



Diseño de ambientes virtuales de aprendizaje de la química bajo una perspectiva sociocultural

Marcelo Giordan
Universidad de São Paulo (Brasil)

A continuación se presenta algunas reflexiones sobre las posibilidades y las limitaciones que las tecnologías digitales de la información y la comunicación pueden llegar a ejercer en la enseñanza de las ciencias, en particular sobre la enseñanza de la química. Se sugieren dos ejes de análisis, uno relacionado con las formas de organización del trabajo y el otro con las formas de representación, para discutir algunos de los principios del funcionamiento de los Ambientes Virtuales de Aprendizaje. Como complemento a estos ejes, se adoptan las categorías axiológica, estética, cognitiva y social para discutir sus orientaciones con vistas a identificar la determinación de las tecnologías digitales en el quehacer escolar.

Designing virtual learning environments for chemistry under a sociocultural perspective

This article presents some thoughts on the possibilities and limitations offering by digital information and communication technologies for science teaching, especially chemistry teaching. We offer two approaches for analysis: one linked to the ways of organising work, and the other related to ways of representation in order to discuss some of the principles of how virtual learning environments work. In parallel, we adopt axiological, aesthetic, cognitive and social categories to explore their orientations to identify the determination of digital technologies in school work.

Palabras clave: ambiente virtual de aprendizaje, comunicación humana, representación humana, enseñanza de la química, Internet.

Keywords: virtual learning environment, human communication, human representation, chemistry teaching, Internet.

El inicio de la revolución en la comunicación y en la información, también llamada tercera revolución industrial, se dio con la reacción de Estados Unidos al lanzamiento del primer satélite artificial humano al espacio, el Sputnik. En la docencia de las ciencias, la carrera espacial se reconoce como un marco importante para la reestructuración de los programas oficiales de enseñanza y en la propia investigación del área. Por distintas razones, es igualmente importante la creación del Programa ARPANet, precursor de Internet, tal como lo conocemos hoy. En su con-

cepción, ARPANet tuvo entre sus líderes, al visionario Joseph Licklider, el primero que sugirió compartir datos y procesamiento entre ordenadores como una solución para, por ejemplo,

En la docencia de las ciencias, la carrera espacial se reconoce como un marco importante para la reestructuración de los programas oficiales de enseñanza y en la propia investigación del área

superar el aislamiento de los ordenadores en una ciudad bajo un bombardeo. Esta fue la idea seminal que dio origen a la Red Mundial de Ordenadores, basada en un protocolo de comunicación que comparte paquetes y permite la conexión de ordenadores y personas en relación casi simétrica de envío y recepción de información. Simplificando, podemos describir el intercambio intermitente de paquetes de datos entre ordenadores como el principio de funcionamiento de la red, es decir, se tiene una interacción más simétrica entre ordenadores en red, ya que el intercambio de paquetes se produce en todas direcciones, sin jerarquía determinada previamente, a menos que se quiera.

Pasados prácticamente 50 años desde el inicio del proyecto ARPANet, el principio de compartir datos se ha establecido de forma irreversible en Internet y es el responsable del hecho de poder comunicarnos «de muchos a muchos» por medio de una gran cantidad de aplicaciones, interfaces o herramientas. Las redes sociales, que marcan el surgimiento de la Web 2.0, tuvieron su origen en ese principio de comunicación simétrica por medio del cual se puede tener acceso a todo lo que está disponible, al tiempo que se puede publicar todo lo que se desee. No cabe duda de que las personas que construyeron y construyen Internet han sabido aprovechar lo que la red tiene de participativo y democrático en los protocolos de comunicación, pero si así lo hacen es por el deseo de colaborar, trabajar juntos en torno a propósitos comunes y compartir las mismas herramientas de comunicación. La colaboración es la génesis de Internet, porque la humanidad ha sabido transformar un proyecto militar en una red social de comunicación.

La colaboración es la génesis de Internet, porque la humanidad ha sabido transformar un proyecto militar en una red social de comunicación

Además de revolucionar las formas de comunicación, las tecnologías digitales han transformado las maneras de representar. El procesamiento digital de la información permite recopilar y organizar datos sobre fenómenos de tal modo que sus formas de representación, como una fotografía por ejemplo, sea alterada con cierta facilidad. De la misma forma que en la fotografía, otras formas de representación, como el propio texto escrito, han sufrido transformaciones con la llegada de Internet. La más popular es el hipertexto. Un poco más distante del público, las simulaciones representadas por medio de palabras, números o imágenes son accesibles como nunca antes lo han estado. Hoy, es posible proyectar el cielo de diferentes regiones del planeta e incluso el espacio, por medio de *softwares* de simulación, alterar el horario y la fecha de la proyección, así como escoger las «gafas» de la cultura humana que dibujan las constelaciones. También es posible acceder a un telescopio a miles de kilómetros para visualizar un lugar lejano de la galaxia. Las maneras de combinar las formas de representar el mundo han ganado impulso debido, en parte, tanto a las tecnologías digitales, como al hecho de que se hayan hecho más populares y por tanto accesibles a las personas.

