

Un Modelo de Objetos de Aprendizaje para Cursos de Química

Jaime Muñoz-Arteaga¹, Lea Yvonne Muñoz-Lozano¹, César Velázquez Amador¹, Klinge Villalba-Condori² and Agustín Adúriz-Bravo³

Resumen— Actualmente existe una gran cantidad de objetos virtuales de aprendizaje (OA) a disposición de los estudiantes y docentes de química, estos OA presentan contenidos interactivos que complementan el estudio de los fenómenos químicos en las aulas y laboratorios métodos utilizados por la oferta disponible, el presente trabajo propone un modelo para diseñar y evaluar OA, especialmente aquellos que integran la simulación como mecanismo básico de apoyo en actividades prácticas particulares probar el modelo químico y validar conceptos teóricos Un estudio de caso presenta la estructura de cursos de Bioquímica compuesta por varios OA integrando el mecanismo de simulación. Finalmente, se propone un instrumento de evaluación para identificar cómo el mecanismo de simulación apoya las actividades prácticas ofrecidas en un objeto de aprendizaje como parte de un curso de química.

Palabras clave— Cursos de Química, Objetos de Aprendizaje, Modelado y Simulación.

I. INTRODUCCIÓN

La química es la ciencia que estudia y trata de controlar cuidadosamente los cambios en la materia, responde a tres objetivos principales: teórico, metodológico y axiológico. El objetivo teórico de la química es modelar las características y el comportamiento de las sustancias para comprender y controlar los cambios químicos y predecir las propiedades y respuestas de los sistemas químicos [1]. Este objetivo de comprensión se logra a través de la intervención activa sobre la materia; en consecuencia, surge un segundo objetivo en torno a los medios y métodos: la química despliega un uso organizado y reflexivo de herramientas y habilidades en el laboratorio y otros entornos. Entre las habilidades químicas más destacadas se encuentran las siguientes: resolución de problemas, interpretación de datos presentados en diversos formatos, diseño y realización de experimentos y proposición de hipótesis, modelado de sistemas químicos; producción de explicaciones y argumentos bien fundados toma de decisiones relacionadas con la producción y el uso de materiales, uso de tecnologías

digitales para mejorar la investigación, y el uso de Internet como medio de comunicación.

La organización de la química como un conjunto altamente estructurado de teorías y metodologías dirigidas sistemáticamente a la resolución de problemas hace que sea importante considerar también lo que puede llamarse una "actitud científica". Aquí surge el tercer gran objetivo de la química, relacionado con los propósitos y valores de la disciplina a lo largo de la historia y en el presente.

Las tendencias actuales en la enseñanza de la química, si bien insisten en la importancia de los objetivos de aprendizaje en torno a la teoría y el método, ponen especial énfasis en la necesidad de incorporar a la enseñanza actitudes propias de la actividad científica, como el pensamiento crítico y la toma de decisiones informadas en torno a cuestiones socio científicas (p. energía, residuos, contaminación, calentamiento global, alimentación, salud, etc.) [2].

Desarrollar un curso de química es un proceso largo y elaborado que lleva a los estudiantes hacia la adquisición de "competencias" que les permiten responder para identificar problemas disciplinarios y comprender algunos aspectos clave de la naturaleza de la química como empresa humana. Entre las primeras, la capacidad de explicar las características y el comportamiento de los materiales (a nivel macroscópico) en términos de partículas (a nivel submicroscópico) es una competencia clave [2] [3]. Las entidades concretas y abstractas de ambos niveles se representan con una variedad de sistemas simbólicos: signos, fórmulas, ecuaciones, tablas, gráficos; también se debe aprender la sintaxis del uso de dichos símbolos.

Los niveles macro y micro de la química deben introducirse de forma cuidadosamente equilibrada en la química escolar, sin exagerar ninguno de ellos y buscando siempre conexiones sustantivas entre la teoría química (en ambos niveles, con sustancias y átomos) y las situaciones del mundo [3] [4]. Este enfoque de la enseñanza de la química necesita, por parte de los docentes, de un acompañamiento y retroalimentación continuos y de una cuidadosa formulación de las situaciones de aprendizaje. De acuerdo con los modelos actuales en la enseñanza de la química, tales situaciones deben ser problemáticas y contextualizadas (en la historia de la ciencia, la vida cotidiana, logros tecnológicos, cuestiones socio científicas, etc.), y deben hacer uso del poder de las tecnologías digitales (aplicaciones, animaciones, fuentes de información, laboratorios remotos y virtuales y,

¹Universidad Autónoma de Aguascalientes. Avenida Universidad #940, CP 20100, Aguascalientes, México (jaime.munoz@edu.uaa.mx, lea01132@gmail.com, eduardo.velazquez@edu.uaa.mx)

²Universidad Católica de Santa María. Arequipa, Peru (kvillalba@ucsm.edu.pe)

