

Ambiente Virtual de Aprendizaje para Mejorar la Comprensión de Modelos Atómicos en Química

Virtual Learning Environment to Improve the Understanding of Atomic Models in Chemistry

Sebastián Angulo Rodríguez¹
Laura Valentina Guzmán Hernández²
Natalia Rodríguez Ayala³
Lina Mireya Beltrán D'alemán⁴

Resumen

Después de la pandemia, los docentes del programa de Licenciatura en Química -PLQ- identificaron carencias significativas en conceptos básicos que los estudiantes debieron haber adquirido durante su educación secundaria. Estas deficiencias se convirtieron en un desafío apremiante al ingresar a la universidad, particularmente en lo que respecta a la comprensión de los modelos

-
- 1 Estudiante Licenciatura en Química, Universidad Pedagógica Nacional. sangulor@UPN.edu.co
 - 2 Estudiante Licenciatura en Química, Universidad Pedagógica Nacional. lvuzmanh@UPN.edu.co
 - 3 Estudiante Licenciatura en Química, Universidad Pedagógica Nacional. nrodriguez@UPN.edu.co
 - 4 Magíster en Saneamiento y Desarrollo Ambiental. Docente de Informática Educativa, Universidad Pedagógica Nacional. lbeltran@pedagógica.edu.co

atómicos. Como respuesta a esta problemática, desde los espacios académico de informática educativa I y II se propuso realizar una investigación donde se hiciera uso de las tecnologías digitales para aportar en la búsqueda de soluciones a tales problemáticas. Durante los semestres 2022-2 y 2023-1 las docentes a cargo de los espacios y los estudiantes que los cursaron colaboraron en diseño, desarrollo y validación de varios Ambientes Virtuales de Aprendizaje -AVA- que se alojaron en la plataforma de Moodle de la Universidad Pedagógica Nacional -UPN. Estos ambientes están actualmente disponibles para estudiantes de los primeros semestres de la Licenciatura en Química como cursos abiertos, con el propósito de ayudar a superar las deficiencias detectadas. El presente artículo se centra en uno de estos Ambientes Virtuales Aprendizaje sobre los modelos atómicos y aborda todo el proceso desde la concepción hasta su validación que permitió ajustar el recurso para ser publicado en la plataforma de la universidad. De esta manera, se brinda a los profesores en formación de los primeros semestres de la Licenciatura en Química una herramienta valiosa para su autoaprendizaje y la superación de las dificultades en este tema.

Palabras clave

Ambientes virtuales de aprendizaje, modelos atómicos, metodología para el desarrollo de AVA, instrumentos de validación, prueba piloto.

Abstract

After the pandemic, the faculty of the Chemistry Degree Program (PLQ) identified significant gaps in basic concepts that students should have acquired during their secondary education. These deficiencies became a pressing challenge upon entering university, particularly regarding the understanding of atomic models. In response to this issue, the courses on Educational Informatics I and II proposed a research initiative that utilized digital technologies to contribute to finding solutions to these problems. During the 2022-2 and 2023-1 semesters, the instructors in charge of these courses, along with the enrolled students, collaborated on the design, development, and validation of several Virtual Learning Environments (VLES), which were hosted on the Moodle platform of the National Pedagogical University (UPN). These environments are currently available as open courses to first-semester students of the Chemistry Degree Program, aiming to

help overcome the identified deficiencies. This article focuses on one of these Virtual Learning Environments related to atomic models and covers the entire process from conception to validation, which allowed the resource to be refined and published on the university's platform. In this way, a valuable tool is provided to first-semester student teachers in the Chemistry Degree Program for self-learning and overcoming difficulties in this subject.