Ciertamente, esta revolución en las formas de comunicación y representación ha tenido consecuencias directas en la educación escolar. El impacto en las aulas ha sido más evidente a partir del surgimiento de los primeros navegadores web, que rápidamente se incorporaron a los sistemas operacionales de los ordenadores personales, lo que tuvo lugar a mediados de 1990. Desde entonces hasta ahora, muchas iniciativas de escuelas (Giordan, 2008),

países (Mcgarr, 2009; Ru-De, 2010) y grupos de países (Ottestad, 2010; Luu and Freeman, 2011; Howie, 2010) han procurado introducir Internet en las aulas. Hay consenso en que la formación de profesores es una etapa decisiva y preliminar para el éxito de estas iniciativas, pues buena parte de los profesores activos no han tenido asignaturas ni prácticas de trabajo en su formación inicial que los lleven a incluir Internet en su planificación de la enseñanza. En ese sentido, diversos grupos de investigación (Lacerda-Santos e Andrade 2010; Passarelli e Azevedo 2010) se han movilizado para investigar cómo los profesores usan o les gustaría usar Internet en sus clases. Otros grupos han ido desarrollando soluciones para la enseñanza de las ciencias, ya sea creando aplicativos específicos (Eichler e Del Pino, 2006), o incluso estructurando aquello que se conoce como Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) (Giordan e Gois 2009).

Habiendo hecho estas consideraciones, preliminares, presento algunas reflexiones sobre las delimitaciones que las tecnologías digitales de información y comunicación, llamadas de ahora en adelante TIC, pueden llegar a ejercer en la enseñanza de las ciencias, en particular en la enseñanza de la química. Mi intención es poner en

evidencia los aspectos comunicativos e informativos, indicando cómo las formas de organización del trabajo o las formas de representación pueden ser alteradas por las TIC. Adopto estos dos ejes, basándome en Vigotski (1991; 1993) porque constituyen los principios

de la condición humana, es decir, el trabajo y los medios semióticos son los vectores de génesis de la especie y son, por lo tanto, las unidades de intervención y transformación del ser humano en el mundo. A partir de estos ejes voy a establecer lo que algunos llamarían requisitos, otros funcionalidades, y muchos otros términos, para describir los ambientes virtuales de aprendizaje, donde supuestamente se puede organizar la enseñanza y mediar en el aprendizaje.

■ El eje de la comunicación

Como hemos visto más arriba, el hecho de compartir datos y procesamiento entre ordenadores ha creado la necesidad de que no sólo los ordenadores, sino las personas, se comuniquen. Las primeras herramientas de comunicación eran muy elementales, como la compartición de textos en los Bulletin Board System (BBS). El correo electrónico supuso una gran revolución en su época a principios de los años 1970. No importa la herramienta o interfaz que se use para cada una de ellas, el principio elemental es exactamente compartir la información desde las formas más simplificadas, como el archivo, a las más complejas, como una animación. Así pues, esta será una condición general. Hay otro aspecto que no se puede dejar de lado, el sincronismo de la interacción. En Internet, es posible establecer interacciones síncronas y asíncronas, es decir, cuando se establece a la vez entre los interlocutores o en tiempos distintos para cada uno de ellos. Esta es nuestra segunda condición general.

Vamos a pensar ahora en un «espacio-tiempo» para organizar la enseñanza y mediar en el aprendizaje, lo que podemos definir como Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) en Internet. La diversidad de herramientas de comunicación amplía las posibilidades de enseñanza y aprendizaje, sobre todo porque hay más formas de interactuar en diferentes medios

La diversidad de herramientas de comunicación amplía las posibilidades de enseñanza y aprendizaje, sobre todo porque hay más formas de interactuar en diferentes medios y en diferentes tiempos

y en diferentes tiempos. Así pues, necesitamos ser selectivos si queremos alcanzar propósitos previamente consensuados con los alumnos en el «proyecto pedagógico». De todas formas, debemos identificar cuáles son los requisitos deseables de un AVA respecto a las modalidades de interacción. Las interacciones pueden darse con textos de la propia red, aunque los hayan colgado otros. Hay interacciones didácticas, que implican a dos personas, ya sean profesores o alumnos. El hecho de que la red permita compartir datos de manera prácticamente universal, lleva las posibilidades de interacción al límite de «muchos a muchos». Así pues, el hecho de colgar un archivo es una interacción, así como el intercambio de mensajes electrónicos entre amigos y escribir en un foro de noticias. Hay muchas modalidades de interacción.

Ante la variación de un fenómeno creador de innumerables funciones mentales superiores, es prudente y beneficioso establecer algunos ejes de «calibrado» de las funcionalidades o del AVA como uno todo. Podemos aprovechar, por ejemplo, la característica multimodal de Internet para valorar prácticas de comunicación que sirvan a un verdadero «proyecto político pedagógico». No hay duda de que Internet dispone de herramientas de comunicación axiológica, estética, cognitiva y socialmente más sofisticadas que cualquier otro medio de aprendizaje, simultáneamente al menos. Pueden y deben contemplarse aspectos relacionados con la definición de requisitos de un AVA, considerándose qué valores, reglas y propósitos deben priorizarse, así como la combinación de formas, texturas, colores, de modo que se priorice la fruición de los alumnos

Las herramientas de comunicación de un AVA deben cumplir funciones de mediación en los cuatro atributos de la comunicación, es decir: deben considerar las variantes axiológica, estética, cognitiva y social

en las actividades que se realizan en él. Además de los requisitos de valor y fruición, se debe determinar qué funciones cognitivas, como la atención, la selección, la comparación, y también sociales, como la interacción, la adaptación y la apropiación, se priorizarán en el desarrollo de esos ambientes. En ese sentido, las herramientas de comunicación de un AVA deben cumplir funciones de mediación en los cuatro atributos de la comunicación, es decir, deben considerar las variantes axiológica, estética, cognitiva y social, para equilibrarlas o dirigir las hacia un consenso previamente establecido en el proyecto.

