



Biología celular y molecular en odontología bajo un enfoque inclusivo

Cellular and molecular biology in dentistry under an inclusive approach

Biologia celular e molecular em odontologia sob uma abordagem inclusiva

ARTÍCULO DE REVISIÓN



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v9i40.1192>

Mariela Ramírez-Velásquez 
mramirezv@ups.edu.ec

Gabriela Cristina Astudillo Rubio 
gastudillo@ups.edu.ec

Gabriela del Cisne Valarezo Chicaiza 
gvalarezo@ups.edu.ec

María Verónica Córdova 
mcordova@ups.edu.ec

Ángel Pérez Muñoz 
aperezm@ups.edu.ec

Universidad Politécnica Salesiana. Carrera de Odontología. Cuenca, Ecuador

Artículo recibido 5 de agosto 2025 | Aceptado 25 de septiembre 2025 | Publicado 3 de octubre 2025

RESUMEN

Los objetos de aprendizaje (OAs) son recursos educativos diseñados para facilitar la comprensión de conceptos específicos. Esta investigación desarrolló OAs basados en el modelo: Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) en la asignatura de Biología Celular y Molecular para estudiantes de odontología. Aplicando la metodología DICREVOA (Análisis, Diseño, Implementación, Evaluación y Publicación), se crearon y publicaron dos OAs: uno para el módulo de Introducción a la Biología Celular y Molecular y otro para el módulo de Nacimiento Celular. Los recursos están disponibles en los entornos virtuales de la UPS y en su repositorio institucional. La evaluación, mediante cuestionarios validados con participación de estudiantes y docentes expertos, mostró resultados positivos en calidad y adaptabilidad. Aunque los OAs ofrecen flexibilidad y diversidad de medios, se resalta la importancia de atender las necesidades individuales. En conclusión, estos recursos reutilizables fortalecen el aprendizaje digital y la inclusión educativa, adaptándose a diferentes estilos de aprendizaje.

Palabras clave: Biología celular; Diseño Universal para el Aprendizaje; Objetos de aprendizaje; Recursos didácticos; Tecnología educativa

ABSTRACT

Learning objects (LOs) are educational resources designed to facilitate the understanding of specific concepts. This research developed LOs based on the Universal Design for Learning (UDL) model in the course of Cell and Molecular Biology for dentistry students. Using the DICREVOA methodology (Analysis, Design, Implementation, Evaluation, and Publication), two LOs were created and published: one for the Introduction to Cell and Molecular Biology module and another for the Cell Birth module. These resources are available on the UPS virtual platforms and in the institutional repository. The evaluation, carried out through validated questionnaires with the participation of students and expert instructors, showed positive results regarding quality and adaptability. Although the LOs offer flexibility and incorporate diverse media, the importance of addressing individual needs is emphasized. In conclusion, these reusable resources enhance digital learning and educational inclusion, adapting to different learning styles.

Key words: Cell biology; Universal Design for Learning; Learning objects; Didactic resources; Educational technology

RESUMO

Os objetos de aprendizagem (OAs) são recursos educacionais projetados para facilitar a compreensão de conceitos específicos. Esta pesquisa desenvolveu OAs baseados no modelo de Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) na disciplina de Biologia Celular e Molecular para estudantes de Odontologia. Utilizando a metodologia DICREVOA (Análise, Desenho, Implementação, Avaliação e Publicação), foram criados e publicados dois OAs: um para o módulo de Introdução à Biologia Celular e Molecular e outro para o módulo de Nascimento Celular. Esses recursos estão disponíveis nos ambientes virtuais da UPS e no repositório institucional. A avaliação, realizada por meio de questionários validados com a participação de estudantes e docentes especialistas, apresentou resultados positivos em termos de qualidade e adaptabilidade. Embora os OAs ofereçam flexibilidade e integrem diversos meios, destaca-se a importância de considerar as necessidades individuais. Conclui-se que esses recursos reutilizáveis fortalecem a aprendizagem digital e promovem a inclusão educacional, adaptando-se a diferentes estilos de aprendizagem.

