



Cómo citar el artículo

Marín, L., Marín, C. & Ospina, J. (2017). Laboratorio virtual de química: una experiencia de diseño interdisciplinar. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 51, 98-110. Recuperado de <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/845/1363>

Laboratorio virtual de química: una experiencia de diseño interdisciplinar*

Leidy Tatiana Marín Sánchez

Licenciada en biología y química
Magister en educación
Docente investigadora, Universidad de Caldas (Manizales, Colombia)
tatiana.marin@ucaldas.edu.co

Claudia Patricia Marín Ortiz

Diseñadora visual
Tesis de la Maestría en Diseño y Creación Interactiva
Docente y diseñadora de interfaces, Facultad de Ingenierías, Universidad de Caldas (Manizales, Colombia)
claudia.marin@ucaldas.edu.co

Juan Sebastián Ospina Álvarez

Diseñador visual
Magister en diseño y creación interactiva
Candidato a doctor en arte y cultura visual, Universidad Federal de Goiás
diseño.sebas@gmail.com

Recibido: 15 de julio de 2016.

Evaluado: 2 de junio de 2017.

Aprobado: 12 de junio de 2017.

Tipo de artículo: investigación científica y tecnológica.

* Título del proyecto: Laboratorio interactivo para el aprendizaje de química general de estudiantes de la Universidad Nacional y la Universidad de Caldas. Entidades financiadoras: universidades de Caldas y Nacional de Colombia. Código del proyecto: 0112813. Fecha de inicio: 1 de febrero de 2013. Fecha de finalización: 17 de junio de 2016.



Resumen

Este texto es resultado de la investigación *Laboratorio interactivo para el aprendizaje de química general de estudiantes de la Universidad Nacional y la Universidad de Caldas*, realizada por un equipo interdisciplinar de investigadores de las dos instituciones contempladas en el proyecto. En este artículo se analizan las estrategias metodológicas usadas por los desarrolladores del interactivo para diseñar un material que cumpliera sus objetivos de convertirse en una herramienta de mediación para la enseñanza de la química y que además tuviera en cuenta factores estéticos y de usabilidad acordes con los usuarios para los que se desarrolló el laboratorio virtual. Para finalizar, son destacados algunos aprendizajes que se pueden aplicar a futuras investigaciones que combinen educación, tecnologías digitales y elementos audiovisuales.

Palabras clave

Diseño interdisciplinar, Laboratorio virtual de química, Metodología de desarrollo, Objetos digitales de aprendizaje.

Virtual chemistry laboratory: an interdisciplinary design experience

This text is the result of the research called *Laboratorio interactivo para el aprendizaje de química general de estudiantes de la Universidad Nacional y la Universidad de Caldas*, developed by an interdisciplinary research team of the two institutions contemplated in the project. In this article, we analyzed the methodological strategies used by the interactive environment' developers to design a material that fulfilled its objectives of

becoming a mediation object for teaching chemistry and that also had into account aesthetic and usability factors according to the users that virtual laboratory was developed. Finally, some learnings are highlighted and can be applied to future research that combine education, digital technologies and audiovisual elements.

Keywords

Development methodology, Digital learning objects, Interdisciplinary design, Virtual chemistry laboratory.

Le laboratoire virtuel de chimie : une expérience de conception interdisciplinaire

Ce texte est le résultat de la recherche "Laboratorio interactivo para el aprendizaje de química general de estudiantes de la Universidad Nacional y la Universidad de Caldas", qui a été conduite par une équipe interdisciplinaire de chercheurs des deux institutions incluses dans le projet. Cet article décrit les stratégies méthodologiques utilisées par les développeurs de contenus interactifs pour concevoir un laboratoire virtuel qui pourrait devenir un outil de médiation pour l'enseignement de la chimie, et qui tienne compte les facteurs esthétiques et d'usabilité pour ses utilisateurs. Enfin, on souligne quelques leçons qui peuvent être appliquées à des recherches futures qui combinent l'éducation, les technologies numériques et les éléments audiovisuels.

Mots-clés

La conception interdisciplinaire, le laboratoire de chimie virtuelle, la méthodologie de développement, les objets d'apprentissage numériques.

Introducción

El docente del siglo XXI, época caracterizada por los procesos digitales, no solo debe ser capacitado en el manejo y desarrollo de las diversas plataformas, sino que debe ser consciente de que en su aula se encuentran estudiantes que esperan —de él y de sus propuestas— los elementos para trascender el mero uso de herramientas web 2.0.