Vamos a los ejemplos. Los envíos/accesos de textos, del tipo de interacción uno y objeto, deben variar de acuerdo con el estado de desarrollo del individuo en el mundo de la química. Saber hablar en términos de moléculas es una práctica avanzada y exigirá que se cuelguen diferentes respuestas escritas o de múltiple elección. A veces, es necesario intercambiar cosas más simples, otras más sofisticadas. Lo importante es permitir tanto el envío, como la recepción de archivos, desde las formas más simples de interacción. Así pues, se pueden utilizar formas diferentes para colgar y acceder a la información, mediante un simple clic con el ratón o rellenando información en una base de datos.

Muchas veces queremos saber más sobre los usuarios de una aplicación y para eso es necesario crear una interfaz de recopilación de datos. Así pues, la interacción con el texto puede tener diferentes modalidades, aunque es necesario garantizar el compromiso con las cuatro variantes. La selección de una entre cinco opciones supone una forma más correcta, o una elección,

selección, y por lo tanto, esa acción comporta una naturaleza axiológica. Hay momentos en que se quiere saber cuál es el grado de adhesión del sujeto a una idea y, para eso, la selección de una alternativa puede ser útil. Como también puede ser importante colgar un hipertexto, como en la imagen 1, cuya complejidad sea a veces indeseable para estructurar una idea. Pero, sin duda, es social, cognitiva y estéticamente más exigente que la selección de una alternativa.

Siguiendo en la dirección de hacer más complejas las modalidades de comunicación, evaluemos las llamadas *interacciones uno a uno*. Podemos suponer diversos contextos que dependen tanto de las herramientas como de la intención de los individuos participantes. El grado de sincronismo también interfiere en la interacción y es una variante fuerte. La video-clase de un profesor es un ejemplo de comunicación uno a uno, cuando este recibe por vídeo, voz o texto, los comentarios o dudas de los alumnos y se las responde. En este caso, la interacción es asíncrona y tiene un fuerte componente de autoridad.

No obstante, la inversión del inicio de la interacción puede ser igualmente posible y causar subversión en el carácter de autoridad. Los estudiantes son cada vez más capaces de producir o seleccionar un evento grabado en video y

Es preciso considerar que en interacciones uno a uno se puede mantener la tensión entre la autoridad del profesor y la subversión del alumno para propiciar un ambiente de negociación fecundo y creativo



Imagen 1. Herramienta de edición de hipertexto en un AVA (véase el texto traducido al castellano en la nota 1). Fuente: EEC-FEUSP-Redefor

dirigir una pregunta que oriente la conducción de una clase, basta con que se les incentive a hacerlo. Por eso, es preciso considerar que en interacciones uno a uno se puede mantener la tensión entre la autoridad del profesor y la subversión del alumno para propiciar un ambiente de negociación fecundo y creativo. Herramientas que estructuren el diálogo en forma de preguntas y respuestas, como en la imagen 2, son útiles para diversas actividades. El hecho de preguntar, siendo computada la pregunta, puede ser un buen indicativo del grado de participación autorizado del profesor y del alumno, y ser a la vez un criterio importante para evaluar las variantes axiológica y social.

No hay duda de que cada vez habrá modalidades de comunicación más simétricas en Internet. Este es un camino sin retorno. Sin embargo, esa diferenciación no atenúa la importancia ni la supervivencia de modalidades asimétricas. Es con este propósito con el que interesa

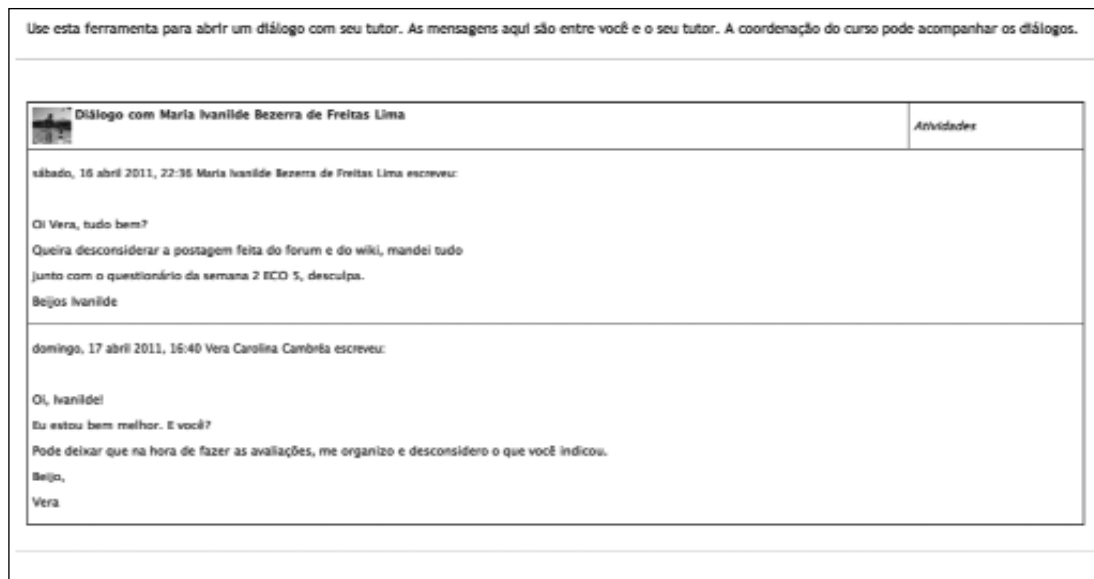


Imagen 2. Herramienta de diálogo en un AVA (véase el texto traducido al castellano en la nota 2).