Keywords

virtual learning environments; atomic models; methodology for VLE development; validation instruments; pilot test

Introducción

A medida que las sociedades avanzan, y con ellas la forma en la que enseñamos, se ha vuelto un reto para los docentes la enseñanza de las temáticas en ciencias que se proponen desde el Ministerio de Educación Nacional, a través de los "Estándares básicos de competencias y los Derechos básicos de aprendizaje" (Acarreno, s.f.). Ahora bien, si a esta dificultad le sumamos las carencias de aprendizaje generadas durante la pandemia por diversas causas, podemos encontrar una diferencia significativa entre los estudiantes que ingresaron a carreras en ciencias naturales antes y después de la pandemia, tal como se identificó en la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional el PLQ de la UPN.

Si bien la pandemia generó dificultades en nuestras formas de aprendizaje y enseñanza, también abrió una serie de caminos nuevos que concuerdan con la necesidad de las instituciones educativas en lograr que sus educandos sean más eficientes en el manejo de herramientas tecnológicas. Como resultado, se ha hecho primordial fortalecer las propuestas pedagógicas que ayuden al aprendizaje de conceptos, a la vez que a la solidez de habilidades en manejo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). En este trabajo se da cuenta de los resultados de una investigación que parte de las necesidades evidenciadas mediante una encuesta a los docentes del componente disciplinar del departamento de química de la Universidad Pedagógica Nacional frente a las dificultades cognitivas con que ingresaron estudiantes a la licenciatura después de la pandemia; se generó un listado de temáticas a trabajar y se propusieron dos formas de atenderlo: una, a través de tutorías extras y, otra, desarrollando ambientes virtuales de aprendizaje AVA que le permitieran a los estudiantes superar dificultades por cuenta propia. Entre ese listado de necesidades se encontraba el tema de modelos atómicos, lo que se constituyó en el problema a resolver por el equipo de trabajo conformado para los dos niveles de informática educativa que forman parte del plan curricular del programa de licenciatura en química.

En la informática educativa I, la investigación se propone desde una metodología general que parte por realizar el análisis sobre los problemas que conllevan la enseñanza de los modelos atómicos y las posibilidades de aportar a su aprendizaje desde un ambiente virtual AVA; además, se delimitan los contenidos a trabajar y se establece el perfil de estudiante que será el usuario. De allí, se continúa con el diseño del mismo AVA, deteniéndose específicamente en el enfoque didáctico pedagógico. En este aspecto, encontramos que el potencial del aprendizaje significativo y su articulación con los conocimientos previos que se adquieren en el aula de clases son el núcleo del éxito de los resultados cognitivos en la aplicación de las actividades mediadas por las tecnologías digitales TIC. Lo anterior se da de acuerdo con lo descrito por un estudio que fue recientemente publicado en la revista *Current Psychology* (2024), en el cual se referencia la idea de Ausubel, sobre cómo se procesa el conocimiento de manera integrada e interactiva y, en ese proceso, el contenido previo y el nuevo pueden interrelacionarse de una manera no inocua, ya que es de suma importancia que se empalmen para la construcción epistemológica sobre la idea del átomo. Los participantes del proyecto, es decir, tanto estudiantes de primeros semestres de química como la muestra que se utilizó en la prueba piloto que incluye estudiantes del grado octavo, poseen dichos conocimientos previos, por lo que

la comprensión de los ejes propuestos en el ambiente virtual de aprendizaje no serían de completo desconocimiento por parte de ellos. Por esto, la interacción con cada uno de los sujetos es más sencilla, ya que el uso de términos asociados al foco facilitaría la comunicación y la construcción del conocimiento. El proceso de asimilación sucede en diferentes niveles. Sin embargo, nos referimos a los nuevos conocimientos como más específicos y concretos que al interior de la estructura cognitiva que poseen los estudiantes, les permiten que sea más claro el contenido y el sentido de la información que se propone trabajar en el ambiente AVA.

