

Clase virtual N° 11

Las TIC en la enseñanza de las Ciencias Naturales

Autores: Horacio L. Tignanelli - Ernesto J. Scheiner

PRESENTACIÓN

En la clase anterior se plantearon algunos aspectos acerca de cómo escenarios centrados en fenómenos naturales pueden transformarse en situaciones problemáticas para ser desarrolladas durante las clases de Ciencias Naturales de la Educación Primaria. También se dejó planteada la necesidad de una reflexión sobre las clases de problemas más habituales, las secuencias que los incluyen y, finalmente, la posible organización de los problemas de ese tipo dentro de una secuencia didáctica. En la presente clase analizaremos de qué modo las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) pueden constituir un potente recurso para la enseñanza de contenidos en el área.

Las (TIC) ya se consideran uno de los fenómenos culturales más importantes de los últimos años. Sin embargo, la introducción de estas nuevas tecnologías en la enseñanza, recién está comenzando a generalizarse. Coincidimos con Dussel & Quevedo (2010) en que hay cierta tendencia *defensiva* de muchos docentes al considerar que las TIC complementan o apoyan lo que vienen haciendo, y no suponen grandes cambios en la forma ni en el contenido de la enseñanza. Tal como señala esta autora:

(...) hay en muchos docentes una celebración de los usos no escolares que realizan los alumnos: videojuegos, comunicación, exploración, por considerarlos entretenidos e impactantes. Habría que aclarar que la comunicación frecuente y la creación de comunidades virtuales no son elementos a desechar; son elementos importantes de sostén afectivo, y proveen redes de anclaje que permiten experimentar formas de participación que pueden derivar en la movilización política o ética en causas justas y democráticas, como puede verse hoy en las distintas formas de ciberactivismo. Pero es importante que la escuela no se conforme sólo con eso que ya hacen los chicos y adolescentes, sino que también ayude a que los alumnos puedan ir más allá de lo que acceden por su propia cuenta, vinculándose con otro tipo de comunidades que surjan de intereses menos individuales, enseñando (etimológicamente, enseñar es poner señas, marcar el camino) otras rutas posibles para la navegación que las que proveen los buscadores más conocidos, y generando formas de producción cultural menos estandarizadas, más autónomas y creativas...)

En esta clase, realizaremos una reseña del escenario de TIC al que se enfrenta la escuela, caracterizaremos los principales recursos que proveen, nos detenemos en algunos programas

de simulación y laboratorios virtuales para, finalmente, presentar algunos ejemplos concretos de uso de TIC en temas de astronomía escolar.

En los últimos años, el avance tecnológico y la política educativa implementada¹, hicieron que las computadoras personales cuenten con un lugar en muchas de nuestras escuelas. Hay quienes piensan que ese nuevo contexto generará cambios radicales, incluso se piensa que nos dirigimos hacia un nuevo paradigma de enseñanza. Otros, en cambio, opinan que esta nueva realidad debería convertirse en una excelente posibilidad para reflexionar sobre el lugar que debe ocupar la utilización de estas tecnologías en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Comprendemos que las TIC no pueden ser entendidas como mediadores entre los alumnos y el objeto de estudio. Resulta difícil aceptar que el hecho de que los alumnos aumenten su posibilidad de acceso a mayor cantidad de datos tenga una relación directa con su capacidad para transformar esos datos en información y, mucho menos, en aprendizajes significativos. Lo cierto es que, ante este escenario, los docentes nos encontramos frente al reto de encontrar el lugar que deben ocupar las TIC dentro de los modelos didácticos que sustentan las prácticas áulicas.

No cabe duda que a las TIC se les adjudicó un papel fundamental y provocaron un proceso - aparentemente irreversible - de socialización y culturización. Objetos y entidades de nuestro entorno como la televisión y los video, la telefonía celular y los contestadores automáticos, la Internet y los mensajes electrónicos, entre otros exponentes, ingresan de a poco en muchos de hogares cambiando hábitos de vida y, en particular, favoreciendo a que se obtenga información rápidamente y en tiempo real; ya no es inusual que sectores de alumnos reciban más información a través de las TIC que de sus escuelas.

No obstante, ese proceso aún parece estar afectando muy poco el trabajo en la mayoría de las aulas. Aunque hay quienes opinan que las TIC no son capaces de sustituir con éxito los procesos de enseñanza/aprendizaje más tradicionales: ¿realmente, debe ser así o las TIC pueden llegar a ser un complemento para el trabajo en el aula?

En esta clase trabajaremos sobre algunas herramientas que se hallan en Internet, con ejemplos implementados con alumnos de la Educación Primaria.

LOS USOS DE LA INTERNET

Esta red, mediante computadoras, telefonía convencional y móvil, supone que en cualquier momento y en cualquier lugar (en el hogar, el trabajo, en un “ciber”, etc.) es posible acceder a la información que se necesite, transmitir datos a quien sea y dónde sea, y comunicarnos e interactuar con cualquier persona, institución o entorno (ya sea real o virtual). Como si fuera poco, Internet supone también que todos pueden *producir y distribuir* conocimientos, generando así un nuevo entorno de interrelación social.

Todas esas posibilidades – al alcance de quien disponga de una computadora, un módem y cierto grado de conectividad – parecen en detrimento de la utilización de otros instrumentos. Hasta la aparición de Internet, instituciones y empresas como los diarios, la

¹ Especialmente las políticas de equipamiento informático de escuelas de nivel primario, a través de programas como el *Integral para la Igualdad Educativa* (PIIE) y la distribución de netbooks a estudiantes de nivel secundario, a través del Programa *Conectar-Igualdad*, implementados por el Ministerio de Educación de la Nación. Algunas provincias, por su parte, encararon la distribución de netbooks a alumnos de nivel primario.

telefonía convencional, el fax e incluso la televisión permitían satisfacer las necesidades de comunicación e información de las personas; en cambio hoy, la televisión, por ejemplo, ve reducida su audiencia porque muchos de sus espectadores dedican buena parte del tiempo libre a sus teléfonos celulares, videojuegos e Internet.

La mejora continua de las telecomunicaciones por cable de fibras ópticas y vía satélite, con el consiguiente aumento de la velocidad de transmisión, permite un incremento progresivo de Internet que se hace más audiovisual y ofrece servicios semejantes a los de la televisión más interactiva: vídeos "a la carta", noticias y comentarios de extrema actualidad, participación en debates y concursos "en directo", entornos de esparcimiento, lúdicos y educativos, entre otras posibilidades.

En breve, Internet seguirá evolucionando, y se prevé que conectará a todas las empresas y a todos los individuos (por ejemplo, mediante teléfonos móviles de alta conectividad). Se especula que ocupará entonces un lugar relevante en los hogares, como un electrodoméstico más, en un proceso semejante al del televisor y los equipos de audio en el siglo XX. Nuestra forma de vida sufrirá profundos cambios y, en opinión de muchos especialistas, habrá llegado para la educación un nuevo paradigma. Hay quienes entienden que este fenómeno será un hecho *revolucionario*, comparable a los que en otras épocas produjeron instrumentos y técnicas como el fuego, el hierro, la escritura, la máquina de vapor, la electricidad, etc.

Internet abrió las puertas de una época en la que podemos realizar "a distancia" muchísimas de las cosas que antes requerían de nuestra presencia y muestra la posibilidad de llevar adelante actividades hasta ahora impensables. No obstante, aunque la funcionalidad de la red – comunicación, entorno social global, etc. – puede contribuir poderosamente a la difusión cultural y a la democratización de la formación, también acarrea algunos riesgos: difusión de información errónea, violencia, racismo, engaño y toda una serie de delitos enmascarados por la virtualidad del medio.