³Instituto CeFIEC, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina (aaturizbravo@cefiec.fcen.uba.ar)

especialmente interesante a los efectos de este artículo, simulaciones) [5] [6]. Una revisión de la literatura en educación química de la última década muestra que las tecnologías digitales han desarrollado un amplio espectro de recursos interactivos cada vez más sofisticados destinados a mejorar el aprendizaje que se pueden agrupar bajo la etiqueta general de "Objetos de aprendizaje" (OA) [7] [16] [21]. Hasta ahora, los OA han cubierto muchas de las áreas y temas de la química escolar; la mayoría de ellos se han producido expresamente para complementar la enseñanza en el aula y en el laboratorio. En la actualidad existe una gran diversidad de OA, pero no todos responden adecuadamente a los requisitos establecidos para el aprendizaje de la química en los planes de estudio actuales [8]. En consecuencia, el objetivo principal de este artículo es discutir la naturaleza y la implementación de los OA, especialmente aquellos con simulación como mecanismo operativo clave, como materiales de andamiaje para la enseñanza de la química. Para ello, se propone un modelo analítico para la evaluación y, eventualmente, para el diseño de OA ajustados al entorno del aula.

En la siguiente sección se revisan algunos de los desafíos anteriores a tener en cuenta para el desarrollo y distribución de contenidos educativos en el área de química. La sección tres compara trabajos relacionados, y la sección cuatro describe algunos temas relacionados con el tema de investigación actual. La siguiente sección presenta la propuesta principal relacionada con el diseño y la evaluación de objetos de aprendizaje para cursos de química en línea. En la sección seis, un estudio de caso presenta la estructura de un curso de bioquímica compuesto por varios OA que integran el mecanismo de simulación. La sección está dedicada a la cuestión de cómo evaluar objetos de aprendizaje que contienen simulaciones de modelos químicos. Finalmente, una sección final muestra el alcance del presente artículo y apunta al trabajo futuro.

II. MARCO TEÓRICO

A. Estrategias de Aprendizaje en Cursos de Química

Desde el punto de vista de la enseñanza, es absolutamente pertinente reconocer que los modelos mentales son el "objetivo" de los esfuerzos docentes. La enseñanza de la química puede concebirse como un esfuerzo de ingeniería para dotar a los estudiantes de nuevas representaciones internas que sean más consistentes y robustas que las que traen al aula. Estos "modelos de trabajo" sobre el mundo natural están constituidos por representaciones proposicionales y basadas en imágenes que les permiten operar sobre la realidad y pueden expresarse a través de una variedad de herramientas lingüísticas [9]. El propósito de incorporar tales modelos, como se prescribe en los planes de estudios de química, es permitir a los estudiantes comprender los fenómenos químicos, hacer inferencias y predicciones, tomar cursos de acción y planificar y controlar su intervención en los materiales. La comunicación efectiva entre los individuos sobre un fenómeno del mundo se logra cuando comparten en mayor o menor medida sus modelos mentales sobre ese fenómeno.

En el aula de ciencias, los conocimientos básicos sobre el fenómeno en estudio "fluyen" de un experto (el profesor) a los novatos (los estudiantes) en una cadena de comunicación destinada a construir representaciones científicas compartidas. El intercambio de ideas y la eventual "transferencia" de modelos se realizan a través del lenguaje. El docente presenta "modelos científicos escolares", que son transposiciones didácticas (es decir, adaptaciones educativas) de la química de los químicos, a través de una variedad de lenguajes (verbales, visuales, matemáticos, etc.), y con el objetivo de representar de manera sólida el mundo de los fenómenos químicos [9]. Estos estarían en función de la información y conocimientos recibidos de sus profesores o por otros medios: lectura de textos de química, experiencias de laboratorio o de aula, prácticas virtuales, simulaciones. Los intercambios deben ser cuidadosamente planificados y organizados por el docente en una secuencia de enseñanza-aprendizaje. Guevara [9] y otros autores [10] [11] nos advierten que las representaciones de los estudiantes muchas veces se basan en el "sentido común" y se apegan a percepciones directas de la realidad; cambiar tales representaciones iniciales sería entonces el objetivo de los esfuerzos de enseñanza.

B. Objetos de Aprendizaje

En las últimas dos décadas, los objetos de aprendizaje (OA) han adquirido gran relevancia en los procesos educativos mejorados con tecnología [12][13][14]. El notable incremento en la producción de OA y su aplicación en las aulas de ciencias ha dado lugar a un importante número de publicaciones [12][14]. En el marco de este artículo, usamos la etiqueta "OA" para referirnos a cualquier construcción digital que haya sido diseñada intencionalmente para mejorar la comprensión de la ciencia/química durante los procesos de aprendizaje. El Comité de Estándares de Tecnología de Aprendizaje [15] se refiere a los OA como entidades digitales (o posiblemente no digitales) que se pueden usar o referenciar durante el aprendizaje mediado por tecnología.

Un objeto de aprendizaje abarca construcciones multimedia, contenido instructivo, objetivos de aprendizaje, herramientas de software, además de personas y organizaciones que están relacionadas con el proceso de enseñanza y aprendizaje con el apoyo de la tecnología. Estos componentes apuntan a la necesidad de que el docente conozca en profundidad la herramienta a utilizar, sus alcances, limitaciones, idoneidad, especificaciones técnicas y pertinencia de su aplicación con un determinado grupo de estudiantes, y con determinados contenidos de la ciencia a impartir. Solo así puede convertirse en un recurso de apoyo, potente desde el punto de vista didáctico.