Palavras-chave: Biologia celular; Desenho Universal para a Aprendizagem; Objetos de aprendizagem; Recursos didáticos; Tecnologia educacional

INTRODUCCIÓN

La Biología celular y molecular presenta una serie de desafíos a superarse en el campo de la educación (Lucumi-Moreno, 2015), los cuales, además de relacionarse con el amplio temario de esta disciplina, se relacionan con “propuestas de enseñanza poco diversas, persistiendo modelos tradicionales y tecnología obsoleta, que dificultan el abordaje y la aprehensión de procedimientos científicos desde una visión actualizada de la ciencia” (Tetzlaff, 2019). Siendo esta la razón por la que es requerida una formación extensa e integral para poder comprender conceptos básicos y fundamentales necesarios para la explicación de múltiples procesos biológicos (Piriz, 2021) (Robaina Santander y Banasco, 2017).

La biología celular y molecular abarca procesos de carácter fisiológico (Brunotto et al., 2014). Por tanto, si bien el aprendizaje de esta disciplina se limita tanto al ámbito teórico como práctico (Lemus et al., 2023), su complejidad radica en la capacidad imaginativa necesaria para visualizar estructuras y eventos microscópicos más allá de la percepción directa (Taber, 2017); (Pastoriza, 2006), debido a la escala microscópica en la que se desarrollan, confirmado por Peña y cols. (Peña et al., 2021).

Es por ello que, ante dicha problemática, la implementación del modelo de aprendizaje DUA es una alternativa viable para mejorar la comprensión de conceptos abstractos en esta ciencia, (Burgstahler y Ohnabe, 2011). A manera

de complemento, estos resultados de aprendizaje pueden lograrse por medio de un enfoque bidireccional, multidisciplinario e inclusivo (Sala-Bars et al., 2022).

El enfoque tradicional en Biología celular y molecular, centrado en texto escrito y exposición oral, no satisface las necesidades de estudiantes diversos. Se propone un modelo inclusivo que ofrezca una educación flexible y accesible, garantizando una comprensión significativa, adaptada a las diversas necesidades de los estudiantes de Odontología.

Así, las barreras intelectuales que puedan emblematicar una ralentización en el aprendizaje y enseñanza de la asignatura pueden sobrepasarse al presentar información mediante técnicas que involucren modelos de aprendizaje interactivo (Padilla, 2023). Esto mediante el uso de herramientas semánticas que simplifiquen el lenguaje científico (Tobón Gaviria y Cuesta Palacios, 2020), recursos educativos abiertos (REA) tales como espacios de esparcimiento (Gómez et al., 2019), material de apoyo pedagógico, como audiovisuales, organizadores gráficos (Vargas-Quintero, 2005) u otros esquemas sintetizados según (Quispe-Pareja, 2020).

Es importante reconocer que muchas veces, el personal docente no cuenta con la asesoría pertinente, principalmente a nivel de los avances tecnológicos propios de la era de la globalización (Reindl et al., 2015); (Sebastián-Heredero, 2020),

esto a fin de adaptar los enfoques pedagógicos tradicionales a los principios del DUA en función de las nuevas competencias del siglo XXI y según sea requerido (Guillen et al., 2022). De allí que esta propuesta podría servir de modelo al incluir estrategias como la utilización de múltiples recursos educativos, la adaptación de materiales de enseñanza, la personalización de la instrucción y la promoción de la participación de todos los estudiantes en el proceso de aprendizaje, este es el objetivo de un Objeto de aprendizaje, el cual consiste en una agrupación de elementos didácticos y materiales estructurados para cumplir con un objetivo educativo específico (Ruiz et al., 2006).

Por lo que esta investigación busca superar las limitaciones del enfoque tradicional y desarrollar un objeto de aprendizaje bajo el modelo de Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) para la asignatura de Biología celular y molecular para estudiantes de odontología.

MÉTODO

Se trató de un estudio de tipo cuantitativo, diseñado para evaluar la efectividad de dos objetos de aprendizaje (OAs) construidos por los autores. Para ello, se tomó una muestra de estudiantes quienes interactuaron con el objeto de aprendizaje y proporcionaron datos evaluativos mediante instrumentos estandarizados. Adicionalmente, expertos en el área realizaron una evaluación

cualitativa complementaria, lo que permitió enriquecer el análisis general del impacto y la calidad del objeto diseñado.

Participantes

Se evaluó el OA desde dos perspectivas:

1. **Usuarios (estudiantes):** 25 estudiantes de primeros niveles de Odontología evaluaron la adaptabilidad del OA según los tres principios del Diseño Universal del Aprendizaje (DUA).
2. **Desarrolladores (docentes):** 3 expertos en educación, biotecnología y objetos de aprendizaje analizaron el OA utilizando la rúbrica para Calidad de Objetos de Aprendizaje Universitarios propuesta por (Fernández-Pampillón, 2012) COdA para evaluar materiales educativos digitales.