LA ESCUELA Y LA INTERNET

Según el investigador Javier Echeverría (2001), Internet es el mejor exponente del emergente "tercer entorno" en el que se desarrolla la actividad social de las personas. Los tres entornos son:

- /// El entorno **natural**. Es el más cercano. Abarca desde nuestro cuerpo y la comunicación dentro de la comunidad, hasta el entorno natural próximo. La educación para este entorno se realizaba tradicionalmente en la familia.
- /// El entorno urbano. Con la aparición del "entorno artificial" de las ciudades se hace necesaria una institución – la escuela – que además de reforzar los conocimientos sobre el primer entorno proporcione la formación necesaria para interactuar en este segundo entorno (lectura y escritura, normas sociales, oficios, etc.). Otro agente educativo de gran importancia en este entorno es "la calle".
- /// El entorno virtual. Supone una ampliación de la realidad con nuevos espacios para la interacción social, los que cada vez cobran mayor relevancia. No es un espacio físico-espacial y presencial sino "electrónico y representacional", en el que convergen Internet, las tecnologías multimedia de los videojuegos, la realidad virtual, el teléfono, la televisión, etcétera. Tampoco es sincrónico y proximal (es decir, no requiere la coincidencia temporal

ni espacial) sino “multicrónico y distal” (esto es, depende de redes electrónicas cuyos nodos pueden estar en diversos países.)

Insistimos en que, además de ser un medio de información y comunicación, este entorno supone un nuevo espacio para la interacción social donde se pueden desarrollar todo tipo de actividades: entretenimiento, trabajo, comercio, arte, expresión de emociones y sentimientos.

Las personas deambulan libremente por estos espacios donde la naturaleza se convierte en “tele-naturaleza” (programas de TV y DVD sobre animales, geografía, etc.) y se presentan digitalizados museos e incluso ciudades, aprendiendo muchas cosas de manera informal y autodidacta (semejante a como décadas se aprendía “por el mundo” o “por las calles”).

Ese mundo intangible, de naturaleza "digital", es el que da cuerpo a un entorno social de escala planetaria donde es posible desarrollar muchas de las actividades propias del mundo real (informarnos, comunicarnos con la gente, estudiar, trabajar, hacer gestiones, etc.). Entre sus características destacamos:

- /// No parece existir preocupación alguna por las distancias.
- /// Se tiene al alcance de la mano, mucha de la información producida en el mundo (por lo menos una parte significativa).
- /// Es posible la comunicación con cualquier persona o entidad del mundo que tenga una mínima conectividad a la red global, ya sea en tiempo real o de modo diferido.
- /// Toda sensación y percepción está mediada por aparatos: pantallas, micrófonos, parlantes, cámaras, etc.
- /// Es factible ofrecer una "nueva imagen" a los demás.

Como se trata de un entorno social, al igual que en el mundo real, las personas deben ser responsables de sus acciones. Así, sus aparentemente *infinitas* posibilidades también generan nuevas problemáticas.²

Sin embargo, en sus clases, cada vez más docentes utilizan las TIC de algún modo, por ejemplo, llevando a la clase al *aula de computación* para buscar información sobre un determinado tema, o para ver ilustraciones, utilizándola como una “gran enciclopedia”. Está visto que este tipo de uso no aporta a la enseñanza mucho más de lo que otros medios lo hacían.

Sin embargo, pese a la invasión de las TIC en la sociedad, en muchos casos aún persiste una fuerte inercia en numerosas escuelas, al igual que ante cualquier cambio educativo o innovación didáctica.

Frente a la nueva generación de “nativos tecnológicos”, que recibe a edad cada vez más temprana la mediación de distintos dispositivos basados en la tecnología digital, la escuela permanece con una cultura del aprendizaje basada en la letra impresa. El problema no es menor, y algunos especialistas opinan que probablemente sea necesario un cambio

² Por ejemplo: padres a quienes les resulta difícil controlar qué hacen sus hijos en Internet, docentes que se encuentran con alumnos que han construido muchos conocimientos erróneos, o bien alumnos que en algunos tópicos en particular tienen mayor información que ellos.

generacional para conseguir un verdadero cambio *conceptual* en la forma en la que los docentes conciben el uso de las TIC en el aula.

No obstante, cabe preguntarse: ¿En qué medida las TIC deberían sustituir las tecnologías ordinarias/actuales en las aulas? Más aún: ¿deben sustituirlas? ¿Realmente las TIC son capaces de ayudar a mejorar los procesos de aprendizaje?

Suele atribuirse un gran potencial educativo a las TIC – en especial a Internet – pero su utilización en las aulas no siempre parece dar respuesta a las expectativas puestas en ellas. Si se pretende que las TIC sean eficaces, entonces aparece la exigencia de generar nuevas formas de trabajo tanto para el docente en su tarea de enseñar, como para los alumnos en su labor de aprendizaje. Así, las TIC fuerzan la creación de nuevos entornos educativos para interactuar con los conocimientos.

Un uso frecuente de Internet es la búsqueda de información; hay quienes afirman ya que en Internet se halla prácticamente todo saber sobre cualquier cosa. Sin embargo, Internet es un laberinto en el que no siempre es sencillo encontrar lo que se busca (especialmente con cierto límite de tiempo como lo exige la escuela), o distinguir entre la información relevante, la irrelevante o, directamente, la información falsa.

Manejarse con soltura en Internet requiere el desarrollo de destrezas y capacidades básicas, muy útiles también para moverse en la sociedad, que no siempre se enseñan en la escuela. Es preciso lograr que los alumnos se conviertan en “buscadores reflexivos”, capaces de desarrollar estrategias de búsqueda, de análisis, síntesis y comunicación de información. Estas tareas no son fáciles y requieren procesos de enseñanza mediante propuestas de actividades que faciliten que los alumnos puedan aprender y poner en juego esas destrezas.

En cuanto al papel de las TIC en el aprendizaje de las Ciencias Naturales resulta oportuno recuperar el siguiente fragmento de las investigadoras Sanmartí e Izquierdo (2006):

(...) Aprender ciencia implica aprender a mirar los fenómenos desde puntos de vista distintos a los cotidianos. Nosotros observamos día a día que, para que un objeto en movimiento continúe moviéndose, se le ha de aplicar alguna fuerza, y decimos que algunas personas o máquinas tienen fuerza. Pero en cambio la ciencia nos dice que hemos de ver fuerzas distintas y que, en realidad, en un movimiento en el que la velocidad no varía, la suma de las fuerzas que actúan es 0. Y que una fuerza no se tiene, sino que se ejerce, que no es algo material, sino una idea creada para poder explicar cambios. Es decir, aprender Ciencias Naturales implica aprender a mirar los fenómenos utilizando modelos distintos de los cotidianos y a hablar un nuevo lenguaje.

