en el que ubica a los protones junto con los electrones en las líneas que llama orbitales. Se podría pensar que a los neutrones los ubica en el núcleo, pero no se puede asegurar ya que no los señala en la representación.

Sin detenernos en los desaciertos y omisiones, se deja ver claramente la interpretación totalmente personal que se realiza en cada uno de los casos. Es evidente que asienta los nuevos conceptos – muy precarios - en una plantilla bastante afianzada.

Por otro lado no podemos negar que “hay una plantilla” a la que, por razones que no conocemos, le prestó atención y la almacenó en su memoria. El 15,8 % de alumnos es un mínimo, probablemente algunos de aquellos que ubicamos en el 10,5 % y que no respondieron, también hayan construido este padrón, solo que prefirieron callar su pensamiento. Aun sin esa proyección, nos parece un porcentaje considerable y que necesita ser relevado.

Retomando la hipótesis acerca de la influencia que ejercen las imágenes que se encuentran distribuidas en los diferentes medios de comunicación, podemos decir que es frecuente encontrar dibujos que inducen, de una manera muy eficaz, a pensar que protones, neutrones y electrones son partículas que ocupan un volumen considerable y que “transitan” o “permanecen” como los clásicos objetos materiales que conocen del mesocosmos.

Cuando se aborda el tema modelo atómico en la escuela, hay una alta probabilidad de que los estudiantes remitan su pensamiento a este tipo de imágenes, que si no se las menciona, si no se las visibiliza, permanecen como estructuras que emergen en situaciones comprometidas con el conocimiento. Mientras que la explicitación puede orientar al docente en la línea de trabajo que proponga y permitir al estudiante que otorgue un valor apreciable a los conocimientos que construyó independientemente de la fuente del mismo.

Por otro lado, se observa que el porcentaje de respuestas con estas características supera al porcentaje de la categoría “No responde”. En este sentido nos parece muy válido que los estudiantes se hayan animado a presentar sus ideas, producto de la interacción entre conocimientos provenientes de la divulgación y de la escolarización.

Con el fin de cotejar nuestra hipótesis consultamos a la profesora que tiene a su cargo la materia Físico Química (forma parte del diseño curricular del ciclo básico de escuela secundaria) acerca del uso de ese tipo de representación. Nos informó que la única que emplean es de tipo planetaria, de corte muy elemental.

Así es que el próximo paso fue formular dos preguntas a los estudiantes incluidos en este grupo especial:

1. De cuál fuente tomaron ese tipo de representación
2. Por qué les parecía más adecuada que las que se les había presentado.

Las respuestas, muy similares en todos los casos fueron:

- “Es el dibujo que siempre vemos en revistas, diarios y documentales”.
- “...da la idea de partículas en movimiento”.

Es así como surge una diversidad de dudas relacionadas con la articulación entre los medios de comunicación y la escuela, puntualmente en lo que concierne al estudio de las imágenes de constructos matemáticos, como es el caso del modelo atómico contemporáneo.

No solo necesitamos mejorar la lectura e interpretación de las imágenes con una mirada más interdisciplinaria, sino también es preciso reflexionar acerca de la pertinencia de las mismas en este tipo de tópicos.

### **Una propuesta tentativa**

La situación descripta nos llevó a explorar acerca de las posibilidades de realizar un planteo didáctico que contemple los saberes de los estudiantes, particularmente de aquellos cuyo origen se sitúa en los medios de comunicación y donde las imágenes tienen un lugar muy importante. Para ello tomamos como punto de partida la propuesta de los “Proyectos de Trabajo” en la versión renovada que elaboró Maité Pro, enriquecida con los aportes de Zorzi y da Costa (2013), en las que se emplean –entre otros-, los recursos provenientes de la gráfica y de la producción de videos. Hoy en día tenemos la posibilidad de sumar otros recursos que dependerán del contexto en el que se desarrolle el proyecto.

Consideramos que la cuestión esencial radica en la coherencia con que se articulen las diferentes actividades, programadas para que los estudiantes, en contacto pleno con los materiales, puedan ser partícipes en la construcción del sentido de los contenidos., más que en el tipo de recursos (informáticos, electrónicos, impresos) empleados.

Las etapas del proyecto, expresadas en forma muy general, pueden ser:

- a) *Selección del tema a trabajar con los estudiantes, teniendo en cuenta su inserción en la programación del curso.*

Se presenta a los estudiantes un menú de temas como un listado de proposiciones que expresen aunque sea en forma liviana, una inserción tecnológica, social, científica, etc., por ejemplo, para el particular caso de modelo atómico actual podrían ser:

- Un horno de alta performance: el sol
- ¿Quién fabrica la energía?
- Un desafío multidisciplinar: La computación cuántica.
- Otros, que pueden ser planteados por los alumnos.

La idea es proponer títulos sugerentes.

Como se trata de proyectos desarrollados en equipo, es importante disponer de tiempo, ya que no solo eligen o construyen un título sino que trazan un camino que los lleve a estudiar el modelo atómico.