De acuerdo con todo lo anterior, los OA no deben desvincularse del plan de estudios. No son entidades aisladas en actividades independientes; por el contrario, son recursos didácticos integrados en el aula. En el caso de los OA inspeccionados en este artículo, se pretende favorecer la representación de los modelos científicos escolares y su uso en los procesos de modelado caracterizados por ellos [16]. Los OA bien diseñados son recursos que pueden favorecer

el aprendizaje autónomo de los estudiantes, el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas, competencias de análisis y reflexión. Es a partir de estas consideraciones que consideramos importante proponer un “modelo”, y sus correspondientes instrumentos, para evaluar las características generales deseables que deben tener los OA para responder eficientemente a los objetivos previamente establecidos para la enseñanza de la química.

El plan de estudios de un curso de química en general presenta un conjunto de actividades de aprendizaje para realizar reacciones químicas enfatizando el impacto en la naturaleza. Además, examina cómo estas reacciones químicas dan lugar a una miríada de productos utilizados en el hogar y la industria [17].

III. TRABAJOS RELACIONADOS

En la literatura de e-learning, hay una gran cantidad de trabajos que proponen el mecanismo de simulación en cursos de química y otros trabajos han estructurado los contenidos químicos en términos de OA.

La siguiente tabla presenta una lista de ocho trabajos recientes relacionados. Estos trabajos preconizan la integración de la simulación para enseñar y utilizar en los contenidos de química. La simulación se puede implementar utilizando varios mecanismos utilizando animación de imágenes [21], videojuegos [27], multimedia interactiva [4, 16, 19, 24, 28], simulador virtual [5] [24].

TABLA 1.-TRABAJOS RELACIONADOS

Crterios	[4]	[5]	[16]	[19]	[21]	[24]	[27]	[28]
Simulación	x	x	x	x	x	x	x	x
Curso de Química	x	x	x	x			x	
Objetos de Aprendizaje			x		x	x		x
Evaluación			x					
Metadatos			x			x		x
Repositorio			x			x		x

Algunos trabajos han propuesto el uso de multimedia para estructurar contenidos químicos para cursos en línea [4,5,19,21], otros trabajos han propuesto sus contenidos en términos de objetos de aprendizaje para ser utilizados en cursos de química general. Nótese que los trabajos que proponen el uso de la simulación en un curso de química no evalúan aspectos relacionados con el uso de la simulación como la experiencia de aprendizaje del estudiante y la experiencia docente del docente [4,5,19,21].

Además, los trabajos [24] [28] han propuesto un repositorio utilizando un CanCore de metadatos [29] y LOM [22] respectivamente, con el fin de ofrecer una gran cantidad de objetos de aprendizaje. Un profesor puede acceder, seleccionar y reutilizar estos objetos de aprendizaje para crear nuevos cursos de química. El curso de química está habilitado a través de diferentes sistemas de gestión de aprendizaje (LMS) como Atutor y Moodle [23].

IV. ESQUEMA DEL PROBLEMA

Este artículo propone, como complemento a la enseñanza tradicional, el uso de los OA como soporte

tecnológico para la enseñanza de la química. El objetivo es aprovechar las tecnologías de la información, entendiendo que la química está presente en tareas cotidianas como la preparación de alimentos o las tareas del hogar. Con este fin, comenzamos con la identificación de varios problemas relacionados con el diseño, desarrollo y evaluación de objetos de aprendizaje para la enseñanza de la química:

- Existe una necesidad creciente de proporcionar objetos de aprendizaje basados en modelos que faciliten el estudio del área de química [14].

- Hay una falta de mecanismos para evaluar adecuadamente la calidad de los objetos de aprendizaje para los cursos de química [18].

- Se requieren servicios de accesibilidad e interoperabilidad para el usuario final dado el creciente acceso a los repositorios de objetos de aprendizaje en química.

- Es difícil integrar las funciones de simulación y modelado en los objetos de aprendizaje [19]. La gran mayoría del software de simulación se ha creado para fines específicos y es difícil de mantener.

- No existen entornos de desarrollo integrados que permitan la especificación y el desarrollo explícitos de objetos de aprendizaje en química [20].

- Cuando un curso de química está compuesto por OA solo se aplica una evaluación tradicional, pero es necesario validar otros aspectos relacionados con los mecanismos de simulación como la motivación y comprensión del estudiante.

V. UN MODELO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE PARA CURSOS DE QUÍMICA

Una subsección describe aquí el nuevo modelo para un objeto de aprendizaje. Una segunda subsección utiliza este modelo para formar parte de un curso en línea basado en modelos, en particular en el dominio de la química.

A. Modelo de Objetos de Aprendizaje

Uno de los desafíos que enfrenta la enseñanza de la química, al igual que otras ciencias, es generar estrategias didácticas que permitan a los estudiantes conectarse con el conocimiento científico; es fundamental ayudarlos a construir argumentos para dar sentido a los fenómenos de la naturaleza. Para lograrlo, se recomienda trabajar en contexto y con modelos. Como respuesta a estas recomendaciones han surgido una serie de propuestas que han sido validadas entre especialistas; por ejemplo, el modelado, la experimentación, el trabajo colaborativo, el uso de diferentes tipos de representaciones, entre otros. En esta sección se discute el diseño de contenidos educativos altamente interactivos, interoperables y reutilizables, en entornos hipermedia que permiten la simulación de contenidos curriculares de química [21].