Este aprender a mirar y a hablar ciencia tiene lugar a través de la actividad científica escolar, de la misma forma que la ciencia se genera a través de una actividad científica realizada en grupos de trabajo específicos. Para que la actividad científica escolar sirva para aprender se necesita:

- /// Partir de los modelos que tienen los estudiantes y, en relación con ellos, promover la construcción de otros, más cercanos a los de la ciencia. Ello implica no tanto borrar ideas de la mente, como construir a partir de ellas, aprendiendo a diferenciar las formas de pensar y de hablar cotidianas de las científicas.*
- /// Plantear preguntas y promover observaciones y experimentos que tengan sentido para los que aprenden, que les sirvan para poner a prueba sus ideas y generar otras nuevas.*
- /// Posibilitar la expresión de las ideas, verbalmente y por escrito, y ponerlas a discusión, contrastando puntos de vista y evaluándolos.*

- /// Gestionar la actividad de forma que se promueva una auto-evaluación y una auto-regulación constante de las experiencias, de las percepciones, de las ideas, de las formas de razonar y de hablar.

Esta actividad necesita de la mediación de personas adultas que la vayan adecuando a las características de cada estudiante. Es un proceso interactivo, en el que es muy importante la capacidad del que enseña para adecuar su intervención a las necesidades de los que aprenden, que son muy diversas. De momento no existe una máquina que pueda hacer esta función.

(...)

En el momento en que la sociedad ha democratizado la enseñanza, es decir, la ha convertido en un derecho y una obligación para todos y no sólo para los que querían o podían tener acceso a ella, la institución escuela ha tenido que transformarse radicalmente. Pensar que estrategias válidas en otros contextos históricos y sociales también sirvan para responder a las demandas del momento presente demuestra muy poca comprensión de la realidad. Por ello, discursos centrados en la repetición de curso o la importancia de las notas, y contenidos curriculares que reproducen los de los años '50 nunca serán soluciones a los nuevos problemas. Se requiere mucha más imaginación y capacidad innovadora. Y es en relación a las variables indicadas, que las TICs pueden llegar a tener una función importante, al menos como hipótesis a demostrar, ya que los principales cambios en la actividad escolar previsible son:

- /// De trabajar en grupos-clase, a trabajar en pequeños grupos.
- /// De centrar las actividades en leer y recitar, a trabajar la aplicación.
- /// De conseguir motivar sólo a unos pocos estudiantes, a mejorar la motivación de todos.
- /// De atender sólo a los mejores estudiantes, a atenderlos a todos.
- /// De evaluar sólo mediante exámenes finales, a evaluar el progreso y el esfuerzo.
- /// De promover una estructura social competitiva, a promover una mayor cooperación.
- /// De unas clases donde todos los estudiantes hacen lo mismo, a otras donde hacen cosas diferentes.
- /// De unas clases donde prima el pensamiento verbal, a otras en las que se integre el pensamiento visual y verbal.

Por ejemplo:

- /// El uso de sensores en la experimentación puede reducir el tiempo necesario para recoger datos y para organizarlos y representarlos gráficamente. Con ello se puede dedicar mucho más tiempo a la discusión de los resultados encontrados y de las interpretaciones. (Pero se tendrá que enseñar a leer y construir gráficas, a utilizar los nuevos instrumentos, etc.)
- /// La simulación de experimentos posibilita jugar con variables, identificar causas y consecuencias lejanas en tanto en el espacio como en el tiempo. De nuevo, ello puede dar pie a dedicar mucho más tiempo a discutir las evidencias, a argumentar las conclusiones, etc... (Pero se tendrá que aprender a trabajar con variables, a argumentar, etc.)
- /// El Chat y las videoconferencias posibilitan que más estudiantes expresen sus ideas, planteen sus preguntas, cooperen en cambiar representaciones... El tiempo no se reduce al de la hora/clase, sino que se puede hacer desde el domicilio o en otros espacios (Pero se tendrá que aprender a formular preguntas relevantes, a seleccionar las más interesantes, a

expresar opiniones sintéticamente, a valorar la cooperación por encima de la competencia, etc.)

- /// La facilidad de acceso a nueva información (datos, opiniones diversas, distintos textos sobre un mismo tema, etc.) favorece tanto la selección de la más idónea en función de las propias necesidades y capacidades como el reconocimiento de distintas formas de expresar y/o explicar las mismas ideas (Pero se tendrán que seleccionar y enseñar los modelos teóricos básicos y potentes para entender la información, enseñar a encontrar y seleccionar la información relevante).*
- /// Los programas de autoevaluación facilitan la rapidez en la identificación de errores y, eventualmente, que algunos de ellos se auto-corrijan en el momento en que se producen (Pero se tendrá que promover el desarrollo de capacidades metacognitivas y autorreguladoras.)*
- /// La posibilidad de escribir textos y la facilidad de corregirlos y/o cambiarlos, promueve una mejor expresión y síntesis de las ideas y, por lo tanto, una mejora en las formas de pensar sobre ellas (Pero se tendrá que aprender los géneros textuales propios de la ciencia y los nuevos derivados del uso de las TIC.)*
- /// Los intercambios entre escuelas y con personas de todo el mundo pueden favorecer tanto el contraste de opiniones, encontrar ayudas, sugerencias, estímulos (...) como la autoexigencia en acabar bien los trabajos y expresar las ideas correctamente. No es lo mismo escribir para el docente o los compañeros y compañeras que "entienden de qué hablamos" que a personas menos conocidas o directamente desconocidas.*
- /// Con algunos programas se puede atender a distintas necesidades del alumnado; pueden ayudar en función de las dificultades que surgen, proponer ejercicios diversos, de niveles distintos, etcétera".*

LOS RECURSOS INFORMÁTICOS EN LA CLASE Y LA CAPACITACIÓN

Existen, en la literatura especializada, diversas clasificaciones de recursos informáticos que permiten diferenciar su funcionalidad en relación con los propósitos de enseñanza. A continuación describiremos una que puede resultar de utilidad:

Recursos de propósito general

Son aplicaciones que puede utilizar cualquier usuario de computadoras, entre las que se hallan *procesadores de texto* (por ej., Word), *bases de datos* (por ej., DBase o Acces), *hojas de cálculo* (por ej., Excel), presentaciones de diapositivas (por ej., Power Point), entornos de diseño gráfico (por ej., Paint), navegadores de Internet (por ej., Internet Explorer), gestores de correo electrónico (por ej., Outlook Express), entre otros. Respecto de estas aplicaciones, aunque no tienen necesariamente un carácter educativo, es conveniente que los docentes tengamos un conocimiento general, con el objeto de utilizarlas en diversas actividades de enseñanza.³

³ Ejemplos: con un procesador de textos el docente elabora apuntes y actividades de clase. Usar el Power Point permite presentar la clase con imágenes y/o videos intercalados con textos. Manejar un

Recursos mediante programas específicos

Por lo general, estos programas son diseñados para instruir y orientar al alumno sobre aspectos concretos de las diversas materias. Fundamentalmente se basan en la gran capacidad de las computadoras para almacenar, organizar y acceder a la información. También en las posibilidades que ofrecen las máquinas desde el punto de vista de la comunicación interactiva, el tratamiento de imágenes, la simulación de fenómenos y experimentos, la construcción de modelos, la resolución de problemas, el acceso a la información y el manejo de todo tipo de datos.

Esa área viene desarrollándose hace bastantes años y está sujeta a múltiples avances que se producen en el dominio de la informática. Los instrumentos reciben el nombre genérico de “programas instruccionales” aunque en realidad se pueden distinguir diferentes tipos de programas en función de sus características, sus objetivos didácticos y las teorías educativas en las que se fundamentan.

Entre los programas instruccionales que han alcanzado mayor popularidad se encuentran los programas de ejercitación, las enciclopedias multimedia, los programas llamados “tutoriales”, los simuladores y las herramientas de laboratorio asistidas por computadoras.