Varias de las dificultades impiden la construcción del conocimiento en temas científicos como, por ejemplo, los modelos atómicos; destacando el concepto de paradigma científico de Thomas Kuhn y las formas del pensamiento colectivo que sufren por medio de los cambios a los que se ha enfrentado la ciencia a través del planteamiento de modelos que puedan predecir y dar las respuestas adecuadas al comportamiento de los átomos. Los estudiantes no relacionan los principales antecedentes históricos para la experimentación que llevaría al replanteamiento de cada uno de los modelos atómicos futuros. La historia de la ciencia presentada en los libros de texto de bachillerato suele caer en ciertas falacias, un ejemplo de esto es que en los textos de química no se contemplan las predicciones de Thompson y

su teoría de posibles partículas positivas, o que los electrones no presentan un movimiento en su modelo atómico, tal como lo relatan Martínez y Pascual (2019). Thompson hablaba de que los rayos gamma se desviaban por posibles partículas que no eran capaces de atravesar una lámina de oro, por ello planteó su modelo, en el cual los electrones se sitúan en una masa de la carga que creía positiva, pero los electrones eran capaces de moverse. Por ende, en una etapa de desarrollo del ambiente virtual de aprendizaje AVA se buscó evitar las fallas conceptuales que se han venido trabajando en los libros de texto.

Posteriormente, en la informática educativa II se trabajaron las etapas de *implementación* del ambiente AVA a través de una prueba piloto llevada a cabo en el Colegio Cundinamarca de la localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá, y la etapa de *evaluación* a través de las cuales se busca validar la eficiencia y eficacia del ambiente virtual AVA sobre modelos atómicos; como objetivo principal, se busca ayudar a los estudiantes a comprender y consolidar los conceptos de modelos atómicos de una manera más interactiva y accesible.

Metodología

El enfoque de la investigación se centró en el modelo de diseño instruccional: Analysis, Design, Development, implementation and Evaluation ADDIE ADDIE, referenciada por Allen, M. (2012), que comienza con

atender la identificación de necesidades que expresaron los docentes de la licenciatura en química y objetivos (Análisis), seguida por la creación de un plan que se centra en la comprensión y la ubicación cronológica de los modelos atómicos, así como de sus antecedentes (Diseño), la construcción de los materiales educativos (Desarrollo), su uso en el entorno real (Implementación), y, finalmente la valoración de su eficacia y posibles mejoras (Evaluación).

El diseño de este ambiente virtual de aprendizaje se realizó en el segundo semestre del año 2022, buscando dar solución a la problemática anteriormente planteada. Se proyectó una interfaz intuitiva y atractiva que fuera fácil de usar para los educandos, incluyendo elementos visuales como una lectura y un video para ayudar a explicar los conceptos de manera más clara. Se dieron explicaciones de los modelos atómicos adaptados al nivel de comprensión de los jóvenes de bachillerato, evitando el uso de tecnicismos. La información se presentó de manera organizada, estructurada y dividida en las siguientes secciones: Dalton-Thomson, Rutherford-Bohr y Chadwick-Schrödinger, para ayudar a los estudiantes a seguir un orden cronológico. Además, se proporcionaron enlaces a recursos adicionales, como: videos educativos o sitios web confiables, donde los educandos lograron obtener más información para poder profundizar. Adicionalmente, se esquematizaron una serie de actividades

interactivas y cuestionarios que les permitiría evaluar su comprensión y reforzar lo aprendido. Para finalizar, se adicionó una sección llamada evaluación final que sería utilizada por los profesores para estimar la eficiencia del entorno virtual de aprendizaje en el aprendizaje de los temas.

Para las etapas de implementación y evaluación del ambiente AVA, se diseñaron dos instrumentos: la encuesta para los estudiantes y la rúbrica para el experto, las cuales fueron diseñadas durante la informática II, en el primer semestre del año 2023; el primer instrumento consta de 15 preguntas en las que se adaptaron los factores y criterios de valoración propuestos por Madariaga *et al.* (2015) como funcionalidad: idoneidad, exactitud y seguridad. Usabilidad: aprendizaje, atraktividad y comprensión. Y, desde el enfoque de Estrada y Boude (2015), los factores de enfoque pedagógico, integración de las tecnologías de información y comunicación TIC, calidad y pertinencia al contexto del ambiente AVA diseñado.