Fuente: EEC-FEUSP-Redefor

considerar las interacciones de uno a muchos. En el diseño de los AVA es necesario disponer de herramientas y estructurar actividades de comunicación que valoren la producción colaborativa, como los foros, según indica la imagen 3. Esa es la forma de transformar la relación de poder construida histórica y socialmente.

Independientemente de la modalidad hay que considerar que la colaboración es una forma de actuar que debe priorizarse. Los distintos posicionamientos de profesor y alumnos en la conducción de la interacción deben ser el resultado de un proyecto que valore la colaboración. Muchos AVA se construyen con herramientas y actividades que valoran la colaboración, esta es una tendencia universal. Sin embargo, el grado de simetría de las interacciones no siempre se tiene en

Independientemente de la modalidad hay que considerar que la colaboración es una forma de actuar que debe priorizarse

cuenta cuando se proyecta un AVA. Por esa y otras razones, es preciso considerar la primera condición general de contorno y disponer tanto de herramientas de envío, como de recepción de textos entre profesor y alumnos que reduzcan la asimetría de la interacción, sin perjuicio de un proyecto colaborativo.

En lo que hemos insistido desde el principio, la disponibilidad de la información entre ordenadores, vuelve a definir las formas «autorizadas» de *interacción de muchos a muchos*. Si hemos considerado la colaboración como elemento para hacer más compleja la categoría anterior, esta vez cabe destacar el problema como una variable del requisito para diseñar un AVA. Reconocemos en el problema una unidad clave para la comprensión e intervención en la



Imagen 3. Herramienta Forum en un AVA (véase el texto traducido al castellano en la nota 3)

Fuente: EEC-FEUSP-Redefor

ciencia. Dada su posición seminal, debemos considerar que cualquier AVA debe tener herramientas dedicadas a proponer y resolver problemas. ¿Cuántos problemas podrían estudiar grupos de personas colaborativamente organizadas?

Debemos considerar que cualquier AVA debe tener herramientas dedicadas a proponer y resolver problemas

El problema en la ciencia expresa de manera intensa los caracteres axiológico, estético, cognitivo y social de la actividad que lo organiza. Seguramente, deben volverse a reescribir buenos AVA y ofrecer recursos de explotación, presentación y recepción de información que organicen actividades problematizadoras, al menos para formar parte de un proyecto que conduzca a la

comprensión de un problema social, cognitiva, estética y axiológicamente relevante para los alumnos, aunque supuestamente también para la ciencia escolar. ¿Cuáles serían entonces las formas privilegiadas de colaboración posibles en Internet?

El carácter interactivo de las tecnologías digitales tiende a influir directamente en la dinámica de la clase. Si admitiéramos esta premisa, tiene sentido que consideremos la posibilidad de las formas colaborativas de resolución de problemas como una estrategia clásica de que enseñar y aprender ciencias se «reinventen» en los AVA, pues estas pueden explorar lo que se potencia más en las modalidades de interacción, es decir, el hecho de



Imagen 4. Página inicial de una secuencia didáctica problemática en un AVA (véase el texto traducido al castellano en la nota 4)
Fuente: LAPEQ-AVASol

compartir información y el trabajo entre personas. Un ejemplo de problemática que se produce en un AVA se presenta en la imagen 4. En este caso, alumnos organizados en grupos de dos siguen una secuencia didáctica (Posso, 2010) por medio de un estudio dirigido que articula diversas actividades de enseñanza sobre la solubilidad, teniendo como clave problematizadora el envenenamiento con sulfato de bario, ocurrido en el Brasil, por ingestión de un medicamento contaminado.

Una forma de organización posible para que se desarrollen proyectos de formación en todos los niveles de enseñanza son las comunidades. Buena parte del esfuerzo invertido en esta agrupación de personas da como resultado modalidades de comunicación y división del trabajo que exigen una gran dedicación por parte del profesor. La diversidad de las modalidades de comuni-

cación y de la división del trabajo acarrea un aumento de dedicación del profesor a las actividades de enseñanza síncrona y asíncrona en los AVA, lo que compete con su jornada de trabajo en la escuela. Este es un corolario directo de la organización en comunidad para la resolución de problemas, sea cual sea el aumento de la carga de trabajo del profesor. Así, es necesario reflejar qué tipo de escuela queremos cuando estamos dispuestos a defender o refutar ciertas formas de uso de las tecnologías digitales. Si hay que considerar, por ejemplo, las llamadas redes sociales –tipo de comunidad de

Internet– como forma posible de organización de la docencia, también tenemos que saber cuál es el papel y la implicación del profesor en esas prácticas. Como aquí no buscamos respuestas a estas preguntas, vamos a considerar ahora el eje de la representación de las tecnologías digitales.

■ El eje de la representación

No hay duda de que la popularización de las tecnologías digitales tiene efectos sobre el acto de representar. En la medida en que cada persona es una fuente potencial de representación para todos, es natural que surjan muchas innovaciones creativas. Este es un argumento posible para comprender por qué vivimos en una época de presión positiva de la creatividad, algo que no ocurrió, con el mismo grado de innovación, con

La diversidad de las modalidades de comunicación y de la división del trabajo acarrea un aumento de dedicación del profesor a las actividades de enseñanza síncrona y asíncrona en los AVA

la llegada de la prensa, por el simple hecho de que en aquella época no todo el mundo se apropiaba de los medios de representación.