Recursos con programas de ejercitación y autoevaluación

Son programas de preguntas y respuestas al más puro estilo de la enseñanza programada tradicional, que se fundamenta en la psicología conductista. Tales programas presentan ejercicios o cuestiones que requieren una respuesta inmediata por parte del alumno y proporcionan un diagnóstico sobre la veracidad o falsedad de la respuesta. También pueden plantear problemas sencillos o ejercicios que requieren la utilización de leyes científicas y procedimientos de cálculo. Este tipo de programas corresponden a la primera etapa de la informática educativa y se han utilizado generalmente como instrumentos de repaso y autoevaluación de una lección determinada.

Recursos de tutoriales interactivos

Los programas tutoriales están diseñados con un enfoque educativo más general ya que se plantean ayudar al alumno a desarrollar un proceso individualizado de aprendizaje de los contenidos de un tema específico o de una materia, incluyendo conceptos y destrezas. Tales programas proporcionan información estructurada sobre el tema y también plantean actividades de aprendizaje, que pueden ser preguntas de tipo conceptual o ejercicios y problemas.

Se diferencian de los programas de ejecución y práctica por disponer de un módulo de contenidos educativos, parecido al que puede ofrecer un libro de texto, de modo que el alumno puede acceder a esa información teórica o conceptual a la hora de realizar las actividades de aprendizaje que se incluyen en el tutorial.

En muchos casos los tutoriales disponen de un *módulo de evaluación* al final de cada unidad, que proporciona información sobre el rendimiento global del trabajo realizado por el alumno con el programa.

navegador para buscar información en Internet y el uso del correo electrónico, para comunicarse permite acceder a un número muy grande de recursos.

Durante mucho tiempo los tutoriales se desarrollaron en el marco de modelos conductistas de enseñanza, ya que se utilizaron como instrumentos de transmisión y recepción de conocimientos, elaborados sin tener en cuenta la complejidad de los procesos cognitivos y la influencia de las concepciones personales de los alumnos en los procesos de aprendizaje.

Recursos de enciclopedias multimedia

Las enciclopedias interactivas son recursos formativos que se utilizan para consultas de todo tipo; se ofrecen normalmente en soporte CD o DVD y también en Internet. Están integradas por un sistema *hipertexto* que permite navegar fácilmente por los contenidos de la aplicación, y acceder con rapidez a la información sobre cualquier concepto.

Simulación de fenómenos y laboratorios virtuales

Como hemos dicho, entre los objetivos de la enseñanza de las Ciencias Naturales podemos citar aquellos que establecen relaciones entre los objetos, fenómenos del mundo natural y las teorías y modelos que permiten su interpretación. Para ello, las simulaciones realizadas en computadoras pueden favorecer el aprendizaje. Por un lado, porque pueden constituir un espacio de intermediación, que ayudan a facilitar la conexión entre la realidad y los modelos; por otra parte, resultan instrumentos que permiten manipular modelos científicos, que favorecen la adquisición de conocimientos. Podemos decir que las simulaciones por computadora pueden:

- /// Reproducir fenómenos naturales difícilmente observables de manera directa.
- /// Simular experiencias, que, por motivos de peligrosidad, de escala, de tiempo o de costo, no serían posibles.
- /// Evitar los cálculos complejos, facilitando así la atención sobre los aspectos conceptuales del problema.
- /// Ofrecer una gran cantidad de datos: permiten poner a prueba las ideas previas, facilitar la comprensión de modelos explicativos, modificar los distintos parámetros y condiciones, elegir y controlar variables así como permitir la elaboración de estrategias para la resolución de problemas.

Las simulaciones por computadora también permiten aprendizajes exploratorios. En ellos la información puede no ser ofrecida de un modo expositivo, sino de manera más abierta, permitiendo que los alumnos construyan su propio conocimiento.⁴

Dentro de estos programas, además de las simulaciones científicas de carácter general, también existen algunos tipos de aplicaciones educativas muy específicas como son la

⁴ En particular, la simulación ha permitido desarrollar muchas aplicaciones educativas interesantes para la enseñanza de la Ciencias Naturales, en particular en lo que se refiere al estudio de los procesos dinámicos, sistemas en movimiento, dibujo de trayectorias, descripción vectorial de los fenómenos físicos, descripción de campos de fuerza, formación de imágenes en óptica geométrica, etcétera.

modelización animada de fenómenos o procesos⁵ y las *experiencias simuladas* por computadora.

En este contexto, las actividades de investigación con simuladores didácticos son concebidas desde una doble perspectiva: sitúan a los alumnos en un mundo intermedio entre lo concreto y lo abstracto, que en la mayoría de los casos los ayuda a progresar en su desarrollo psicológico, de la fase concreta a la fase formal. Además, cuando los alumnos trabajan en actividades en las que se utilizan recursos informáticos, no sólo aprenden los contenidos disciplinares de las Ciencias Naturales, sino que también incorporan otras habilidades que sólo se aprenden *usando* computadoras (sobre su propio uso, búsqueda de información etc.).



Actividad recomendada

Comente brevemente cual o cuales de estos recursos utilizan habitualmente, en su opinión, los maestros en la escuela para sus clases. Describa cómo y para qué los utilizan. Reseñe cuáles, cómo y para qué los utilizan los alumnos.

Comente brevemente cuál o cuáles de estos recursos utiliza Ud. (o espera utilizar) en la capacitación docente. Enuncie cómo y para qué los utiliza.

HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA

Para mostrar de qué modo es posible que los maestros hagan uso de las herramientas informáticas en las clases de Ciencias Naturales describiremos el uso de simuladores respecto de un contenido para el cual resultan particularmente potentes: la astronomía. La imposibilidad de manipulación y de realización de observaciones nocturnas en la escuela amplía de modo inédito las posibilidades de la enseñanza de contenidos de astronomía en el ámbito escolar. Asimismo, mostraremos cómo la utilización de estas herramientas permite superar problemas en relación con la validez de los contenidos enseñados.

1) Tamaños del Sistema Solar

En todos los diseños curriculares de nuestro país, entre los contenidos de Ciencias Naturales, los netamente astronómicos se hallan en el eje *La Tierra, el universo y sus cambios*, en el que se destacan los temas vinculados al Sistema Solar.

⁵ Una animación o modelización animada consiste en la simulación de un proceso (físico, químico, biológico o tecnológico), sin incluir parámetros cuantitativos, que puedan ser introducidos o modificados por el usuario, de modo que el objetivo de este tipo de simulación consiste en mostrar desde un punto de vista gráfico o visual la evolución de un sistema, como puede ser el caso del crecimiento de una célula, el movimiento de los planetas, los cambios atómico-moleculares de una reacción química o el funcionamiento de una aplicación tecnológica.

En muchos casos, suelen darse someras descripciones acerca del Sol y los planetas y, en el mejor de los casos, la secuencia de enseñanza culmina con una *maqueta* realizada con pequeñas esferas engarzadas en alambres y colgadas del techo del aula; en esa actividad habitualmente no suelen respetarse las *dimensiones* reales de los astros, aunque hayan sido presentadas con anterioridad (otro tanto sucede con sus distancias mutuas y su distancia al Sol).