Instrumentos

Evaluación de adaptabilidad

La evaluación de la adaptabilidad de los recursos educativos se basó en la propuesta RALO (Ingavelez-Guerra et al., 2023) el modelo DUA (Diseño Universal para el Aprendizaje) y el PNP (Personal Needs Profile), además de las normas ISO/IEC 24751 sobre accesibilidad y adaptabilidad en e-learning. Este enfoque busca una experiencia educativa inclusiva y personalizada.

La evaluación de los Objetos de Aprendizaje (OA) consideró:

1. **Consumo de los OA por los estudiantes.**
2. **Uso del Repositorio de Objetos de Aprendizaje (ROA)**, que incluye un cuestionario de 27 preguntas para evaluar los tres principios del modelo DUA:

Representación: Uso de formatos diversos, herramientas de apoyo y

opciones que facilitan la comprensión.

Expresión: Variedad en medios de interacción, respuesta y desarrollo de funciones ejecutivas.

Motivación: Capacidad del recurso para captar interés, mantener esfuerzo y fomentar autorregulación.

Evaluación de calidad

Se evaluaron los Objetos de Aprendizaje (OAs) utilizando la herramienta COdA, diseñada para revisar la calidad de OAs universitarios según 10 criterios:

- Objetivos y coherencia didáctica
- Calidad de contenidos
- Generación de aprendizaje
- Adaptabilidad e interactividad
- Motivación
- Formato y diseño
- Usabilidad

- Accesibilidad
- Reusabilidad
- Interoperabilidad

Los OAs fueron calificados en una escala de 1 a 5, donde 5 representa la máxima calidad, asegurando un análisis exhaustivo y sistemático.

Procedimiento

Este proyecto emplea la metodología DICREVOA (Maldonado et al., 2017) para desarrollar OAs en cinco fases: Análisis, Diseño, Implementación, Evaluación y Publicación Su objetivo es crear OAs inclusivos y accesibles, adaptados a estudiantes con estilos de aprendizaje diversos o necesidades especiales, ofreciendo directrices para docentes sin apoyo multidisciplinario.

En América Latina, la accesibilidad y evaluación de estos recursos son limitadas, ya que suelen centrarse en recomendaciones de diseño, dejando de lado su eficacia. Este proyecto busca integrar la accesibilidad y los recursos necesarios para su implementación (Violini y Sanz, 2016), garantizando utilidad para estudiantes con necesidades educativas especiales.

Análisis: En esta fase, se identificaron las necesidades de los estudiantes de primer nivel de Odontología en Biología celular y molecular, definiendo los temas y el público objetivo, Tabla 1.

Tabla 1. Criterios inclusión y exclusión.

Aspecto abordado	Resultados
Título o tema	Introducción a la biología celular y molecular. Nacimiento Celular
Perfil del estudiante	Estudiantes que necesitan comprender la estructura y función de las moléculas biológicas y cómo las células realizan funciones vitales como nacimiento, reproducción, crecimiento, diferenciación y la comunicación celular.
Tiempo estimado para recorrer el objeto de aprendizaje	50 minutos
Contexto educativo	El objeto de aprendizaje constituye material de apoyo en modalidad híbrida. Se acompaña de clases presenciales. Se usó el AVAC de la Universidad Politécnica Salesiana
Tipo de licencia	BY-NC-SA (Reconocimiento- No comercial – Compartir igual. Permite a otros copiar, distribuir, mostrar y ejecutar el trabajo patentado y todos los derivados de este, pero sin propósitos comerciales y con licencia idéntica
Requerimientos funcionales y no funcionales del OA	La elaboración del recurso requiere de la instalación de EXE-LEARNING. Su funcionamiento o visualización será en cualquier navegador por lo que no hay una dependencia de sistema operativo o plugin.

Diseño: Se diseñaron dos Objetos de Aprendizaje (OAs) independientes: OA1: Introducción a la Biología Celular y Molecular y OA2: Nacimiento Celular, integrando perspectivas pedagógicas y tecnológicas para abordar cada tema de manera amplia. El diseño instruccional (Maldonado et al., 2017) consideró cuatro aspectos clave:

- Objetivos de aprendizaje.
- Contenidos
- Actividades
- Autoevaluación.