Representar a través de signos es una actividad típicamente humana y en estos residen vertientes más o menos explícitas que nos vinculan a la división del trabajo y a la organización de las comunidades. Saber que muchas personas tienen acceso a los medios de producción y reproducción de ideas o representaciones de la realidad impacta, a buen seguro, en muchos campos de estudio. Es sobre la diversidad de las formas humanas de registrar sus acciones sobre lo que trataremos en este apartado. Ciertamente, es importante considerar algunas unidades para analizar las posibilidades de representar con tecnologías digitales y, en este caso, el lenguaje que por su dimensión axiológica, estética, cognitiva y social, instaura una discusión seguramente compleja.

Vamos a considerar la siguiente pregunta, ¿qué ha cambiado en las formas de representar con las tecnologías digitales? En primer lugar, por tener capacidad de procesamiento y almacenamiento avanzadas, es posible registrar y alterar imagen y sonido. Por tanto, es posible filmar con más facilidad. A pesar de la capacidad de procesamiento o almacenamiento, el principio de conexión de las partes, preservado en el hipertexto, ha innovado fuertemente en las formas de representación simbólica. Combinados links y vídeos, se amplían inusitadamente formas y géneros de representación. El impacto sobre la escuela es

grande, ya que se tiene la posibilidad de trabajar con formas de representación sofisticadas en términos de producción. La utilización de la imagen junto al texto, una cuestión antigua en la producción del conocimiento, adquiere otra dimensión con la masificación del vídeo, pues ahora se puede enseñar a representar el mundo con una cámara y no sólo con el texto. En ese sentido, en el diseño de un AVA es importante considerar herramientas para la producción, edición y reproducción de vídeos por parte de los usuarios.

La integración de herramientas audiovisuales es también un camino sin retorno si queremos ir de la mano con una tendencia actual. Ciertamente, se deben hacer muchas consideraciones acerca de las maneras de introducir el vídeo en las actividades de enseñanza (Ferrés, 1994) y estas deberían ser revisadas en este momento de verdadera fiebre por el YouTube. De cualquier forma, el registro audiovisual está impregnado de valores y su disfrute condiciona las relaciones de su producción en diversas fases. En el mismo sentido, cuando echamos mano a formas de representación audiovisuales, debemos evaluar qué funciones cognitivas y sociales del registro audiovisual deben emplearse en un AVA.

Aún en el campo de la imagen, debemos reconocer un gran cambio en la visualización científica. También debido a la capacidad de procesamiento y almacenamiento, es posible representar estructuras de varias dimensiones ontológicas y de escala. Se pueden proyectar motores y ser visualizados por aplicaciones multifuncionales; se puede calcular y representar moléculas. La visualización científica no está relacionada sólo con «modelos» en sus formas acabadas, sino también con las formas tradicionales de representación, como la tabla y el gráfico. En ese sentido, debemos considerar cuáles son las implicaciones de utilizar formas gráficas tradicionales de visualización, como está disponible en la aplicación de la imagen 5 y, por tanto, cómo legiti-

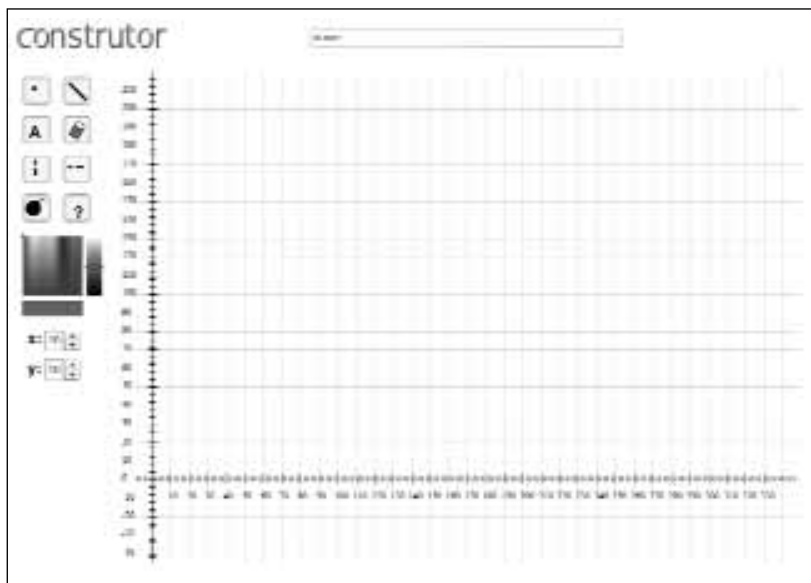


Imagen 5. Aplicativo de construcción de gráfico.

Fuente: LAPEQ-AVASol

marlas en el aula. Parece indispensable saber construir y leer un gráfico en el sistema cartesiano y por lo tanto es necesario prestar atención a los medios movilizados para hacerlos en un AVA, en la medida en que consideramos las operaciones mentales y las acciones distintas de aquellas que movilizamos para construir un gráfico en papel milimetrado. Las alteraciones en la estructura de la actividad externa implican alteraciones en la estructura de la actividad interna, de ahí la necesidad de considerar que habrá cambio en las formas de actuar y pensar cuando utilicemos herramientas digitales de representación.