En la Figura 1 se propone un modelo de objetos de aprendizaje para el curso de química, este modelo está compuesto por 5 elementos, los cuales pueden ser modelados como “módulos”: teoría, implementación práctica, evaluación, temas relacionados y metadatos. El primer componente agrupa los modelos y fundamentos

teóricos de los temas de química objeto de estudio. La segunda, actividades prácticas, incluye simulación para ayudar a los estudiantes a aprender realizando experiencias químicas cotidianas con herramientas tecnológicas.



Fig. 1. Modelo de objetos de aprendizaje integrando simulación en actividades prácticas de un curso de química.

El tercer componente corresponde a la evaluación tanto del recurso como del aprendizaje de los estudiantes; Sería importante incluir aquí procesos de autoevaluación, dirigidos a la regulación metacognitiva [22] de los conocimientos teóricos y prácticos por parte de los estudiantes. El cuarto se refiere a "temas relacionados": proporciona información ampliada sobre posibles conexiones con áreas de conocimiento afines. El quinto y último componente se refiere a los metadatos, que permiten el acceso y ubicación de otros objetos, particularmente en repositorios, facilitando su reutilización y fácil acceso en línea. Entonces el componente de metadatos es transversal al resto de componentes ya que especifica bajo el estándar LOM las características de cada uno de ellos.

B. Curso con objetos de aprendizaje

Los objetos de aprendizaje son considerados como recursos educativos que pueden ser utilizados en el aprendizaje con soporte tecnológico. Son piezas digitales de conocimiento que se unen para formar un curso.

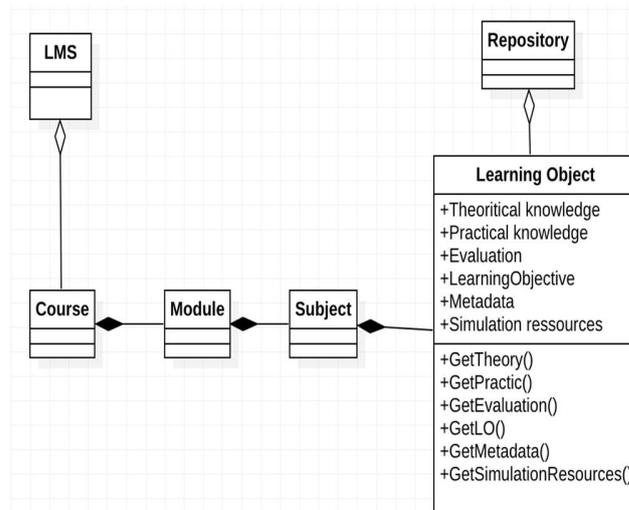


Fig. 2. Estructura de un curso de química compuesto por objetos de aprendizaje.

Los autores proponen un modelo UML en la Figura 2 para describir los componentes de un curso, este puede estar compuesto por varios módulos o unidades, cada módulo tiene un conjunto de temas, y un objeto de aprendizaje con simulación puede especificar cada tema. El modelo de la Figura 2 especifica la cantidad de atributos y métodos para un tipo de objeto de aprendizaje, los métodos pueden ser llamados para obtener los respectivos atributos, como metadatos, recursos de simulación, evaluación, objetivo de aprendizaje y conocimiento teórico y práctico.

De acuerdo con la figura anterior, un LMS [23] ofrece varios cursos en línea, y se puede acceder a los objetos de aprendizaje utilizados a través de varios repositorios como Merlot [24]. El docente define la granularidad y el diseño instruccional del contenido educativo por módulos, materias y objetos de aprendizaje. Luego, el profesor de química, junto con el diseñador de software y el técnico de química, pueden definir las actividades de aprendizaje interactivo requeridas por los estudiantes de química.

VI. ESTUDIO DEL CASO

Esta sección presenta un estudio de caso que describe una estructura general para un curso de Biología Celular y Molecular utilizando el modelo de objetos de aprendizaje propuesto y aplicando un instrumento de evaluación.

A. Diseño de Curso de Química

De acuerdo con la Figura 3, el curso de Biología Celular y Molecular es parte de la Licenciatura en Ciencias en Ingeniería Bioquímica (ver Figura 3). Biología Celular y Molecular consta de dos módulos: Los módulos Análisis Celular y Análisis Molecular. El primer módulo contiene los objetos de aprendizaje Lípidos y Proteínas y el segundo los objetos de aprendizaje ARN y Biomoléculas.