En definitiva, lo único que suele quedar *representado* en ese tipo de maquetas es la *ubicación relativa* de los planetas respecto del sol (“*primero Mercurio, luego Venus...* en una secuencia que recuerda más al aprendizaje del alfabeto, que a la realidad cósmica), más algunos rasgos que permiten su identificación (“*este es Saturno porque tiene anillos*”, “*este es La Tierra porque está con la Luna*”, etcétera).⁶

Culturalmente, los alumnos ya saben que los planetas tienen tamaños diferentes, incluso es común que reconozcan a Júpiter como el más grande del Sistema Solar, pero pocos se han apropiado de una idea clara de sus dimensiones relativas, ya sea de los planetas entre sí, como de ellos en relación al Sol.

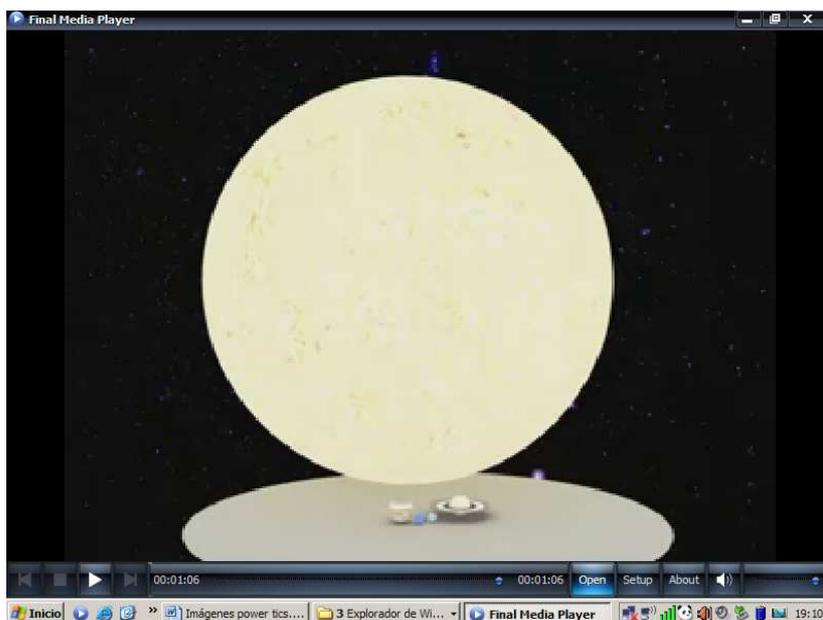
En otras palabras, la diferencia de tamaños entre los astros no es un contenido de sencillo aprendizaje. Por una parte, la observación directa no aporta pistas sobre las dimensiones reales de esos astros: el Sol y la Luna tienen el mismo tamaño aparente, y los planetas – todos ellos – se ven, a ojo desnudo, con la forma y tamaño similares a las estrellas (es decir, puntuales).

En este punto, usar un instrumento – pongamos por caso, un telescopio – además de improbable en la mayoría de las escuelas, tampoco aportaría mayores indicios, ya que las imágenes que éste genera no guardan relación con los tamaños reales de esos astros.

Por otra parte, presentar las dimensiones de los planetas en medidas de su *diámetro* (en miles y decenas de miles de kilómetros) no es suficiente para componer una representación acorde para alumnos de escolaridad primaria, quienes recién comienzan a construir la noción de escala de longitudes.

Para la enseñanza de esta temática, recomendamos entonces la utilización de *animaciones* como la denominada *Tamaños del Sistema Solar* donde se observa – en poco más de un minuto – una presentación *a escala* de los principales planetas del Sistema Solar (junto con la Luna y el Sol).

La visualización simultánea de diversos astros, favorece la comprensión de las



Captura de pantalla de la simulación *Tamaños del sistema solar*

⁶ *Demás está decir que aún no que incorporen (aunque sea simbólicamente) los nombres de miles de pequeños planetas que se distribuyen en todo el Sistema Solar, haciendo que la “numeración” convencional – 1º: Mercurio, 2º: Venus, 3º: Tierra, etc. – carezca de sentido.*

diferencias de tamaño entre ellos, ya que el espectador construye una representación análoga e, incluso, la asocia con otros datos de esos astros (como su nombre, distancia al Sol, etcétera). Esta situación, además, habilita luego al docente a realizar nuevos y diversos planteos de enseñanza (por ejemplo, indagar con sus alumnos una posible relación entre la masa de un planeta y su tamaño o bien, con su distancia al Sol).

2) Calendario Cósmico

Como la escala de dimensiones, otra construcción difícil para los alumnos de la escuela primaria son las *escalas de tiempo*.

Si bien en el aprendizaje de Historia, ejercitan la construcción de secuencias temporales que le den sentido de causa y efecto a los diversos acontecimientos sociales estudiados, no parece ser una arquitectura trasladable a las escalas *naturales*, en particular cuando se trata de tiempos geológicos y/o cósmicos.

Las nociones de *año*, *década* y hasta de *siglo*, son adquiridas por los alumnos de la escuela primaria con cierta facilidad, pero múltiplos más grandes como el *milenio*, o lapsos que directamente no forman parte del sentido común – ni están en el lenguaje cotidiano – como la *era* o el *eón*, pierden incluso su significado *escalar* y convierte la precisión temporal en un dato difuso que ni siquiera puede asociarse con un pasado remoto o un futuro posible.

Aquí también algunas animaciones permiten construir una representación de la escala temporal y resultan un auxiliar valioso para pensar que la duración de los acontecimientos naturales – geológicos o planetarios, y cósmicos – resulta mucho más extensa de lo imaginado. Entre ellas, sugerimos la denominada *Calendario Cósmico*, elaborada por Carl Sagan (1934-1996) en su libro “Los dragones del Edén” (1978) el que le valiera el prestigioso Premio Pulitzer.

Este particular calendario muestra una sucesión en la que la extensión temporal del universo se extrapola con la amplitud de un simple calendario **anual**, una medida temporal – el año – que, como dijimos, los alumnos de escuelas primarias manejan bastante bien; esto permite construir una analogía apropiada para aprehender la enorme duración del universo y la relativa breve existencia de la vida conocida.



En otras palabras, si en ese *año cósmico* el inicio del universo⁷ ocurrió exactamente en la medianoche del día 1º de enero y el momento presente corresponde a la medianoche del 31 de diciembre, entonces el Sistema Solar no aparece sino hasta el 9 de septiembre, la vida en la Tierra surge el 30 de ese mes, el primer dinosaurio aparece el 25 de diciembre y los primeros primates el día 30.

⁷ Por ejemplo, el fenómeno conocido como Big Bang.

Los hombres más primitivos⁸ no llegan hasta 10 minutos antes de la medianoche del último día del año, mientras que toda la historia de la humanidad ocupa sólo los últimos 21 segundos; vale resaltar que, en esta escala de tiempo, la edad media de un ser humano es de apenas 0,15 segundos.

Esta extraordinaria analogía con formato de calendario fue presentada también en un programa de la serie de televisión llamada “Cosmos” (1980) y luego reiterada en múltiples documentales y programas de Ciencias Naturales. En Internet, es posible hallar el calendario cósmico de Sagan, en una presentación que apenas dura cinco minutos y de maravillosa belleza visual, en www.youtube.com, un sitio que no pocos alumnos seguramente ya han frecuentado.