La implementación del AVA se realizó mediante una prueba piloto llevada a cabo en el Colegio Cundinamarca, para 38 estudiantes del grado 803, quienes fueron ubicados por parejas en cada computador, con el acceso a la plataforma de Moodle de la Universidad Pedagógica Nacional UPN virtual previamente habilitado en cada uno de los equipos. La sesión incluía un espacio para la interacción de manera libre con la interfaz gráfica, ingreso a cada una de sus

secciones y objetos virtuales de aprendizaje. Posteriormente, a modo de diagnóstico sobre los conocimientos adquiridos en el aula de clase, se realizó una ronda de preguntas de manera aleatoria con conceptos clave que ayudarían al estudiante a articular de manera más clara su interrelación con el entorno virtual. Más adelante, fueron clasificados por filas, de a dos modelos atómicos para su estudio y para realizar las actividades lúdicas que se propusieron en las secciones establecidas. Finalmente, los participantes entregaron un producto que correspondería a la evidencia de la evaluación del nuevo conocimiento construido como aprendizaje significativo y la encuesta virtual que buscaba evaluar su satisfacción con el ejercicio.

Resultados y análisis

Como resultado se presentará el análisis de datos generado durante la prueba piloto que se le aplicó al AVA para su validación. Una vez que se finalizó con los estudiantes de grado 803 del colegio Cundinamarca, se envió al correo institucional de cada uno de ellos la encuesta para ser desarrollada. En total, se recibieron 20 respuestas que buscaban evaluar los criterios de valoración anteriormente mencionados. A continuación, en la tabla 1 se muestran los criterios e indicadores adaptados de las rúbricas de Madariaga *et al.* (2015) y Estrada y Boude (2015) con el promedio de respuestas en una escala de 1.0 a 5.0, de acuerdo con la concepción de los estu-

diantes que participaron en la prueba piloto, evaluando idoneidad, exactitud, seguridad, aprendizaje, atractividad, comprensión y el enfoque pedagógico del ambiente virtual de aprendizaje publicado en Moodle.

Tabla 1. Resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes

| Criterio | Indicador | Promedio |
|--|--|----------|
| Idoneidad | El AVA posee un buen nivel del detalle con el que se presenta el contenido. | 4,6 |
| Exactitud | El AVA es preciso en relación con los objetivos establecidos para él. | 4,8 |
| Seguridad | Se asegura la gestión de usuario al proteger los datos de las personas de accesos no autorizados. | 4,8 |
| Aprendizaje | La estructura y presentación del contenido facilita el proceso de aprendizaje. | 4,5 |
| Atractividad | El AVA ofrece mecanismos o funciones que fomentan la interacción, coherente con el enfoque pedagógico declarado. | 4,7 |
| Comprensión | Los contenidos se presentan respetando todas las reglas de gramática y ortografía, no solo en lo textual, sino en los videos e imágenes. | 4,7 |
| Enfoque Pedagógico | En la estructura del contenido y las actividades del AVA corresponde al enfoque pedagógico declarado. | 4,8 |
| | Las actividades desarrolladas en el AVA potencian el aprendizaje. | 4,7 |
| | Se valora que los recursos educativos empleados respalden la enseñanza del tema. | 4,8 |
| Integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación | Se reconoce que el uso de las TIC complementa de forma efectiva las estrategias de enseñanza. | 4,7 |
| | En la planificación didáctica de cada tema hay articulación con las tic. | 4,7 |
| Calidad- Pertinencia | Distribución y calidad de contenidos. | 4,7 |
| | Aspectos pedagógicos y motivacionales. | 4,5 |
| | Manejo de derechos de autor. | 4,8 |

Fuente: elaboración propia

En la tabla 1 podemos encontrar que los estudiantes tienen respuestas promedio entre 4,5 y 4,8 entre las cuales destacamos criterios como derechos de autor, los recursos educativos justifican la enseñanza del tema, la precisión del tema, la gestión del usuario y que el enfoque académico se evidencia en las actividades del ambiente AVA, pues estos criterios fueron los de mayor puntuación. Mientras, criterios como aspectos pedagógicos y motivacionales, al igual que la presentación y estructura del contenido, presentaron la repuesta promedio más baja. Cabe destacar que, durante la prueba piloto, los estudiantes

presentaros una muy buena disposición, participando activamente en las actividades presentadas y preguntando cuando no les era claro algún concepto.