La interacción impulsada por el usuario caracteriza el curso de este estudio de caso (ver Figura 3), lo que significa que un usuario siempre tiene la opción de elegir cualquier módulo y cualquier objeto de aprendizaje; por ejemplo,

cuando un estudiante selecciona el módulo de Análisis Molecular, se muestra una lista de objetos de aprendizaje listos para usar. Además, este estudio de caso toma en cuenta varios repositorios de tres universidades mexicanas: la UV (Universidad Veracruzana), la UAA (Universidad Autónoma de Aguascalientes) y la UPA (Universidad Politécnica de Aguascalientes) [14]. Facilitar la selección de contenidos digitales es uno de los retos en la enseñanza de la bioquímica; posteriormente, cada objeto de aprendizaje está diseñado con contenido educativo altamente interactivo e interoperable para llevar a cabo la simulación de experimentos bioquímicos. Estas soluciones implican definir los objetos de aprendizaje de forma similar a un entorno de aprendizaje virtual. Finalmente, es posible utilizar los objetos de aprendizaje de biomoléculas en dos cursos diferentes (ver Figura 3). Esta reutilización del objeto de aprendizaje es factible para asignaturas similares de diferentes cursos y puede hacerse a criterio del docente principal del curso.

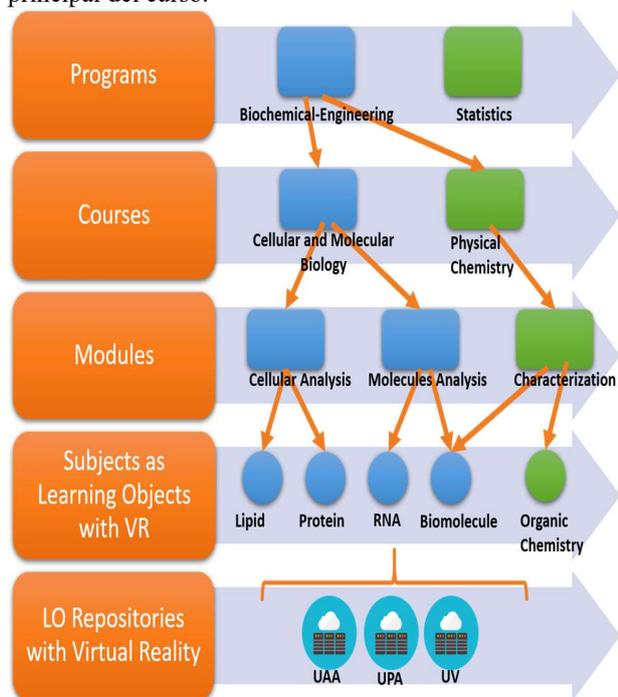


Fig. 3. Esquema de cursos de bioquímica compuesto por objetos de aprendizaje.

B. Uso del Modelo de Objetos de Aprendizaje

Aplicando el modelo de objetos de aprendizaje propuesto para especificar el contenido del curso de biomoléculas relacionado con las actividades de aprendizaje para el control del nivel de pH (Ver Figura 4) en mezclas de componentes químicos que pueden formar parte de un producto industrial, como se muestra en las siguientes imágenes.

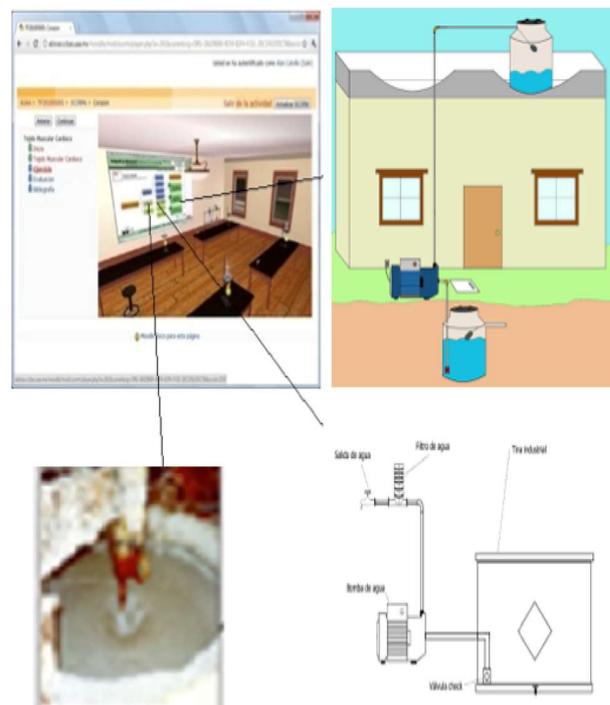


Fig. 4. Objeto de aprendizaje con simulación de control de pH en componentes químicos.

Así, los alumnos pueden diseñar el modelo para el funcionamiento de recipientes de mezcla. El maestro puede ayudar a los estudiantes. Pueden realizar varias simulaciones de mezclas de diferentes componentes químicos con parámetros de entrada y salida. Según el modelo de diseño de OA de la figura 1, no es necesario acceder a los contenidos de forma secuencial: el alumno tiene la oportunidad de elegir entre la parte teórica y la parte práctica, y diseñar los itinerarios más adecuados según sus intereses. Uno de los objetivos es ofrecer un proceso de aprendizaje personal. Así, el objeto de aprendizaje de la Figura 4 permite al estudiante de química poner en práctica los contenidos teóricos sobre el fenómeno químico del control del pH en mezclas de componentes químicos al proporcionar varios escenarios reales de aplicación. La Figura 4 muestra algunas imágenes de la simulación de control de moléculas de pH en mezclas para fertilizantes en agricultura. También en este objeto el alumno puede realizar la modelización y simulación del control de las moléculas de agua a través de las instalaciones hidráulicas de viviendas o edificios.