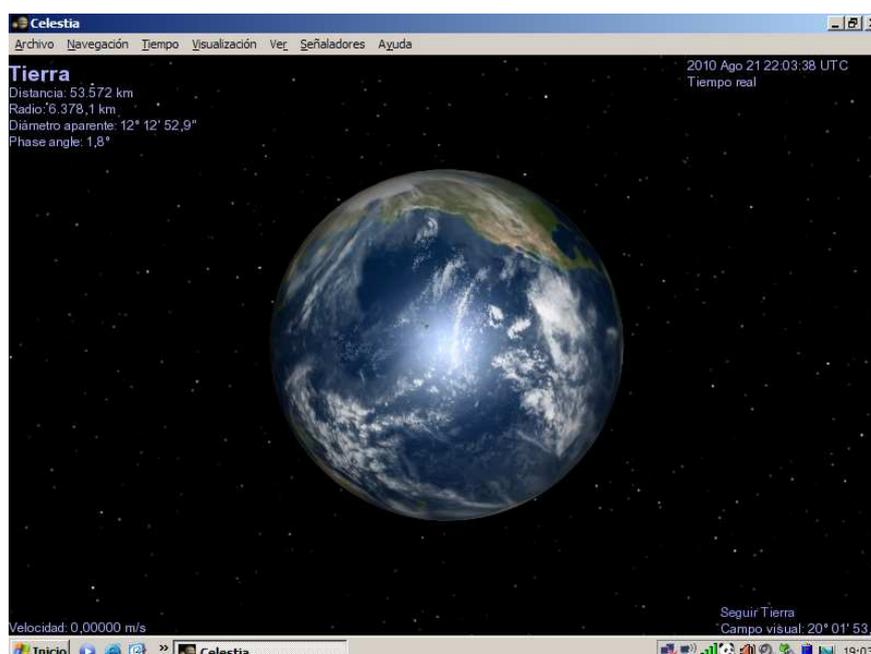
3) Celestia

El cielo nocturno es uno de los fenómenos naturales que no forman parte de la cotidianidad escolar. Su tratamiento, empero, es preciso para explicar una serie de sucesos que dan cuerpo a varios contenidos del eje curricular *La Tierra, el universo y sus cambios*, como por ejemplo, los *eclipses lunares*, que tanto maravillan las personas de todas las edades.

Son válidos y admirables los esfuerzos que muchos docentes hacen por ayudar a sus alumnos a *evocar* el cielo nocturno para el tratamiento de algún tema vinculado con él (por ejemplo: las fases de la Luna, el paso de una estrella fugaz, etcétera). Aquellos más afortunados, consiguen incluso que la clase pueda compartir un momento nocturno (en un día de campo, una salida que dura más de un día, etcétera) y entonces lo aprovechan – si las condiciones climáticas lo permiten – para desarrollar todos los puntos del currículo que puedan involucrarlo.

En la actualidad, hay otros recursos que permiten contar – en el aula – con una herramienta que materializa ciertos fenómenos naturales e incluso, permite manipularlas a gusto, modificando algunos parámetros para ampliar las posibilidades de representación.

Se trata de los programas de simulación. Estas herramientas posibilitan la creación de representaciones figurativas, dinámicas, que permiten la manipulación de objetos asociados a conceptos con alto grado de abstracción, mediante la modificación de parámetros



Captura de pantalla del simulador *Celestia*

⁸ Hablamos aquí de los Homo Sapiens.

variables.

De esta manera, los *simuladores* posibilitan estudios de casos que no serían posibles de experimentar en el aula, proporcionando a los alumnos múltiples oportunidades para comprender dichos fenómenos, como así también las leyes bajo las cuales se los interpreta. También permiten aislar y manipular parámetros y emplear una enorme variedad de representaciones.

Entre los simuladores que existen en la actualidad, escogimos uno, denominado “*Celestia*” vinculado con temas astronómicos y, en particular, con el cielo nocturno.

Celestia es un programa de simulación del espacio en tres dimensiones que, además, proporciona diversas imágenes de astros (por ejemplo: estrellas, planetas, satélites, galaxias), figuras ficticias (por ejemplo: planos de referencia, constelaciones, etc.) y, también, datos muy precisos sobre la posición de esos astros para un observador terrestre (cualquiera sea su ubicación en la Tierra). Se trata de un programa sofisticado pero de fácil manejo, que permite, entre otras posibilidades, las siguientes:

- /// Ajustar la escala temporal. Es decir, la época para la que se busca cierto fenómeno (la posición de un planeta, la aparición de una estrella, etc.) puede escogerse tan lejana en el tiempo como se quiera, tanto en el futuro como en el pasado.
- /// Modificar el sitio de observación. No sólo se puede ver un fenómeno en tiempos remotos o futuros, sino también tal como se vería desde diferentes sitios.
- /// Además de detectar la fecha de ocurrencia de eclipses solares y lunares, este programa permite mostrar el fenómeno tal como se vería en el cielo de un observador en la Tierra (si aún no ocurrió) o cómo se vio (si sucedió en el pasado). Como también puede cambiar la perspectiva de la observación, es posible mostrar cómo un mismo fenómeno (en este caso, un eclipse) tiene aspectos diferentes para distintos observadores, ubicados en lugares distantes uno del otro.
- /// Modificar el aspecto del cielo nocturno. El programa permite variar el número de estrellas visibles, cambiar el tamaño del campo visual, entre otras modificaciones en la apariencia celeste.
- /// Obtener abundante información de los astros, por ejemplo
 - *La denominación de galaxias, estrellas, planetas, satélites, asteroides y cometas.*
 - *Datos superficiales de algunos astros (cadenas montañosas, valles, cráteres, etcétera). Por ejemplo el alumno puede posicionarse en un cierto cuerpo celeste y cambiar tanto las distancias de observación como la época, de modo que puede materializar en la imagen, por ejemplo, “salidas y puestas” de diversos astros, permitiendo construir la noción de la universalidad de estos fenómenos.*
 - *Datos físicos de los principales planetas (por ejemplo, su radio, distancia al Sol, la duración de día, la temperatura media superficial, etcétera).*
 - *Datos físicos de muchas estrellas (por ejemplo, su distancia, diámetro real, luminosidad, clase espectral y temperatura).*
 - *Datos geográficos de la Tierra, los que permiten hallar un sitio utilizando coordenadas reales.*

Sin temor a exagerar, no hay fenómeno astronómico/observacional, que se halle incluido en los NAP⁹ de Ciencias Naturales (de cualquier año/grado) que no pueda *simularse*

⁹ Núcleo de Aprendizajes Prioritarios

con este programa; esta situación, hace del *Celestia* una herramienta interesante para trabajar en el aula, con un doble propósito: el aprendizaje de algunos conceptos vinculados con los astros y el uso de un programa de simulación (cambiando variables, modificando aspectos, anticipando imágenes, recreando ideas sobre un cierto fenómeno, forzando otros, etcétera).