Objetivos de aprendizaje:

Basados en la taxonomía revisada de Bloom (Krathwohl y Anderson, 2001) (Anderson y Krathwohl), incluyen:

- Reconocer la importancia de la biología celular y molecular en odontología.
- Explicar la función celular como unidad fundamental.
- Distinguir niveles de organización en el cuerpo humano.
- Describir el ciclo celular, destacando la mitosis.

Contenidos:

Organizados según su tipo (conceptual, procedimental, condicional) y adaptados a diferentes estilos de aprendizaje (Alonso et al., 2007) (activo, pragmático, reflexivo, teórico) y sistemas de representación (visual, auditivo, kinestésico, lectoescritura) (Alrabah et al., 2018).

- **OA1:** Niveles de organización molecular y celular, estructura, funciones, evolución, transcripción y traducción génica.
- **OA2:** Ciclo celular, fases, puntos de control y mitosis.

a. Actividades:

Diseñadas según objetivos, tipos de contenido y necesidades de los estudiantes. Incluyen actividades de diagnóstico, motivación, comprensión e integración, estimulando diversos procesos de aprendizaje. (Kolb y Kolb, 2005).

Autoevaluación:

Se elaboró un cuestionario con preguntas de opción múltiple y de completar, diseñado para verificar la adquisición de conocimientos de los módulos Introducción a la Biología Celular y Molecular y Nacimiento Celular.

Diseño multimedia

- **Plantilla y personalización:** Se utilizó eXe-learning con un estilo DUA, personalizado con el logo de la UPS.
- **Estructura y navegación:** Pantallas con un bloque de navegación lateral y jerarquización del contenido, permitiendo exploración según intereses y conocimientos previos.
- **Adaptación y accesibilidad:** Mediante OerAdap (<https://oeradapt.ups.edu.ec>), se realizaron ajustes en texto (lectura fácil, audio), imágenes (subtítulos, zoom), videos (subtítulos multilingües, audio transcripción), audio (conversión a texto) y preferencias de usuario (tamaño de letra, contraste, etc.).
- **Implementación:** Los OAs se implementaron en eXe-learning, completando metadatos bajo el estándar Learning Object Metadata (LOM) para su localización en el Repositorio de Objetos de Aprendizaje (ROA) de la UPS (<https://roa.ups.edu.ec/>). La Figura 1, presenta la ficha de ingreso de metadatos utilizando el estándar del objeto de aprendizaje.



Figura 1. Ficha de metadatos en eXlearning.

Evaluación:

4.1. Desde el estudiante: Verifica la adaptabilidad del OA con DUA según necesidades individuales, utilizando el modelo DUA y normas ISO/IEC 24751.

4.2. Desde el docente: Evalúa la calidad del OA con la rúbrica COdA (Fernández-Pampillón, 2012), considerando criterios didácticos y tecnológicos.

• La evaluación incluye:

- o **Principio de representación:** Diversidad de formatos y apoyo en la comprensión.
- o **Principio de expresión:** Variabilidad en interacción y respuesta.
- o **Principio de motivación:** Estímulo del interés y autorregulación del estudiante.

Publicación: Los OAs se empaquetaron bajo el estándar SCORM y se publicaron en los entornos virtuales de aprendizaje de la UPS, incluyendo los AVAC de estudiantes de primer nivel de Odontología, y en el repositorio institucional (<https://roa.ups.edu.ec/#/>) para acceso masivo.

Procedimiento de recogida y análisis de datos

Evaluación de estudiantes (N=25):

Participantes: Estudiantes de los primeros niveles de Odontología seleccionados aleatoriamente.

Procedimiento: Accedieron a los OAs a través del Repositorio ROA de la UPS y completaron un cuestionario de 27 preguntas basado en los principios del modelo DUA (Representación, Expresión y Motivación).

Evaluación de Docentes Expertos (N=3):

Participantes: Expertos en educación, biotecnología y objetos de aprendizaje.

Procedimiento: Usaron la rúbrica COdA para evaluar la calidad didáctica y tecnológica de los OAs, asignando puntuaciones de 1 a 5.

Análisis de datos

Estudiantes: Estadística descriptiva para calcular media y desviación estándar.