Hoy, el cuerpo docente puede aprovechar herramientas como un laboratorio virtual en la medida en que pueda programar diversos momentos que permitan al estudiante evolucionar en sus procesos académicos, además de transitar por diferentes espacios académicos, disciplinares y tecnológicos. Los procedimientos educativos virtuales deben superar brechas que permitan al estudiante aprender a distancia y de acuerdo con su propio ritmo de aprendizaje, habida cuenta de la ausencia de contacto sincrónico con el profesor.

Desde esta perspectiva, el estudiante —o quien emprende la tarea de aprender y compartir sus conocimientos— no solo deberá limitarse a los elementos presentes en las interfaces del material destinado para tal fin; además, deberá tener interés en buscar otras bases de datos y elementos virtuales que le permitan contextualizar, comparar, relacionar, describir y generar procesos de aprendizaje conducentes a habituarse a los espacios digitales. Por su parte, el docente podrá analizar su campo del conocimiento y, a través de objetos de enseñanza y aprendizaje como un laboratorio virtual, fomentar en los estudiantes la adquisición y la aplicación de los conocimientos científicos relacionados con lo cotidiano, así como comprender y regular procesos evaluativos de manera cuantitativa y cualitativa en cuanto a los avances teóricos y prácticos (Coll & Monereo, 2008). Adicionalmente, quien enseña podrá determinar formas, estructuras, tiempos y posibilidades de evaluación, poniendo a prueba la enseñanza tradicional, además de generar la inquietud de conocer y desarrollar más actividades virtuales con sus estudiantes.

100

Metodología: pensando un laboratorio virtual de química

Las técnicas e instrumentos aplicados para recolectar la información de los docentes y estudiantes con relación a los objetos de enseñanza y aprendizaje fueron el test de ideas previas (pre-test y pos-test), las observaciones, la entrevista semiestructurada y el diario de campo.

El test de ideas previas permitió indagar la percepción de los individuos de la muestra seleccionada para el proyecto de investigación: estudiantes de las universidades de Caldas y Nacional de Colombia (sede Manizales). Con la puesta en escena de los datos del pre-test se pudieron establecer con claridad las herramientas curriculares y didácticas que se implementaron en el laboratorio virtual. Con las

ideas expuestas por los estudiantes en el pos-test, por su parte, se pudo determinar el impacto y el aprendizaje significativo obtenido en el desarrollo del laboratorio.

La entrevista semiestructurada, realizada por todo el equipo de investigadores —y posteriormente categorizada en la herramienta cualitativa Atlas.ti—, validó las inquietudes, los intereses y expectativas de los estudiantes frente a un laboratorio virtual, las cuales se conjugan con las evaluaciones de la necesidad de un espacio de tal naturaleza en instituciones de educación superior. Además, esta indagación determinó de manera sustancial la necesidad de realizar este tipo de aplicaciones virtuales de aprendizaje en cuanto herramientas de acompañamiento y profundización en los procesos cotidianos del aula presencial.

Con el estudio de caso realizado a los estudiantes se pudo establecer el laboratorio virtual como una estrategia de comunicación que permitirá, tanto al docente como al estudiante, agilizar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Los estudiantes presentaron críticas al contemplar el hecho de dejar únicamente como contacto del laboratorio la virtualidad, pues en la mayoría de los casos resaltaron la importancia de tener un contacto directo con los laboratorios reales para que los conceptos se tornaran amplios y profundos; sin embargo, destacaron los beneficios del laboratorio virtual como un refuerzo a los conceptos y procedimientos realizados en los laboratorios físicos.

En la elaboración de las temáticas del laboratorio virtual se tuvieron en cuenta las necesidades y potencialidades del entorno académico, científico, tecnológico, social y educativo de las instituciones; posteriormente, se determinaron los elementos teórico-prácticos que posibilitaron avances en los procesos de enseñanza y aprendizaje, teniendo en cuenta el análisis contextual anterior. De esta manera, el diseño de los materiales, reactivos, preguntas, actividades y elementos generales del laboratorio se soportó en antecedentes y proyectos investigativos que posibilitaron otorgar sentido a las actividades y etapas propuestas. Para la planeación del laboratorio se tomó como base el esquema de la enseñanza tradicional (el más empleado por los profesores de Química en el desarrollo de las prácticas de laboratorio en las dos universidades objeto de estudio) y se relacionó con prácticas actualizadas e innovadoras, a fin de que los docentes y estudiantes que enseñarían y aprenderían a través de estas prácticas tuvieran la capacidad de generar un pensamiento contextualizado y crítico.