En particular, en la escuela primaria resaltamos su uso para, entre otros, los siguientes contenidos curriculares:

- /// Visualización de los efectos de los movimientos terrestres básicos: *traslación* alrededor del Sol y *rotación* de la Tierra sobre sí misma. Además:
 - *Al poder acelerar el tiempo y ver el fenómeno en el futuro (como en el pasado), es posible que los alumnos observen cómo cambia la iluminación solar en las diferentes regiones del planeta y cómo la misma - en cierto sitio de la Tierra – depende de su giro intrínseco o de su posición entorno al Sol.*
 - *Como el programa permite modificar el campo de visión, es posible ver el fenómeno de rotación tal como lo aprecia un observador en la superficie terrestre y tal como el mismo fenómeno se aprecia desde el espacio (por ejemplo, para un observador ubicado en la Luna).*

- /// Con el *Celestia*, además, los alumnos pueden ubicar un observador en la escuela y simular el cielo que hay en el momento de la clase, lo cual permite:
 - *Apreciar como se vería el cielo si no estuviese el Sol: aparecerían las estrellas que no pueden verse por la intensidad de la luz solar, quizás algunos planetas, entre otros astros eventualmente visibles.*
 - *Si hay Luna, por supuesto, se la vería y en la misma fase que se aprecia en el cielo¹⁰. Con la ventaja que, además, el Celestia permitiría mostrar cómo está iluminada la Luna en el espacio para que, desde la escuela, se vea tal fase.*

- /// Trabajar las fases lunares, tal como se ven en el cielo y cómo se interpretan a la luz de los modelos científicos aceptados. La posibilidad de este simulador, de *acelerar* el paso del tiempo, le permite un acercamiento diferente al tema de las fases de la Luna ya que, dado que es posible simular una visualización que se “aleje” y/o se “acerque” a los astros, se puede observar las posiciones relativas de la Tierra y la Luna respecto del Sol a lo largo del tiempo, facilitando a los alumnos la correcta identificación de la causa del fenómeno¹¹. Esta posibilidad – dinámica – permite un acceso distinto al contenido de alcance mayor respecto del abordaje tradicional.

- /// Además de apreciar el fenómeno de un eclipse – solar o lunar, en cualquiera de sus tipos¹² – este simulador permite *representar* los astros involucrados¹³ tal como se hallan en el espacio y ver sus movimientos, posiciones relativas, distancia, con la ventaja además que es posible cambiar la perspectiva de visión, ya que el simulador conserva la escala de dimensiones y distancias.

¹⁰ La “Luna de día” sí es un fenómeno posible de observar desde la escuela (a veces en el turno mañana, otras en el turno tarde)

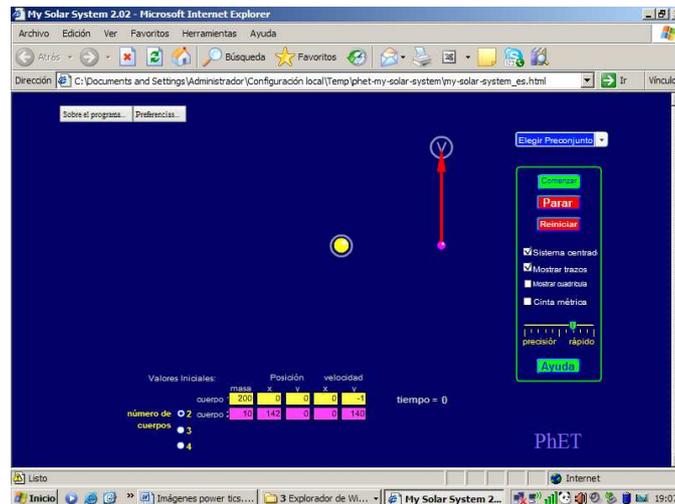
¹¹ Es común que muchas explicaciones acerca de las fases lunares los alumnos las construyan como resultado de fenómenos de ocultamiento (por ejemplo, con argumentos como: “la Tierra oculta parte de la Luna y por eso se no se la ve entera”)

¹² Parcial, total o anular.

¹³ Sol, Tierra, Luna.

Algunas precisiones para trabajar con este simuladro:

1. Trabajando con la opción de *captura de imágenes*, el docente y/o los alumnos están en condiciones de realizar breves *videos* acerca de temas más específicos (por ejemplo: los movimientos de los satélites de Júpiter, el sistema de Marte y sus dos satélites, la trayectoria de una sonda enviada desde la Tierra, etc.) que podrían ser utilizados incluso a modo de *evaluación*.



2. Vale resaltar que la *gran flexibilidad* de recursos que ofrecen las computadoras actuales hace posible que los docentes, con muy pocas herramientas informáticas (por ejemplo, un simulador como Celestia) puedan diseñar materiales educativos *adaptados* a las necesidades y/o preferencias de los alumnos, en un grado que nunca antes habían sido posible. Existen diferencias individuales en los estilos cognitivos de los estudiantes que interaccionan con las diferentes tareas de aprendizaje en el aula.¹⁴

4) Phet

Desde hace algunos años, en la Universidad de Colorado (Estados Unidos) viene desarrollándose el proyecto denominado *Physics Education Technology* (PhET) que tiene por objeto proporcionar una biblioteca de simulaciones *on line* o descargadas en las máquinas de los usuarios destinadas a la enseñanza y el aprendizaje de contenidos de Ciencias Naturales, en particular, con temas de Biología, Geología, Física y Química escolares. Las simulaciones de Phet, permiten:

- /// Enfatizar la representación de fenómenos físicos invisibles a simple vista a través de animaciones interactivas utilizando técnicas de programación multimedia como arrastrar y soltar, barras de desplazamiento y botones de sincronización.
- /// Ayudar a los alumnos a reconocer los fenómenos físicos de la vida real a través de su interpretación y representación científica. Para ello están disponibles simulaciones

¹⁴ Se denomina adaptativo a un entorno o sistema de aprendizaje que adapta al máximo tanto la presentación de la información como las estrategias de instrucción, a las necesidades del alumno individual.

interactivas que ilustran relaciones de causa/efecto, movimiento de objetos, lectura de medidores digitales, gráficos, etc.

- /// Promover el uso y funcionamiento de instrumentos de medida¹⁵, que puedan ser adaptados a las actividades realizadas en las prácticas de laboratorio de física, química biología.

En el sitio de Internet de Phet, los docentes pueden encontrar diversas simulaciones, la mayoría de las cuales puede utilizarse en las clases de Ciencias Naturales de la escuela primaria. De la gran variedad y diversidad de simuladores Phet, para seguir el tenor de los ejemplos mostrados en esta clase, escogimos el denominado *My Solar Sistem*".

Este simulador permite trabajar sólo con el aspecto cinemático de los cuerpos celestes, es decir, simula sus *movimientos*. El procedimiento básico de la aplicación es el siguiente:

- /// Pueden escogerse diferentes astros para poner en interacción: el Sol y un planeta, dos planetas, la Tierra y la Luna, el Sol y la Luna, la Tierra y un cometa, etcétera.
- /// Luego, es posible elegir las siguientes variables de los astros escogidos: su masa, posición y velocidad inicial.
- /// Eligiendo al Sol como uno de los astros y dado que siempre se observará su movimiento espacial (traslación solar) su vínculo con otros astros y los resultados cinemáticos que produce, se refuerza la idea de que todos los astros están en movimiento: una noción que en muy pocas oportunidades puede trabajarse con simuladores en otro tipo de soporte.

EL USO DE SIMULACIONES

Simuladores de estas características son auténticas *herramientas cognitivas*. Se pueden pensar también como *laboratorios virtuales* donde los alumnos logran realizar experiencias, cambiar objetos, manejar variables, como primera aproximación al contenido, o como actividad de profundización, de modo de poder contrastar sus hipótesis. El uso de la computadora según las orientaciones anteriores permite adaptar la experiencia a realizar a los objetivos de aprendizaje, en lugar de adaptar los objetivos de aprendizaje a las complejidades y limitaciones de la realidad tal y como suele ser frecuente.

En los ejemplos dados, los simuladores actúan como mediadores entre un modelo del mundo natural y el alumno. Éste desempeña un papel activo, controlando y buscando información en la red, utilizando la computadora para realizar sus propios *descubrimientos* dando respuesta al problema planteado.