A medio camino entre la imagen estática y la imagen en movimiento, están las *animaciones*, es decir, las secuencias imagéticas cuya dinámica de presentación es variable. Unas veces las animaciones son analogías de sistemas reales, otras veces de sistemas hipotéticos no observables. Por ejemplo, cuando se refieren a un circuito eléctrico de pilas y bombillas, o cuando se refieren al

movimiento de las partículas en una solución, conforme indica la imagen 6. Es importante considerar que animaciones de ese tipo tienen un carácter representacional del orden de lo que algunos llaman modelos. Sin embargo, queremos destacar el hecho de que son formas imagéticas de designar un objeto.

Para la química, la representación molecular tiene una importancia fundamental, desde los orígenes, cuando todo se imaginaba en el plano de la tabla periódica, hasta la actualidad, cuando se planea la alteración de una droga mediante los resultados de

cálculo de estructura y dinámica molecular. Así pues, que tengamos la posibilidad de representar las moléculas en un AVA supone una solución deseada para la escritura químico-escolar en la medida en que es con el propósito de representar por lo que admitimos la necesidad de comunicarnos mediante el lenguaje de la química. Es un medio para promover la inmersión cultural. Para incorporar las aplicaciones de animación o simulación molecular es importante que los AVA dispongan de interfaces capaces de desarrollar la habilidad de representación del alumno y no sólo

La visualización científica no está relacionada sólo con «modelos» en sus formas acabadas, sino también con las formas tradicionales de representación, como la tabla y el gráfico

de visualización. Sin duda, alteraciones de este orden en la enseñanza de la química implican saber qué habilidades son necesarias para lidiar con las formas de representación estructural para aprender química (Araújo-Neto, 2009). Creemos que este es un tema de debate importante en los próximos años, sobre todo si las cuestiones de naturaleza epistemológica y ontológica se mezclan con lo estético, axiológico, cognitivo y social.

Independientemente del medio que se utilice para representar, en los tiempos de Internet destaca el hecho de protagonizar la autoría en una dimensión aún no vista. La disponibilidad de ordenadores, teléfonos móviles, filmadoras, *tablets*, entre otros dispositivos digitales, nos sitúa como productores de «textos» multimedia con la posibilidad de intercambiarlos con otros autores. En el diseño de un AVA es particularmente importante considerar esta característica, pues siendo el desarrollo de la autoría una función decisiva para el aprendizaje, se hace necesario diseñarlo con herramientas de autoría multimedia. Saber representar moléculas ya no se restringe al lápiz y al papel, hay hacer disponibles interfaces de representación que permitan visualizar diferentes propiedades de la molécula. En este escenario, será preciso integrar aplicaciones de simulación molecular en los AVA por medio de las que se describa la densidad electrónica y otras propiedades también relacionadas con la dinámica molecular, como se representa en la estructura del ADN de la imagen 7.

Para estar en consonancia con los avances del conocimiento químico, la química escolar necesita temas actuales de este área para producir propuestas de docencia mejor adaptadas a nuestra época. Es el caso de la escritura de representación estructural, exactamente porque buena parte de las investigaciones contemporáneas se inclinan hacia los fenómenos regulados en el

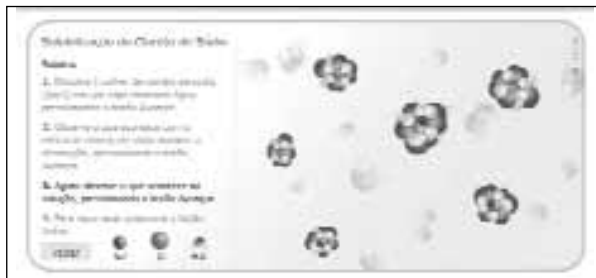


Imagen 6. Animación de un objeto molecular en un AVA. Fuente: LAPEQ-AVASol

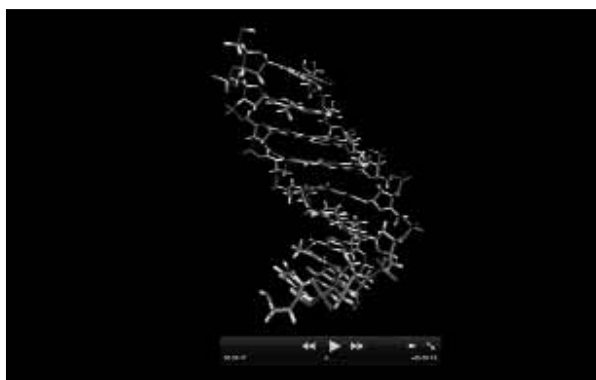


Imagen 7. Simulación de un segmento de la molécula de DNA. Fuente: LAPEQ-SIM

plano molecular. Entre muchos otros temas de debate en la enseñanza de la química, debido a su contemporaneidad y por ser el medio de representación del mundo submicroscópico, el lenguaje químico debe tener un papel más destacado.

Hace mucho que en nuestras prácticas cotidianas deberíamos ocuparnos más de la centralidad de la comunicación y del lenguaje en su sentido más amplio. Aún no hemos visto estudios definitivos sobre investigaciones que nos ayuden a comprender cuáles son y si incluso ocurren cambios en el aprendizaje cuando utilizamos el ordenador para enseñar. Pero, antes de que la academia se esfuerce en dar un parecer, el mercado se anticipa e impone todas sus reglas. De la

misma forma, lo mejor es esperar para saber las respuestas sobre lo que más sentido tiene en la educación química, aunque el mercado sea más reducido. Hay más relaciones entre las prácticas simbólicas y las prácticas de trabajo de las que podemos abarcar aquí, pero son en esas relaciones donde residen también las razones para que se estudien con más profundidad la representación estructural y el lenguaje químico en situaciones de trabajo en un AVA.