Por otra parte, la revisión de expertos inicia con la retroalimentación hacia los aspectos técnicos del diseño que las docentes de los dos niveles de informática educativa brindaron en las revisiones del ambiente virtual de aprendizaje AVA sobre modelos atómicos y finaliza con la validación de contenido que se realiza mediante una rúbrica diseñada específicamente para un profesional licenciado en química de la Universidad Pedagógica Nacional UPN, la cual se efectuó de forma física con criterios de 0 a 4; siendo 0, nunca y 4, siempre. De esta manera se hizo el cálculo para tomar el promedio en la misma escala de evaluación de la encuesta. Es decir, de 1,0 a 5,0. Básicamente, el profesional respondió a los mismos criterios de evaluación, pero amplía su respuesta de forma escrita para cada uno de los indicadores con las preguntas un poco más estructuradas.

Tabla 2. Resultados de la rúbrica aplicada al profesional

| Criterio | Indicador | Promedio |
|--|--|----------|
| Idoneidad | El AVA posee un buen nivel del detalle con el que se presenta el contenido. | 3 |
| Exactitud | El AVA es preciso en relación con los objetivos establecidos para él. | 3 |
| Seguridad | Se asegura la gestión de usuario al proteger los datos de las personas de accesos no autorizados. | 5 |
| Aprendizaje | La estructura y presentación del contenido facilita el proceso de aprendizaje. | 4 |
| Atractividad | El AVA ofrece mecanismos o funciones que fomentan la interacción, coherente con el enfoque pedagógico declarado. | 5 |
| Comprensión | Los contenidos se presentan respetando todas las reglas de gramática y ortografía, no solo en lo textual, sino en los videos e imágenes. | 5 |
| Enfoque Pedagógico | En la estructura del contenido y las actividades del AVA corresponde al enfoque pedagógico declarado. | 4 |
| | Las actividades desarrolladas en el AVA potencian el aprendizaje. | 4 |
| | Se valora que los recursos educativos empleados respalden la enseñanza del tema. | 5 |
| Integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación | Se reconoce que el uso de las TIC complementa de forma efectiva las estrategias de enseñanza. | 5 |
| | En la planificación didáctica de cada tema hay articulación con las TIC. | 5 |
| Calidad-Pertinencia | Distribución y calidad de contenidos. | 4 |
| | Aspectos pedagógicos y motivacionales. | 4 |
| | Manejo de derechos de autor. | 5 |

Fuente: elaboración propia

En la tabla 2 se muestra las valoraciones dadas a cada criterio. Sobre sus opiniones escritas se resalta la calidad de la presentación visual del proyecto en donde se evidencia el uso de diagramas u otras representaciones visuales como lo son: videos de apoyo y textos, los mapas y redes conceptuales para fomentar el aprendizaje del estudiante. Se toma en cuenta la precisión y coherencia del contenido presentado para evitar imprecisiones conceptuales. El docente tiene en cuenta el análisis crítico para valorar la capacidad del educando, analizar y evaluar los diferentes aspectos de los modelos atómicos, haciendo una conclusión y síntesis en donde el sujeto resume de manera efectiva los puntos clave y ofrece una conclusión coherente y fundamentada.

Comparando los resultados presentes en las tablas 1 y 2, criterios como el nivel del detalle de contenido tiene gran diferencia entre estudiante y profesional, los estudiantes lo ven desde la creatividad y presentación del contenido, mientras que el profesional lo evalúa desde el detalle conceptual de cada uno de los modelos atómicos y objetivos, como también ocurrió con el criterio de precisión del contenido ya que el profesional nos mencionaba que el objetivo propuesto era muy grande y deberíamos reducirlo. Los demás criterios presentaban relativamente un promedio de respuesta similar, entre ellos destacando derechos de autor, los recursos educativos justifican la enseñanza del tema y la gestión del usuario.