Por otra parte, las simulaciones que trabajamos tratan de concretar las componentes más abstractas de los modelos científicos. Su construcción, a partir de un modelo científico, involucra una gran cantidad de operaciones de transposición, tanto en el plano lógico como en el plano semántico, como disminuir el grado de abstracción, reducir el número de variables, *analogar* el modelo a situaciones más conocidas por los alumnos, utilizar metáforas que lo expliquen.

No pensamos a las computadoras como un simple sustituto del docente. Este recurso debe concebirse como un instrumento más, sin que pueda ni deba considerarse como un recurso *remedial* que resuelva todos los problemas de aprendizaje. En diversos artículos de

¹⁵ Voltímetros, termómetros, reglas, etc.

investigación se han resumido algunos de los *mitos* que existen sobre el uso de los sistemas multimedia; entre los más extendidos los autores se destacan:

- /// El uso de los recursos multimedia aumenta la eficacia docente.
- /// Los multimedia por sí mismos motivan a los alumnos.
- /// Los multimedia facilitan siempre y en cualquier circunstancia el aprendizaje activo.

Ahora sabemos que la utilización de computadoras en el aula debe guiarse por los mismos principios que rigen el uso de otros recursos; si bien la integración de este instrumento en la enseñanza de las Ciencias Naturales permite formular nuevos objetivos de aprendizaje y dotar de nuevos contenidos a esta tarea. Pero las TIC no son en ellas mismas garantía de aprendizajes significativos. Todas estas estrategias se pueden aplicar en metodologías (de enseñanza) mecanicistas y reproductoras. Integrarlas a procesos que promuevan una actividad científica escolar como la indicada anteriormente, es algo más complejo. La presencia del docente continuará siendo, seguramente, la pieza clave de la actividad de aprender. No obstante, su actividad pasará de estar muy centrada en transmitir información, a la de promover el diálogo, el contraste entre las ideas, la experimentación y la regulación de las formas de mirar y de pensar.



Actividad obligatoria (resolución grupal o individual)

1.

Seleccione un recurso TIC para trabajar en un aula de primaria acerca de algún tema del diseño curricular o de los NAP. Analice el recurso en función de los siguiente criterios:

- Pertinencia,
- Claridad conceptual y adecuación al nivel,
- Validez: ¿Se observan errores? De tenerlos: ¿Se lo puede utilizar de todos modos? ¿Cómo?

2.

A. El trabajo con el recurso: ¿Es superior de la misma actividad sin el recurso? ¿Por qué? ¿Contribuye el recurso TIC a mejorar la idea sobre el modelo en estudio? ¿Surgen nuevas preguntas a partir del uso de estos recursos? ¿Cuáles? Resuma sus argumentos.

B. Proponga una actividad basada en éste u otro recurso a ser trabajada en el aula de capacitación, de modo que los destinatarios logren identificar los objetivos y contenidos del diseño curricular relacionados con el recurso. Comentar brevemente con qué otras actividades se completaría la secuencia.

BIBLIOGRAFÍA

ADÚRIZ- BRAVO Y MORALES (2002) “El concepto de modelo en la enseñanza de la Física”, en: SANTOS G, STIPCICH S. (Comps). (2010) *Tecnología Educativa y conceptualización en Física* UNCPBA. Tandil .

BOHIGAS X. NOVELL M. (2006). “Simular o no simular, para aprender Ciencias Naturales. Cómo, cuándo, dónde utilizar «applets» como ayuda al aprendizaje de las Ciencias Naturales”, en *Alambique Didáctica de las Ciencias Naturales Experimentales* N° 50 (pp. 31-38).

CAMPANARIO J. *La enseñanza de las Ciencias Naturales en preguntas y respuestas, disponible en <http://www2.uah.es/jmc/webens/INDEX.html>* (Cap. 5).

CAMPANARIO, J.M. y MOYA, A. (1999). “¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas”, en *Revista de Enseñanza de las Ciencias* N°17. (pp. 179-192).

CAÑAL, P. (2000). "El conocimiento profesional sobre las Ciencias Naturales y la alfabetización científica en primaria", en *Alambique Didáctica de las Ciencias Naturales Experimentales* N°24. (pp. 46-56).

CAÑIZARES MILLÁN y M. ANTONIO DE PRO BUENO (2006). "El uso de simulaciones en la enseñanza de la física", en *Alambique Didáctica de las Ciencias Naturales Experimentales* N° 50 (pp. 66-75).

DISEÑO CURRICULAR PARA LA EDUCACIÓN PRIMARIA (2007). Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires.

DRIVER R. Y OTROS (1985). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Morata, Madrid.

DUSSEL, I. QUEVEDO, L. A. (2010). *VI Foro Latinoamericano de Educación; Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital*, Ed. Santillana, Buenos Aires.

HARLEN W. (1994). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Morata, Madrid. (Cap.2-4).

HINOJOSA J. SANMARTÍ N. (2011). "Resolver problemas colaborativamente de forma virtual", en *Alambique Didáctica de las Ciencias Naturales Experimentales* N° 67. (pp. 103- 108).

LANCIANO, N. (1992). "Mirando al cielo. Obstáculos conceptuales ante el espacio", en *UNO Revista de Didáctica de las Matemáticas* N° 6 (pp. 85-93).

LES CAHIERS CLAIRAUT (2000). *Revista especializada en didáctica de la Astronomía*, CLEA (Comité de Liaison Enseignants et Astronomes), Saint Cloud, France.

MARÍN MARTÍNEZ, N. (2003). "Conocimientos que interaccionan en la enseñanza de las ciencias, en *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, Vol. 21 N° 1. (pp. 65 a 78).

MELLADO, V. (2001). "¿Por que a los profesores de Ciencias Naturales nos cuesta tanto cambiar nuestras concepciones y modelos didácticos?", en *Alambique Didáctica de las Ciencias Naturales Experimentales* N° 40. (pp. 17-30).

NUÑEZ, C. (1997). *Notas Celestes*. Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires.

PERE MARQUÈS G. (1998a). "Los espacios web multimedia". (Última revisión: 3/08/10), disponible en <http://dewey.uab.es/pmarques/tipoweb.htm>. Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación, UAB

PERE MARQUÈS G. (1998b) "Usos educativos de Internet (el tercer mundo)". (Última revisión: 3/08/10), disponible en <http://dewey.uab.es/pmarques/usuariosred2.htm>. Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación, UAB

PONTES PEDRAJAS A. (2005). "Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos", en *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Vol. 2, N° 1. (pp. 2-18).

POZO, J. I. y GÓMEZ CRESPO, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.

SANMARTÍ, N. e IZQUIERDO. M. (2001). "Cambio y conservación en la enseñanza de las ciencias ante las TIC, en *Alambique Didáctica de las Ciencias Naturales Experimentales* N° 29.

SANTOS G, STIPCICH S. (Comps) (2010). *Tecnología Educativa y conceptualización en Física*. UNCPBA. (Caps. 1 a 3)

SIERRA Y OTROS (2007). "Aprendiendo física en bachillerato con simuladores informáticos", en *Alambique Didáctica de las Ciencias Naturales Experimentales* N° 51 (pp. 89-97).

TIGNANELLI, H. (1993). "Sobre la enseñanza de la astronomía", en WEISMANN, H. (Comp.) *Didáctica de las Ciencias Naturales*. Paidós, Buenos Aires.

TIGNANELLI, H. (1997). "Educación astronómica básica", en *Educación en Ciencias Naturales* UNSAM, Buenos Aires.