■ Consideraciones finales

Nos cabe aclarar que la asertividad es la mejor forma de analizar, puesto que, de entrada, es necesario proyectar o diseñar un Ambiente Virtual de Aprendizaje para un mundo en constante transformación. Por tanto, resulta más adecuado decir cuáles son las categorías y criterios del proyecto, dentro de lo que es posible delimitar para sostener el argumento de que la comunicación y la representación sean los ejes organizadores en los Ambientes Virtuales de Aprendizaje. Las categorías axiológica, estética, cognitiva y social son indicativas de una mirada, al menos multifacética y menos disciplinaria, de estos proyectos. Intentar analizar u organizar una base de datos sobre ellos puede motivarnos a estudiarlos con más frecuencia. En ese sentido, este trabajo busca contemplar bases teórico-metodológicas para definir las categorías y por tanto tiene un carácter de propuesta de un programa de investigación en este ámbito.

Este artículo contiene una propuesta de estudio para que se discuta a partir de algunas reflexiones y experiencia personal en la enseñanza y en la investigación de los AVA. No hay duda sobre la importancia de la investigación en este

área, sobre todo en el campo del aprendizaje y desarrollo humano. La utilización del ordenador transforma nuestras prácticas colectivas, entre ellas las representaciones simbólicas de manera distinta a como transforma nuestras acciones mentales. Como medio de medios, alienando la variable tiempo, la red, el gran ordenador del mundo, será la herramienta para forjar un nuevo ser humano, ahora conectado. Ninguna respuesta ni incluso la fundamentación de las preguntas de investigación es simple, pero todos los estudios tienden a indicar la gran influencia de Internet en el aprendizaje actual, por el simple hecho de ser una herramienta de herramientas.

Las transformaciones que las tecnologías digitales suponen para la humanidad son profundas. Desde una perspectiva sociocultural (Vigotski 1991, 1993), defendemos la dialéctica de este movimiento de transformación como clave para comprender las relaciones entre el desarrollo humano y las prácticas sociales instauradas por ellas. Comprender y transformar lo que se hace en la escuela tiene que ver con mantener una tensión

permanente con diversos pares dialécticos, en el sentido de instaurar los procesos de apropiación de las herramientas digitales de comunicación y representación. Hay muchas posibilidades para promover dicha apropiación necesaria para la existencia humana, lo que implicaría revisar algunos

principios relativos a la organización de la docencia y la mediación del aprendizaje. Aquí, se ha optado por delimitar la discusión a los AVA, por entender que a la escuela le corresponde la prerrogativa de conducir esos procesos en el espacio y el tiempo de su dominio, es decir, la escuela es la responsable de organizar el trabajo, ofrecer las herramientas culturales, establecer y hacer cumplir las

La química escolar necesita temas actuales de este área para producir propuestas de docencia mejor adaptadas a nuestra época

reglas en esos ámbitos. Si cada uno de estos factores determinantes del proceso de la organización de la enseñanza pueden ser considerados a la luz de las tecnologías digitales, tenemos que encarar los AVA como locus para entablar diálogos sobre concepciones y prácticas de trabajo en la escuela.

Notas

1. «Se ha hablado mucho sobre las tecnologías digitales y sobre las transformaciones de las que supuestamente son protagonistas. Mmm... Ahora la máquina pide leer el código de barras... Una fina, una fina, una gorda, una fina, una muy fina, una fina, blanca, una gorda, otra gordísima...»
2. «Usa esta herramienta para abrir un diálogo con tu tutor. Los mensajes que aparecen aquí son entre tú y tu tutor. La coordinación del curso podrá acceder a los diálogos. Diálogo con Maria Ivanilde Bezerra de Freitas Lima
Sábado, 16 de abril de 2011, 22:36 Maria Ivanilde Bezerra de Freitas Lima escribió:
Hola Vera, ¿qué tal?
Me gustaría que no tuvieras en cuenta lo que escribí en el fórum y el wiki, lo he mandado todo junto con el cuestionario de la semana 2 Eco 5, perdona.
Besos, Ivanilde
Domingo, 17 de abril de 2011 16:40 Vera Carolina Cambrea escribió:
Hola Ivanilde,
Estoy mucho mejor. ¿Y tú?
Descuida, a la hora de las evaluaciones me organizaré y no tendré en cuenta lo que me has dicho.
Besos, Vera»
3. «Re: Forum wiki “Qué es tecnología” – semana 2 Por Ana Meire de Fátima Pereira – sábado, 16 de abril de 2011, 02: 09

La “ciencia” es la búsqueda del orden a través de paradigmas que posibiliten conocer cómo se comporta el mundo en busca de soluciones, por medio de la razón, de preguntas de enigmas que puedan ser transformadas en conocimientos que posibiliten nuevas maneras de supervivencia del hombre.

En la expresión ciencia aplicada hay una cierta tensión entre sus términos. Ciencia presupone un rigor analítico que se asocia al uso de técnicas sofisticadas, cuyo entendimiento y dominio están circunscritos a un grupo de lectores relativamente restringido. A su vez, aplicada significa que el producto de la investigación científica se pondrá en práctica y, por tanto, se diseminará de manera comprensible a un público amplio.

Tomando la realidad como un sistema de casualidades racionales que puede ser conocido y transformado por el hombre, se crea la idea de tecnología, es decir, un conocimiento teórico formulado racionalmente orientando acciones e intervenciones en la práctica, creando un dominio del hombre sobre la naturaleza y la sociedad, de modo que ambas puedan ser modificadas técnicamente.