C. Evaluación de Objetos de Aprendizaje

Dada la diversidad de fuentes en la literatura de tecnología educativa donde se pueden obtener objetos de aprendizaje para el área de química, en esta sección se presenta un instrumento para identificarlos y medirlos bajo ciertos criterios de calidad. Desarrollar productos que cumplan con los más altos estándares de calidad es la principal preocupación en la industria del software, y esto es especialmente válido para las herramientas educativas [25]. La figura 5 presenta un conjunto de preguntas relacionadas con el instrumento de evaluación. Este tiene en cuenta las

características generales deseables que debe cumplir un OA y, por otro lado, considera las características de los mecanismos de simulación.

El instrumento de evaluación es una adaptación del utilizado en el trabajo "Estrategias de Gestión de Calidad en el Desarrollo de Objetos de Aprendizaje" [18]. Así, en el instrumento, las preguntas 1 a 7 y pregunta están dirigidas a evaluar las características generales deseables de un objeto de aprendizaje, mientras que las preguntas 8 a 15 están enfocadas específicamente a evaluar la simulación contenida en el mismo.

1. ¿Tiene el OA un objetivo pedagógico coherente?
2. ¿El OA cuenta con los datos de autoría (nombre de los autores, institución, fecha, etc.)?
3. ¿El OA tiene un contenido completo de acuerdo con el objetivo pedagógico?
4. ¿El OA cuenta con una bibliografía completa y actualizada?
5. ¿Son suficientes las actividades de aprendizaje del OA?
6. ¿Es suficiente el contenido presentado en el OA?
7. ¿Los apartados presentados en el OA contienen lo suficiente?
8. ¿Las simulaciones permiten probar y practicar adecuadamente los conceptos presentados?
9. ¿Es suficiente el número de simulaciones en el OA?
10. ¿Es suficiente la explicación sobre el uso de las simulaciones?
11. ¿Se aprenden mejor los conceptos a través de la simulación?
12. ¿Son fáciles de usar los objetos con simulación?
13. ¿Las simulaciones funcionan sin error %c?
14. ¿Los simulacros motivan a seguir trabajando con el OA?
15. ¿Ha aprendido los conceptos teóricos relevantes del OA?

Fig. 5. Conjunto de preguntas relacionadas con el instrumento de evaluación.

Al igual que el trabajo [18], cada respuesta a las preguntas anteriores relacionadas con el instrumento de evaluación se evaluó mediante una escala tipo Likert con valores que van del 1 al 5 (Ver tabla 2), siendo el valor 5 la calificación más alta (muy de acuerdo) y 1 siendo el más bajo (totalmente en desacuerdo). La calificación de cada pregunta es el resultado de la media obtenida al compararlas con los valores.

TABLA 2
RANGOS DE VALORES DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Valor	Clasificación
5	Muy de acuerdo
4	De acuerdo
3	Justo
2	Desacuerdo
1	Totalmente en desacuerdo

La pregunta de instrumento de evaluación (ver Figura 5) se aplicó con éxito al objeto de aprendizaje anterior de la Figura 4: Las preguntas 1, 3 y 4 obtuvieron un puntaje de 1, las preguntas 2, 9, 11, 12, 13 y 14 obtuvieron un puntaje de 5. La pregunta 5 obtuvo un puntaje de 3 y las preguntas 6,7,8,10 y 15 obtuvieron un puntaje de 4. De los resultados obtenidos se concluye que las preguntas 1, 3 y 4 obtienen puntajes bajos por la falta de los elementos evaluados. Por el contrario, las preguntas 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 reciben una muy buena puntuación. La pregunta 5 (¿Son suficientes las actividades de aprendizaje en los LO's?) recibe una calificación de regular (puntuación de 4): con la simulación fue posible poner en práctica la fundamentación teórica y ejecutar modelos relacionados con el control del pH en

relación con el flujo de líquidos relacionados varios tipos de componentes químicos.

VII. CONCLUSIÓN

Este artículo propone un modelo de objeto de aprendizaje altamente estructurado para ser introducido en los cursos de química. Varios módulos componen un curso de química en línea, cada módulo puede estar compuesto por un conjunto de temas y un objeto de aprendizaje puede representar cada tema. Cada modelo de objeto de aprendizaje se propone con recursos y se pueden considerar mecanismos de simulación, en particular conocimientos teóricos y prácticos. Así es posible ofrecer alternativas de aprendizaje mucho más variadas, por ejemplo, es posible que un estudiante ponga en práctica los conocimientos teóricos a través de los mecanismos de simulación integrados en cada objeto de aprendizaje.

Además, se propone un instrumento de evaluación para identificar elementos de calidad en los OA que tengan en cuenta el uso de simulaciones en la enseñanza de la química. En el modelo propuesto, los estudiantes pueden comprobar el contenido teórico de la química a través de la simulación de experimentos químicos.