Los procesos didácticos planteados en el laboratorio virtual estuvieron basados en análisis curriculares institucionales e indagaciones profundas de los contextos, materializadas objetiva y metodológicamente conforme fueron diseñados todos los elementos, desde el planteamiento inicial de este ambiente virtual. Después de realizar un análisis curricular previo se generaron y formalizaron las posibilidades, debilidades, contextos e historias que conllevaron a proyectar los procesos didácticos y de enseñanza-aprendizaje, ya que las estrategias virtuales de aprendizaje, tal como el caso de este laboratorio interactivo, cumplen el objetivo de

traspasar la instrucción plana, generando en los estudiantes procesos de enseñanza-aprendizaje apropiados a sus necesidades y posibilidades. Desde un punto de vista estructurado, con el desarrollo del laboratorio se evidenció el análisis, aprovechamiento de las etapas, actividades y procesos propuestos en el laboratorio.

Discusión: diseñando el laboratorio virtual

Todo proceso de diseño requiere una metodología no para aplicarse como una receta, sino para documentar los requerimientos y avances de cada etapa de desarrollo. El propio diseño es camino proyectual que resulta en soluciones, en los mejores casos y en la creación de necesidades, en el caso de ser utilizado con fines comerciales y promoción de productos. Por estos motivos, en el diseño los métodos constan de cuatro fases: exploración, generación, verificación y comunicación, todas ellas con posibilidades de ser nombradas de diversas maneras de acuerdo con las características de cada proyecto (Cross, 1999, 2007).

En el caso particular de este texto se abordarán las fases de exploración, generación y verificación; la comunicación, por su parte, se profundizará después de la instalación del producto en las bases de datos de las instituciones que hacen parte de este proyecto. De ahí que interesa para este artículo describir las contribuciones que en estas tres etapas tuvo el equipo interdisciplinar para la construcción del laboratorio digital, pues además de los métodos proyectuales tradicionales se implementó el diseño de información y de sistemas por ser el objeto un producto digital que contó, también, con la participación de ingenieros en sistemas.

Los avances tecnológicos, la telemática, la robótica y, en general, la digitalización de contenidos ocurrida en los últimos años, han posibilitado que el ámbito educativo también presente una serie de transformaciones, tanto curriculares como didácticas. Esto lleva a que, en el contexto de los materiales interactivos multimedia para los aprendizajes, estos cumplan un papel no solo educativo sino también informativo y lúdico.

En este sentido, se evidencia que la educación virtual, y en general la digital, cobra gran fuerza en la actualidad y convierte a los medios interactivos en herramientas que propician vínculos entre los sujetos y el mundo. Los interactivos multimedia cumplen el papel de mediadores entre los usuarios —o *interactores*— y la información; si se hace un buen uso de estos objetos, pueden pasar de ser simples procedimientos mecánicos de acceso a la información a transformarse en desarrollos de procesos cognitivos entre quien interactúa y quien aprende.

Cuando se emplean materiales interactivos digitales para el desarrollo de conocimientos se deben tener en cuenta el contexto y el público a los cuales va dirigido tal objeto de aprendizaje. El componente visual juega uno de los papeles

más importantes en la estructuración de este tipo de proyectos, es decir, el diseño de interfaces gráficas debe responder tanto a criterios estéticos como funcionales, ya que este tipo de interfaz permite al usuario la interacción directa con los programas computacionales: en este caso específico, con los interactivos educativos.

En este contexto, una interfaz puede estar compuesta por mecanismos “físicos” como mouse, teclado y micrófono, entre otros, y así mismo por componentes visuales, como es el caso de lo que se visualiza en la pantalla, a lo cual se denomina “interfaz gráfica”. En esta última se encuentran ventanas, botones, íconos, menús, colores, entre otros, tal como lo menciona Giu Bonsiepe (1998):

Estos elementos son considerados dispositivos metafóricos de una realidad familiar a los usuarios de las oficinas de hoy. Sin embargo, estos objetos metafóricos, más que representar una realidad, constituyen una realidad. Por lo tanto, parece más apropiado afirmar que los elementos figurativos en el monitor de una computadora no representan nada, sino que más bien proponen un espacio de acción (p. 43).

De acuerdo con Gándara (1994), al diseñar una interfaz gráfica se deben considerar los siguientes factores que garantizarán la eficacia de dicho objeto:

- Tipo de usuario
- Análisis de la tarea del usuario
- Contenido
- Forma de presentar el contenido
- Navegación

A continuación se describe cada uno de los anteriores factores del diseño de interfaz, pero aplicados específicamente al proyecto *Laboratorio Interactivo para el aprendizaje de química general de estudiantes de la Universidad Nacional y la Universidad de Caldas*.