El profesor debe tener en cuenta que desde el inicio los estudiantes necesitan conocer los criterios para organizar los materiales, las presentaciones y la evaluación. Cuestiones como:

- Temas de conceptualización obligatoria
- Temas de conceptualización electiva.
- Administración de recursos
- Plazos y fechas de entrega de producciones, devoluciones, evaluaciones, etapas de consulta, etc.

Simultáneamente, el docente ofrece pautas que ayuden a evaluar la calidad de la información que toman a través de los medios de comunicación.

Por otro lado promoverá la necesidad de fundamentar las decisiones que se vayan adoptando al organizar los materiales.

Es importante que los grupos elaboren un índice en el que enuncien claramente cuáles son los tópicos a desarrollar.

También se tratará de favorecer un ambiente de trabajo que contribuya a insertar las respectivas propuestas en un contexto histórico, socio-cultural. Que no necesariamente debe ser el actual, eso dependerá de los objetivos. Sí es muy interesante que se realicen comparaciones entre diferentes contextos, que pueden serlo desde varias perspectivas, histórica, geográfica, social.

“Treffel asigna a los profesores la labor de poner orden en el caos de informaciones que recibe hoy en día el alumnado, sometido al bombardeo de los medios de comunicación de masas, ayudándolo a analizar aquello que muchas veces no observa, sino que se <<traga>>.”(Citado en Pro 2003:p.37)

Se evidencia la necesidad de contar con docentes con una sólida preparación disciplinar, pedagógica, y también con un profundo compromiso con su profesión.

### ***b) Tratamiento de la información***

Una vez que cada grupo ha seleccionado (o generado) un título, a los materiales con que han interactuado hay que incorporarles recursos audiovisuales (libros, revistas especializadas, videos, sitios de internet cuando sea posible, etc.) para que se pueda profundizar en la especificidad que eligieron.

A esta etapa se le puede asignar un mínimo de 4 horas y el profesor podrá desplegar las estrategias para guiar a los estudiantes en la lectura e interpretación de imágenes.

Una de las cuestiones más importantes es la intervención en las imágenes de alta iconicidad en las que el docente va ofreciendo pautas que permiten extraer los rasgos más significativos de las mismas, para volcarlas en otro tipo de representaciones más esquemáticas. Esas pautas orientarían al estudiante en el sentido de:

- Enumerar los elementos que contienen las imágenes en medios no formales.
- Comparar con los que proveen los recursos específicos (bibliografía, audiovisuales)
- Realizar la misma tarea, solo con los elementos que, desde una primera aproximación, serían los más básicos, los que no se pueden dejar de tener en cuenta. Aquí es esencial el trabajo del docente.
- Detallar cuáles son las ventajas y desventajas que observan en ambos tipos de representaciones.
- Complementar las acciones detalladas (y otras que pueden surgir durante la ejecución del proyecto) con textos.

Respecto del alcance con que se abordará cada tarea, será el docente quien oriente las limitaciones.

Uno de los puntos sobre el que se precisa reflexionar es acerca del temor a integrar las imágenes de los medios de comunicación. Las personas interactuamos con ellas en cualquier momento del día y necesitamos apropiarnos de criterios que nos permitan discriminar los mensajes. En la construcción de dichos criterios intervienen los conocimientos y las acciones dirigidas que podemos realizar en la escuela.

Cuando se habla acerca de que es el alumno quien realiza el tratamiento de la información, la idea es que produzca su propio material de aprendizaje. Ésta es la esencia del Proyecto de Trabajo.

### *c) Exhibición del material, exposición y evaluación*

En una tercera etapa se prepara la exposición. En realidad, si se ha trabajado a conciencia en la anterior, aquí disminuye la densidad de la tarea. Sin embargo cuando los alumnos se ven obligados a programar una secuencia puede ser que aparezcan lagunas en el hilo conductor, que deberán sortear algunas veces con dibujos y esquemas propios. Visto desde el aprendizaje, es una de las mejores cosas que puede suceder, ya que este tipo de intervención impone la puesta en juego de otras habilidades.

Es prácticamente obligatorio que realicen un esquema que contenga los conceptos fundamentales que se abordaron. Seguramente aparecerán superposiciones entre las producciones, pero en este caso no es relevante, dado que cada grupo llega a esta etapa por un camino diferente. Esto es lo que enriquece la expresión del trabajo en forma de puesta en común.

Un criterio de evaluación de fuerte presencia debe ser el que contemple los argumentos que esgrimen para fundamentar las presentaciones. Éstas se organizarán de manera que todos puedan ser escuchados con la misma atención. Además se puede dar la posibilidad de formular preguntas al finalizar las mismas.

De ninguna manera se ha pretendido ser exhaustivo con esta descripción, solo hemos intentado delinear rasgos generales, que pueden ser mejorados por los docentes que decidan adoptar la propuesta.

Lo que sí es importante dejar en claro es que, ante temas de alta complejidad tendríamos que intentar beneficiar los procesos de enseñanza y de aprendizaje utilizando materiales distribuidos en los medios de comunicación masivos.