El trabajo futuro es amplio, diseñando una metodología para el desarrollo masivo de objetos de aprendizaje que se ajusten a los cursos de química en línea de acuerdo con las necesidades específicas de aprendizaje de los estudiantes. Finalmente, el modelo de OA propuesto en el apartado V se va a investigar para aplicarlo en otras áreas del conocimiento en particular para la formación en la industria.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Autónoma de Aguascalientes por el apoyo brindado a través del desarrollo del proyecto de tecnología inclusiva (código: PIInf 20-5); este apoyo hizo posible la realización de este trabajo de investigación y desarrollo tecnológico.

REFERENCIAS

- [1] M. Q. Gatica, The History and Philosophy of Chemistry (HPC) in Teaching and in the Professional Development of Teachers. Chapter In Science Education Research in Latin America, The Netherlands: Brill, pp.457-480, 2020, doi: 10.1163/9789004409088_019
- [2] D. J. Lorduy y C. P. Naranjo. Percepciones de maestros y estudiantes sobre el uso del triplete químico en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Revista Científica, vol. 39, no. 3, 2020, pp. 324-40, doi:10.14483/23448350.16427
- [1] V.C. Edelsztien, L. Galagovsky, Teaching about chemical senses. Inquiry into a motivating experience. Enseñanza de las Ciencias, vol. 37, no. 2, pp. 177-194, 2019, doi: 10.5565/rev/ensciencias.255
- [2] W. A. Largo Tabora, J. I. Zuluaga-Giraldo, M. X. López Ramírez, y Y. F. Grajales Ospina, «Enseñanza de la química mediada por TIC: un cambio de paradigma en una educación en emergencia», RIIEP, vol. 15, no. 2, 2022.
- [3] E. P. Urquizo Cruz, N. de J. Sánchez Salcán, y M. C. Orrego Riofrío, Experimental activities using virtual simulators to learn chemistry during covid-19 pandemic, Ch, n.º 17, pp. 122–137, 2022, doi: https://doi.org/10.37135/chk.002.17.08
- [4] L. E. Abella-Peña, Incorporación Didáctica de recursos TIC a la Enseñanza de la Química: fortalecimiento de habilidades digitales en tiempos de pandemia: Didactic incorporation of ICT to chemistry teaching: strengthen of digital skills in pandemic times, PAPELES, vol. 13, n.º 25, oct. 2021.

- [5] D. C. Parra Diettes, Creation of Virtual Learning Objects for the Development of Technological Skills and the Learning of English as a Foreign Language, *Íkala*, vol. 27, no. 2, pp. 527–546, May 2022.
- [6] Hartman, J.R., Nelson, E.A. & Kirschner, P.A. Improving student success in chemistry through cognitive science. *Found Chem* 24, pp. 239–261, 2022, <https://doi.org/10.1007/s10698-022-09427-w>
- [7] F. Reyes-Cárdenas, B. Ruiz-Herrera, M. Llano-Lomas, P. Lechuga-Uribe, y M. Mena-Zepeda, El aprendizaje de la reacción química: el uso de modelos en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(2), 103-122, 2021, <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3229>
- [8] G. Pérez and L. González La regulación metacognitiva sobre los modos de pensar en el aula de biología. *Revista del IICE*, 47, pp. 135-150, 2020, <https://doi.org/10.34096/iice.n47.9643>
- [9] S. Li, C. Chua, J. Campo, and K. Raza, "Mental models and engineering education: a literature review", PCEEA, Nov. 2022.
- [10] ADL-Advanced Distributed Learning (n/d). Research. Available online: <https://adlnet.gov/research/> Last access: June 7, 2021.
- [11] S. L. Carrillo Ríos, F. G. Tigre Ortega, E. E. Tubón Nuñez, y D. S. Sánchez Villegas, Objetos Virtuales de Aprendizaje como estrategia didáctica de enseñanza aprendizaje en la educación superior tecnológica. *RECIMUNDO*, vol. 3, n.º 1, pp. 287-304, ene. 2019.
- [12] S. Pech; J. Muñoz-Arteaga, M. Prieto, *Nuevas Tecnologías para el Aprendizaje. Investigación y Práctica*, Eds. ISBN: 789-84-09-28977-6 Editorial CIATA, Castilla-La Mancha, España, pp. 1-224, 2021
- [13] J. Muñoz-Arteaga, J. Broisin, M. Ortiz-Esparza; A Content Model based on LOM specification Integrating Learning Disabilities: Toward an Adaptive Framework, *Journal Research in Computing Science*, ISSN: 1870-4069, Mexico, Vol. 147, No.2 pp 129-141, 2019
- [14] F. Yañez, J. García, Y. Hernández-Bieliukas, M. Caetano, Objeto de Aprendizaje de Contenido Abierto: Relaciones de Masa en las Reacciones Químicas. *Conferencias LACLO*, Vol. 1, No. 5, 2015.
- [15] S. Moraga-Toledo, P. Palomera-Rojas, Diseño de secuencias de enseñanza y aprendizaje en física: una mirada desde el uso del contexto. *Información tecnológica*, vol.33, no.2, pp. 287-296, 2022, <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000200287>
- [16] C. Velázquez; P. Cardona; J. Muñoz-Arteaga; F. Álvarez, J.P. Cardona, D.T.Soto, A. Ortega, An Instrument for Determination of Learning Objects Quality for Students with Visual Impairment Integrating the Services Theory (ILOBlind), *UAIS journal*, vol.2, no. 2, 2022, ISSN: 1615-5297, <https://doi.org/10.1007/s10209-022-00890-y>
- [17] A. Obaya, Y. Rodríguez, Y. Vargas Online Simulators for the Teaching of the Law of Conservation of Matter and Chemical Reactions in High School, *Science Education International*, Vol.32, No. 3, pp. 209-219, 2021, <https://doi.org/10.33828/sci.v32.i3.4>
- [18] E. Venegas, M. Rodríguez-Muñoz. Diseño óptico y simulación mediante dinámica de fluidos computacional de un calentador solar de aire basado en colectores parabólico, no.11, pp. 28-35, 2017
- [19] B. F. Candela Rodríguez, Documentación del Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido, de un profesor de química ejemplar durante la implementación de un objeto de aprendizaje, *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.*, vol. 14, n.º 1, pp. 143–161, ene. 2019. doi: 10.14483/23464712.13131
- [20] A. Silveira and L. Krug, Assessment of the Most Relevant Learning Object Metadata, In *Proceedings CSEDU 2018*, pp. 175-182, 2019, SCITEPRESS, doi: 10.5220/0006660601750182
- [21] Xiao, Qin. "Using Open-Source Learning Platform (Moodle) in University Teachers' Professional Development." In *Journal of Physics: Conference Series*, vol.1646, no.1, p. 012036. IOP Publishing, 2020.
- [22] Merlot, Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching, 2022, <http://www.merlot.org/merlot/index.htm>
- [23] F. Orna, J. Brunton, E. Brunton, E. Donlon, S. Trevaskis, and C. Ni Shé. An investigation of effective online teaching: a needs analysis of online educators and online students. pp.165-35, 2019
- [24] M. Izquierdo Aymerich, Buscando un mismo lenguaje para enseñar mejor la Biología y la Química. *Revista De Educación En Biología*, vol. 1. No. 25, pp.79–91, 2022
- [25] V. Javier Traver, Luis A. Leiva, Vicente Martí-Centelles, Jenifer Rubio-Magnieto. Educational Videogame to Learn the Periodic Table: Design Rationale and Lessons Learned. *Journal of Chemical Education*, Vol. 98, No.7, pp. 2298-2306, 2021, <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00109>
- [26] Ceibal Formación Repositorio, Objetos de Aprendizaje de Química, <https://rea.ceibal.edu.uy/rea/enlazados>, retrieved date: November 2022
- [27] Eduteck wiki, Learning Object Metadata Standard, https://edutechwiki.unige.ch/en/Learning_Object_Metadata_Standard, retrieved date: November 2022