Tipo de usuario

Conocer el tipo de usuarios al que se dirige un proyecto es un factor muy importante para tomar decisiones al diseñar las interfaces gráficas; en el caso particular del proyecto del que deriva este texto, se considera un público universitario, en edades que oscilan entre los 16 y 23 años de edad, jóvenes que están formando su perfil profesional en las áreas de biología y química y presentan una serie de intereses comunes. Dichos estudiantes están en proceso de transición entre el colegio, donde se tenía una serie de responsabilidades y obligaciones, y el ambiente universitario, donde existe otra serie de compromisos y atenciones específicas para cada campo de estudio.

En otras palabras, la interfaz gráfica guía al usuario y facilita los recorridos por el material interactivo. Ahora bien, para lograr que ello sea un proceso realmente exitoso es necesario analizar al usuario, saber cuáles son sus intereses, cuáles podrían ser sus labores cotidianas y qué factores socioculturales influyen en el desempeño de cada uno de los participantes; razón por la cual al enfocarse en los futuros interactores del laboratorio digital, fue necesario que el equipo de desarrolladores tuviera presente que se estaría trabajando con adolescentes y jóvenes quienes presentan una serie de requerimientos y exigencias marcadas por su edad y el contexto universitario.

Contenido

En la estructuración de las informaciones es muy importante la colaboración de un grupo interdisciplinar; esencialmente se necesita la colaboración de personal especializado en pedagogía y en las áreas específicas del conocimiento —Química, en este caso—.

En este momento del proceso se debe dejar claro el propósito del tema, la cantidad de información que se utilizará y los recursos que se emplearán para transmitir el conocimiento (como animaciones y archivos de audio, entre otros). Por otra parte, se deben planear actividades de evaluación como cuestionarios, sopas de letras y actividades de relación, entre otras, sin descartar que pueden existir algunas planteadas desde el interactivo para ser desarrolladas en formato análogo o en el salón de clase.

104

Resultados: presentación del contenido

En esta etapa se plantea el componente gráfico, el tipo de estructura, la diagramación, la paleta cromática, la tipografía y demás elementos audiovisuales que se utilizarán para presentar los diversos contenidos. Inicialmente, se debe esbozar una estructura que tenga en cuenta la navegación dentro del interactivo. Para el caso del proyecto *Laboratorio interactivo para el aprendizaje de química general de estudiantes de la Universidad Nacional y la Universidad de Caldas* se planteó una estructura en red: es decir, siempre habrá un menú visible y el usuario tendrá acceso a cada uno de los contenidos sin necesidad de tener un recorrido lineal; podrá navegar de manera hipertextual por todo el interactivo sin restricción.

En este punto del desarrollo también se selecciona la paleta cromática; en otras palabras, los colores que se emplearán en la interfaz gráfica. Para este proyecto, la selección se realizó considerando la psicología del color de los siguientes tonos:

- **Azul:** es el más sobrio de los colores denominados “fríos”. Transmite seriedad, confianza y tranquilidad; favorece la paciencia, la amabilidad y serenidad; y representa cualidades intelectuales como la inteligencia, la ciencia y la concentración. El azul es considerado, de modo general, un color beneficioso para la mente y el cuerpo, puesto que tiene un efecto calmante y en sus variantes oscuras es ideal para la visualización en formatos digitales.
- **Verde:** proporciona sensación de tranquilidad y seguridad; es el color simbólico de todo lo que puede desarrollarse y prosperar. Los expertos le atribuyen, al igual que al azul, un efecto calmante, además de ser fácil de visualizar por el ojo humano.
- **Blanco:** según el simbolismo occidental, es el color más perfecto. No hay ningún “concepto blanco” de significado negativo; es el color del comienzo, simboliza lo limpio y lo higiénico, y permite que los ojos no se cansen con la lectura en medios digitales.
- **Gris:** simboliza neutralidad y sofisticación. Es el color de la teoría y la reflexión, iguala todas las cosas y no influye en los otros colores.