### **Reflexiones.**

Los docentes responsables siempre estarán atentos para incorporar la producción surgida de la investigación educativa. Pero los mecanismos de articulación no son tan accesibles, exigen tiempo de estudio, de discusión y de elaboración, y es justamente el tiempo el insumo máspreciado de profesores que generalmente enfrentan una rutina muchas veces agobiante. Por eso el papel del docente investigador debería ampliarse a fin de cumplir un rol de mediador, que en un inicio seguramente será exigente, pero con el tiempo se aliviaría en la medida en que los profesores se vayan apropiando del conocimiento especializado.

Este trabajo continúa porque recién comenzaría la puesta en marcha de la innovación, seguramente surgirán inconvenientes y sorpresas, pero el equipo está convencido de que la propuesta será bien recibida por los estudiantes, más allá de las clásicas miradas pesimistas del ala conservadora del colectivo de los profesores.

No podemos dejar que la multiplicidad de interpretaciones nos desanime frente a la enseñanza de un tema tan complejo, atravesado por conceptos acuñados en la física cuántica. Muy por el contrario, será provechoso otorgar un valor a las imágenes tomadas del cotidiano e intentar una construcción sobre ellas.

### **Bibliografía**

Barberà, E. y Badia, A. (2004). *Educación con aulas virtuales. Orientaciones para la innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje*. Madrid. Machado Libros.

Bolaños, B. y Casanueva, M. (2009). El giro pictórico. En *El Giro Pictórico. Epistemología de la imagen*. México: Anthropos.

Cabello, R. (Coord.) (2006). *Yo con la computadora no tengo nada que ver. Un estudio de las relaciones entre los maestros y las tecnologías informáticas en la enseñanza*. Buenos Aires: Prometeo Libros. UNGS.

Coll, C. y Monereo, C. (Eds.) (2008). Presentación: p.14. *Psicología de la educación virtual*. España: Morata.

Coll, C., Engel, A. y Bustos, A. (2008). Los entornos visuales de aprendizaje basados en la representación visual del conocimiento. En Coll y Monereo. *Psicología de la educación virtual*. España: Morata.

Fernández, P. y Jardón, A. (2011) Simulaciones en la enseñanza de la física. La ilusión de la interactividad y las rutinas del profesor. *Revista de Enseñanza de la Física*. Vol. 24, n 2, pp 27-48

Ferrés, J. (1994). *Vídeo y Educación*. Barcelona: Paidós.

Ibarra, A. y Zubia, E. (2009) Las imágenes digitales en astrofísica: mediadores numéricos entre observación y teoría. En *El Giro Pictórico. Epistemología de la imagen*. México: Anthropos.

Leitao, L., Dorneles T., P. y Saraiva Da Rocha, F. (2011) El análisis de video como recurso dirigido a la enseñanza de la física experimental: un ejemplo de aplicación en la mecánica. *Revista electrónica de investigación educativa en ciencias*. Vol. 6,n 1,pp18-32. <http://reiec.sites.exa.unicen.edu.ar>. Consultada 23/04/2013.

Lion, C. (2006). *Imaginar con tecnologías. Relaciones entre tecnologías y conocimiento*. Ciudad de Bs. As. Ed. Stella: La Crujía ediciones.

Martínez, S. (2009) Elementos para una epistemología de los diagramas. . En *El Giro Pictórico. Epistemología de la imagen*. México. Anthropos.

Nigro, P. (2011). Escuela y medios de comunicación. En Barcia, P.(Coord.). *No seamos ingenuos. Manual para la lectura inteligente de los medios*. Bs.As.: Santillana.

Otero, R. (2004). Imágenes e investigación en Enseñanza de las ciencias. *Revista Actas del PIDEDEC*: Universidad de Burgos. Instituto de Física de la UFGRS

Piscitelli, A. (2009). *Nativos digitales. Dieta cognitiva, inteligencia colectiva y arquitecturas de la participación*. Bs. As: Santillana.

Pro, M. (2003). *Aprender con imágenes. Incidencia y uso de la imagen en las estrategias de aprendizaje*. Barcelona: Paidós.

Rodríguez Illera, J.L. (2004). *El aprendizaje virtual. Enseñanza y aprendizaje en la era digital*. Santa Fe. Argentina: Homo Sapiens.

Rodríguez Illera, J.L. (2008). La presentación y organización de los contenidos en los entornos virtuales. En Coll y Monereo. *Psicología de la educación virtual*. España: Morata.

Sáez López, J.M. y Ruiz Gallardo, J. (2013) Enseñanza de las ciencias, tecnología educativa y escuela rural: un estudio de caso. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*. Vol. 12,n 1, pp 45-61. <http://reec.uvigo.es/REEC/spanish/REEC>. Consultada el 15/02/2013.

Zorzi Sá, M. y da Costa, J. (2013). A Construção de conhecimentos químicos auxiliada pela produção audiovisual. *Experiências em Ensino de Ciências*. V8, Nº 3. <http://www.if.ufmt.br/eenci>. Consultado 05/08/2014

Este trabajo pertenece al Proyecto 21/I 1004 –UNSJ y ha sido subsidiado por CICITCA, Consejo de Investigaciones de la UNSJ.