Fuente: ¿Qué es la ciencia? Publicado el 16/06/2008 por ADRIANOALVES en www.werbartigos.com/articles/7048/1/O-Que-e-ciencia-Afinal/pagina1.html accedido el 16/04/2011

Fuente: www.ipea.gov.br/sites/000/2/livros/aberruracomercial/introducao.pdf, accedido el 16/04/2011

Fuente: <http://pt.scribd.com/doc/2057221/O-que-e-tecnologia-e-onde-ela-surgiu>, accedido en 16/04/2011

Re: Forum wiki “Qué es tecnología” – semana 2 Por Antonio Carlos da Silva – sábado, 16 de abril de 2011, 15:27

Me he olvidado poner la referencia de la información:

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Ci%C3%Aancia>

Re: Forum wiki «Qué es tecnología» – semana 2

Por Lidia Maria de Lima – sábado, 16 de abril de 2011, 17:11

Ciencia (del latín *scientia*, que significa “conocimiento”) se refiere a cualquier conocimiento o práctica sistemática. En sentido más estricto, ciencia se refiere a un sistema de adquisición de conocimiento basado en el método científico, así como al cuerpo organizado de conocimiento conseguido a través de dicha investigación.

Las ciencias aplicadas son la rama de las ciencias que se dedican a la aplicación del conocimiento para la solución de problemas prácticos. Las ciencias aplicadas son importantes.»

4. ¿Para qué sirve esto?

En la escuela es común escuchar frases semejantes a estas:

“¿Para qué sirve este concepto?” o “¡Yo nunca voy a usar ese concepto para nada!”.

¿Has oído o has hecho algún comentario semejante a las frases anteriores? Comenta con tu compañero y responde a la siguiente pregunta:

1) ¿Es verdad que los conceptos que se aprenden en la escuela no tienen aplicación práctica? Justifica la respuesta y presenta al menos un ejemplo.

VER RESPUESTAS

En las clases que vamos a desarrollar a partir de hoy vamos a presentar un problema real que está relacionado con el estudio de conceptos químicos que forman parte del programa curricular de Enseñanza Media, pero antes de presentar el problema haremos una breve descripción de la organización del curso.

El curso está dividido en nueve (9) módulos. En esos módulos se presentará el problema y se estudiarán los conceptos químicos que te ayudarán a comprender y solucionar el problema.

El propósito del curso es llegar a un proyecto de investigación que pueda conducir a la resolución del problema. El proyecto lo presentará el alumno y necesitará la articulación de los conocimientos químicos y de las experiencias personales que cada alumno posea.

¿Vamos al problema?»

Referencias bibliográficas

- ARAÚJO-NETO, W.N. (2009): *Formas de uso da noção de representação estrutural no Ensino Superior de Química*. Tesis doctoral. São Paulo. Universidade de São Paulo.
- EICHLER, MARCELO L.; DEL PINO, JOSÉ C. (2006): *Ambientes Virtuais de Aprendizagem*. Porto Alegre. Editorial de la UFRGS.
- FERRÉS, J. (1994): *Vídeo y educación*. Barcelona. Paidós.
- GIORDAN, M. (2008): *Computadores e linguagens nas aulas de ciências*. Ijuí. Editora da Unijuí.
- GIORDAN, M.; GOIS, J. (2009): «Entornos virtuales de aprendizaje en química: una revisión de la literatura». *Educación Química*, núm. 20, pp. 301-313.
- HOWIE, S.J. (2010): «ICT-supported pedagogical policies and practices in South Africa and Chile: emerging economies and realities». *Journal of Computer Assisted Learning*, núm. 26, pp. 507-522.
- KING, L.; FREEMAN, J.G. (2011): «An analysis of the relationship between information and communication technology (ICT) and scientific literacy in Canada and Australia». *Computers and Education*, núm. 56, pp. 1072-1082.

- LACERDA SANTOS, G.; ANDRADE, J.B.F. (coord.) (2010): *Virtualizando a Escola: Migrações docentes rumo à sala de aula virtual*. Brasília. Liber Livro.
- MCGARR, O. (2009): «The development of ICT across the curriculum in Irish schools: A historical perspective». *British Journal of Educational Technology*, núm. 40(6), pp. 1094–1108.
- OTTESTAD, G. (2010): «Innovative pedagogical practice with ICT in three Nordic countries – differences and similarities». *Journal of Computer Assisted Learning*, núm. 26, pp. 478–491.
- PASSARELLI, B.; AZEVEDO, J. (coord.) (2010): *Atores em Rede: olhares luso-brasileiros*. São Paulo. Editora Senac.
- POSSO, A. (2010): *A produção de significados em un ambiente virtual de aprendizagem*. São Paulo. Universidad de São Paulo.
- RU-DE, L. (2010): «Psychological research in educational technology in China». *British Journal of Educational Technology*, núm. 41(4), pp. 593–606.
- VIGOTSKI, L.S. (1991): «El significado histórico de la crisis de la psicología: una investigación metodológica». *Obras Escogidas. Tomo I*. Madrid. Visor y MEC, pp. 257 - 477. [Original publicado en 1927.]
- (1993): «Pensamiento y lenguaje», en *Obras Escogidas. Tomo II*. Madrid. Visor y MEC, pp. 9-348. [Original publicado en 1934.]

Dirección de contacto

Marcelo Giordan

Universidad de São Paulo (Brasil)

giordan@usp.br

Este artículo fue solicitado por ALAMBIQUE. DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES en febrero de 2011 y aceptado en mayo de 2011 para su publicación.