El contexto en el que se desarrolló el interactivo es un laboratorio de química para prácticas estudiantiles donde se utilizan elementos modelados en tres dimensiones (3D), con el fin de simular la realidad de la mejor manera e incluir adecuadamente al tipo de público descrito. Para tal efecto, se modelaron en 3D elementos y materiales utilizados en los laboratorios, con los cuales están familiarizados los estudiantes. En cuanto al espacio, por un lado, se procuró modelar un laboratorio con todas las comodidades y requerimientos para que al sumergirse en el mismo, los *interactores* obtuvieran una experiencia nueva pero de corte realista; y por otro, en la presentación de los materiales y reactivos se trató de conservar y respetar cada uno de los estándares y manejos en almacenamiento y envase de un laboratorio real.

Para el diseño o modelado fue importante analizar cuestiones técnicas y el modo como se presentaría el proyecto, teniendo en cuenta las limitaciones y fortalezas del contexto. En el caso del interactivo educativo *Laboratorio interactivo para el aprendizaje de química general de estudiantes de la Universidad Nacional y la Universidad de Caldas*, se planteó utilizarlo en red para que los estudiantes de ambas universidades pudieran acceder a él sin problemas, obviamente previendo todas las exigencias técnicas que esto trae consigo: el ancho de banda de los lugares de conexión, la adquisición de un *hosting*, un dominio y, lo más importante, un fácil y libre acceso para parte de los estudiantes.

Resultados: implementando y formalizando el laboratorio virtual de química

Después de estudiar las condicionantes visuales y técnicas para el desarrollo del laboratorio digital, se inició el proceso de modelado digital de los elementos que componen el espacio de prácticas y el diseño de información de las interfaces con las cuales tendrían contacto los *interactores*. De otro lado, como se mencionó, se tuvieron en cuenta las necesidades visuales y didácticas expuestas por docentes y estudiantes de los programas de Biología y Química, Licenciatura en Biología y Química, y Geología de la Universidad de Caldas, y del programa de Química de la Universidad Nacional de Colombia (sede Manizales).

Otra de las etapas más importantes en el diseño es la formalización de las imágenes, objetos o espacios. Los estudios previos de las necesidades y condiciones de los soportes de estos desarrollos permiten que quien diseña elija las herramientas idóneas para concretar su propuesta; en el caso particular del laboratorio del cual se deriva este texto, se eligió un software de modelado y animación en 3D que permitiera la simulación de prácticas básicas de laboratorio, ya que en entrevistas realizadas previamente a algunos estudiantes de los programas mencionados, estos expresaron su deseo de contar con materiales que simularan tareas reales de laboratorio.

Los cuatro integrantes del equipo interdisciplinar con formación en diseño visual trabajaron en dos esferas del proyecto: el diseño de información y el diseño del metaverso o espacio digital. El primero consistió en el montaje de un sitio web mediante el cual los estudiantes que usaran el material podrían registrarse e interactuar con los materiales; y el segundo correspondió al modelado de los espacios y elementos que simulan la inmersión en un laboratorio de química. Para esto último se visitaron las instalaciones de los laboratorios de las dos universidades incluidas en el proyecto y se realizaron videos y fotografías que sirvieran de modelo y ejemplo, tanto para el modelado de los espacios como de los elementos; en el caso específico del espacio virtual, se tomaron los planos del laboratorio de la Universidad Nacional, sede La Nubia, en Manizales, por ser este el más moderno, cómodo y seguro de acuerdo con los integrantes del equipo, expertos en el área. De otro lado, se tuvieron en cuenta los elementos de seguridad y la señalización correspondiente para que los participantes se sintieran en un lugar lo más realista posible.



Figura 1. Laboratorio de la Universidad de Caldas. Fuente: archivo del proyecto.

El software de modelado usado en este proyecto corresponde a 3D Autodesk Max, el cual permite una óptima comunicación con el *software* de programación, Unity, usado por los ingenieros para “dar vida” a los objetos que surgían desde el equipo de diseño. En repetidas ocasiones se hicieron pruebas de compatibilidad entre los dos programas y los resultados no fueron los esperados, por lo que se tuvieron que tomar decisiones y buscar soluciones en grupos y foros de internet dedicados a este tipo de proyectos audiovisuales y tecnológicos. Más que frustración, ello produjo en el equipo un incentivo por reconocer en los espacios digitales escenarios donde se aprende.

107



Figura 2. Modelado del Laboratorio Virtual. Fuente: elaboración propia.

Debido a las condiciones técnicas y la complejidad de modelar un avatar que representara los *interactores*, se optó por utilizar una vista subjetiva, es decir, que la pantalla fuera “los propios ojos” de quien interactúa con los elementos y espacios. Sin embargo, para representar acciones infográficas y actividades de interacción se diseñó un personaje vectorial que hiciera las veces de *alter ego*; este aparece, principalmente, en las secciones que hacen parte del sitio web, pues cabe resaltar que el laboratorio en tres dimensiones aparece incrustado en el sitio.