Jaime Muñoz-Arteaga es profesor investigador de la Universidad Autónoma de Aguascalientes en México. Cuenta con un doctorado en Ciencias de la Computación por la Universidad de Toulouse I, en Francia. Es miembro del SNI nivel I del CONAYT. Sus investigaciones se enmarcan en el ámbito de la Interacción Persona-Ordenador, el e-learning y la Ingeniería Web. Ha dirigido proyectos sobre la brecha digital, la producción colaborativa de libros de texto y de sistemas interactivos. Ha publicado varios libros uno sobre la Interacción Persona-Ordenador y dos sobre la educación inclusiva en México.



Lea Yvonne Muñoz-Lozano es estudiante investigadora en el área de Ingeniería Bioquímica en la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Sus temas de interés se encuentran en los campos de la industria alimentaria y la ingeniería de procesos. En el primer campo, está interesada en procesos de fermentación y producción sustentable de alimentos. En el segundo campo, está interesada en la ingeniería de bioprocesos y materiales avanzados.



César Velázquez Amador estudió el Doctorado en Ciencias Exactas Sistemas y de la Información en el área de Ciencias de la Computación-Ingeniería de Software. Actualmente es profesor de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, imparte materias como Análisis y Diseño Orientado a Objetos e Ingeniería de Software. Cuenta con el nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Conduce proyectos de investigación, elabora artículos, capítulos de libro, participa como ponente y es miembro del comité revisor en diversas publicaciones arbitradas y congresos a nivel nacional e internacional.



Klinge Orlando Villalba Condori es profesor investigador de la Universidad Católica de Santa María, Arequipa en Perú. Investigador sobre el uso de las TIC en procesos pedagógicos de la enseñanza de ciencias, pensamiento computacional, gestión de los entornos de aprendizaje. Ha Realizado investigaciones y desarrollo tecnológicos de gran interés sobre la realidad aumentada en la enseñanza de física para la educación básica regular.

Cómo citar este artículo: J. Muñoz-Arteaga, L. Y. Muñoz-Lozano, C. V. Amador, K. O. Villalba-Condori and A. Adúriz-Bravo, "A Learning Object Model for Chemistry Courses," in IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, vol. 18, no. 3, pp. 219-225, Aug. 2023, doi: 10.1109/RITA.2023.3301388. 8



Agustín Adúriz-Bravo es Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales (Universitat Autònoma de Barcelona, España, 2001). Actualmente se desempeña como Docente-Investigador en el CeFIEC (Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, Argentina donde su línea principal de trabajo es la didáctica de la epistemología en la formación inicial y continua del profesorado de ciencias naturales, para todos los niveles educativo