Conclusiones

La elaboración del Ambiente Virtual de Aprendizaje sobre modelos atómicos por parte de licenciados en formación inicial en química es un desafío que permite aplicar no solo los conocimientos construidos en torno temas de la química, sino también revisar aspectos pedagógicos, didácticos y fortalecer las competencias digitales docentes. Dado que este entorno ha surgido como respuesta a problemas identificados en este campo, da como resultado un valioso recurso para superar las falencias identificadas.

Los ejercicios de validación del ambiente AVA, que incluyeron la revisión de expertos y la prueba piloto, demuestran que se han realizado diversas mejoras para validar su calidad y pertinencia. El AVA ha sido ajustado para satisfacer las necesidades y expectativas de los usuarios finales, lo que genera confianza en los responsables del mismo AVA, así como a los usuarios, gracias al riguroso proceso al que se ha sometido. En general, esto se traduce en una experiencia mejorada para los usuarios finales.

La aplicación de la prueba piloto con la muestra de estudiantes seleccionada fue satisfactoria; teniendo en cuenta que ya tenían algunos conocimientos previos y que al docente titular su aplicación le permitió reforzar a través del ambiente AVA en la plataforma Moodle la construcción sobre los conceptos relacionados con los modelos atómicos que había propuesto

en su plan de estudios, tema propio de los grados octavo y noveno. Los participantes del proyecto expresaron buenos comentarios sobre la experiencia, ya que indican que fue una manera divertida y dinámica de aprender los contenidos en química.

El uso del AVA requiere conocimientos previos, ya que hay explicaciones de algunos experimentos sobre principios físicos y químicos necesitan de la tutoría de los docentes para comprender lo que implicó la estructuración de un nuevo modelo atómico que atendiera a la explicación de lo que se consideraba como un faltante en el anterior. Desde la concepción del experto se sugirió presentar el englobado con un poco más de detalle.

Este ambiente virtual de aprendizaje, así desarrollado y validado es una herramienta potente que queda a disposición de los profesores de los primeros semestres de la licenciatura en química y abierto de libre acceso a través de la plataforma Moodle de la Universidad UPN para su autoaprendizaje.

Referencias

- Acarreno. (s.f.) *Derechos básicos de aprendizaje*. <https://www.colombiaaprende.edu.co/contenidos/coleccion/derechos-basicos-de-aprendizaje>
- Allen, M. (2012). *Leaving ADDIE for SAM: an agile model for developing the best learning experiences*. Association for talent development. ISBN: 978-1562867118
- Bryce, T. G. K. y Blown, E. J. (2024). A-subel's meaningful learning re-visited. *Current Psychology*, 43, 4579-4598. <https://doi.org/10.1007/s12144-023-04440-4>
- Estrada, E. y Boude, O. (2015). Hacia una propuesta para evaluar ambientes virtuales de aprendizaje (AVA) en Educación Superior. *Revista Academia y Virtualidad*, 8(2), 14-23.
- Macedo, M. dos S., Pantoja, G. C. F. y Moreira, M. A. (2020). Modelos atómicos no ensino médio: uma unidade de ensino potencialmente significativa com ênfase em uma descrição. *Epistemológica. Investigaciones en enseñanza de las ciencias*, 25(2), 235-258. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n2p235>
- Madariaga Fernández, C., Peña, Y. y Leyva Téllez, A. (2015). Evaluación de Software Educativos. "VII Conferencia Científica Internacional de la Universidad de Holguín", Holguín, Cuba, 2015.
- Martínez, L. M., y Pascual, M. A. C. (2019). ¿Cómo presentan la historia de la química los libros de texto de Educación Secundaria? Un análisis desde la didáctica y los estudios históricos de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1-16.