Figura 3. Infografía diseñada para enseñar normas de seguridad. Fuente: archivos del proyecto.

Entendiendo que una de las ideas centrales del laboratorio es el reconocimiento y entrenamiento con los equipos, se diseñaron ventanas emergentes que especifican nombre, materiales y cualidades de cada uno de los elementos del laboratorio. Para la simulación de reacciones y transformaciones se recrearon animaciones que son cargadas en el programa de interacción de acuerdo con las acciones aplicadas. Como material modelo para el diseño de dichos gráficos se usaron las grabaciones y fotografías realizadas por todo el equipo al iniciar el proceso.

En la etapa que corresponde a la verificación, el modelado de los espacios y objetos fue presentado a investigadores, docentes y estudiantes, quienes contribuyeron con sugerencias: sus opiniones permitieron que el material se acercara poco a poco a las necesidades del contexto de la educación mediada por un laboratorio digital. Además, el propio grupo hizo pruebas de interacción, legibilidad y usabilidad, resultando cada actividad en una tarea interactiva que, tras idas y vueltas, configuraba avances.

Conclusiones

Emprender el desarrollo de un objeto virtual o digital de aprendizaje representa un reto para el equipo creativo, de preferencia interdisciplinar, que se propone esta labor. No basta trabajar aisladamente de acuerdo a las áreas de formación (ingeniería de sistemas, diversas áreas pedagógicas y diseño audiovisual); es necesario que los conocimientos se crucen y los procesos se tornen en aprendizajes interdisciplinarios y, por qué no, transdisciplinarios.

Una muestra de los posibles usuarios de los productos que son diseñados son otros integrantes fundamentales en estos procesos. Durante el proyecto comentado se realizaron entrevistas, verificación de repertorios visuales y pruebas de usabilidad que permitieron verificar cada una de las etapas del proceso, y así garantizar la calidad y eficiencia del objeto de aprendizaje con todas sus interfaces y actividades de interacción.

Entendiendo que el objetivo de los objetos digitales de enseñanza y aprendizaje no es reemplazar los procesos tradicionales y presenciales, es relevante que estos amplíen las discusiones; permitan prácticas que por motivos de tiempo y espacio no son posibles dentro del aula; estén contextualizados con las necesidades de los estudiantes; y permitan la repetición de acciones y simulación de operaciones que sean de fácil comprobación en los laboratorios y espacios físicos.

109

Glosario

Dominio: en términos tecnológicos, nombre único que identifica a un sitio web en internet.

Hosting: servicio obtenido con el fin de ubicar un sitio web o un conjunto de datos en un servidor remoto, para que de este modo puedan ser usados y consultados por la comunidad en general.

Interactor: persona que interactúa con una interfaz, es decir, que a través de la interfaz gráfica o de usuario, puede manipular e interpretar un sistema.

Usabilidad: de acuerdo con estándares internacionales, tales como las normas ISO 9241-11:1998, es el grado o condición que tiene un instrumento, producto o diseño para ser manipulado, apropiado e incorporado al uso de manera fácil, ergonómica, eficaz, eficiente y satisfactoria.

Web 2.0: modelo de sitio web que posibilita la comunicación multidireccional y facilita la participación de los usuarios en la construcción de informaciones en línea.

Referencias

- Bonsiepe, G. (1998). *Del objeto a la interface. Mutaciones del diseño*. Buenos Aires: Ediciones Infinito.
- Coll, C. & Monereo, C. (2008). Educación y aprendizaje en el siglo XXI: nuevas herramientas, nuevos escenarios, nuevas finalidades. En C. Coll & C. Monereo (eds.). *Psicología de la educación virtual* (pp. 19-53). Madrid: Ediciones Morata, S.L.
- Cross, N. (1999). *Métodos de Diseño. Estrategias para el diseño de productos*. México: Limusa Editores.
- Cross, N. (2007). From a Design Science to a Design Discipline: Understanding Designerly ways of Knowing and Thinking. En R. Michel, *Design Research Now: Essays and Selected Projects* (pp. 41-54). Basel: Birkhauser.
- Gándara, V. M. (1994). El proceso de desarrollo y el diseño de interfaz al usuario. En: Álvarez, J. M. y Bañuelos, A. M. (Ed.). *Usos educativos de la computadora*. México: UNAM.