Docentes: Coeficiente de concordancia de Kendall para evaluar la consistencia entre evaluadores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación Grupo 1: Estudiantes

Los Objetos de Aprendizaje (OAs) "Introducción a la Biología" y "Nacimiento Celular" fueron evaluados en las dimensiones de Motivación, Expresión y Representación, mostrando resultados positivos en general, aunque con áreas específicas que podrían optimizarse para mejorar la experiencia de aprendizaje.

En cuanto a la Motivación, "Introducción a la Biología" obtuvo un promedio de 4.38, destacándose por captar el interés de la mayoría

de los estudiantes, quienes asignaron puntajes elevados, con valores predominantes de 5.00. Por otro lado, "Nacimiento Celular" registró un promedio ligeramente inferior de 4.16. Aunque varios estudiantes percibieron el OA como motivador, se identificó una mayor variabilidad en las calificaciones, con algunos participantes otorgando puntajes bajos, lo que indica áreas de mejora para captar y mantener su interés.

Respecto a la Expresión, ambos OAs alcanzaron resultados consistentes, con promedios generales de 4.40 para "Introducción a la Biología" y 4.39 para "Nacimiento Celular". Los estudiantes valoraron positivamente la diversidad de formas de interacción y expresión que estos recursos educativos les ofrecieron, resaltando su utilidad y versatilidad para facilitar el aprendizaje.

En la dimensión de Representación, "Nacimiento Celular" obtuvo una mejor valoración, con un promedio de 4.37, lo que refleja que la información presentada en el OA es clara y está alineada con los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (UDL). Por su parte, "Introducción a la Biología" obtuvo un promedio de 4.16, mostrando buenos resultados, aunque algunos estudiantes indicaron que ciertos aspectos relacionados con la presentación de la información podrían optimizarse para satisfacer completamente sus expectativas.

En resumen, ambos OAs demostraron ser herramientas educativas efectivas, especialmente en las dimensiones de Motivación y Expresión, destacando su capacidad para interactuar con los estudiantes de manera inclusiva. Sin embargo, se identifican oportunidades de mejora específicas, como reforzar los elementos motivacionales en

"Nacimiento Celular" y optimizar la Representación en "Introducción a la Biología". Estas mejoras garantizarán una experiencia de aprendizaje más enriquecedora y equitativa para todos los estudiantes. La Figura 2 muestra el resumen de la evaluación de adaptabilidad proporcionado por la plataforma ROA para ambos OAs.



Figura 2. Evaluación de adaptabilidad de los OAs “Introducción a la Biología” y “Nacimiento Celular” proporcionado por la plataforma ROA.

Evaluación grupo 2: Docentes expertos

Se centra en la evaluación de la calidad de Objetos de Aprendizaje (OAs) a través de la aplicación de la Herramienta para la revisión de la Calidad de Objetos de Aprendizaje Universitarios COdA, dicha herramienta se basa en un conjunto de 10 criterios exhaustivos que abarcan aspectos fundamentales del diseño y desarrollo de los OAs, siendo estos:

- Objetivos y coherencia didáctica
- Calidad de los contenidos
- Capacidad de generar aprendizaje
- Adaptabilidad e Interactividad
- Motivación
- Formato y Diseño
- Usabilidad
- Accesibilidad
- Reusabilidad
- Interoperabilidad

En este contexto, se empleó el coeficiente de concordancia de Kendall, también conocido como W de Kendall. Este coeficiente es una medida estadística crucial que permite evaluar el grado de

concordancia entre múltiples evaluadores o jueces con respecto a un conjunto específico de ítems. Se aplicó esta metodología a las evaluaciones de los expertos (Exp1, Exp2, Exp3), cada uno de los cuales evaluó los diez criterios mencionados. Los valores asignados por cada experimento a cada criterio variaron entre 3 y 5, reflejando así la diversidad en las evaluaciones.

La elección del coeficiente de concordancia de Kendall responde a la necesidad de analizar no solo la concordancia entre pares, sino la concordancia global entre los múltiples evaluadores y los criterios establecidos. Este enfoque metodológico robusto permite una evaluación integral y precisa de la calidad de los OAs, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones informadas en el ámbito educativo y de desarrollo de recursos de aprendizaje digital. El valor de Kendall's W es obtenido para el OA introducción a la biología es de 0.640, representando un Acuerdo sustancial entre los expertos y el acuerdo para el OA Nacimiento celular es de 0.621 de igual manera representando un acuerdo sustancial entre los expertos, Figura 3.

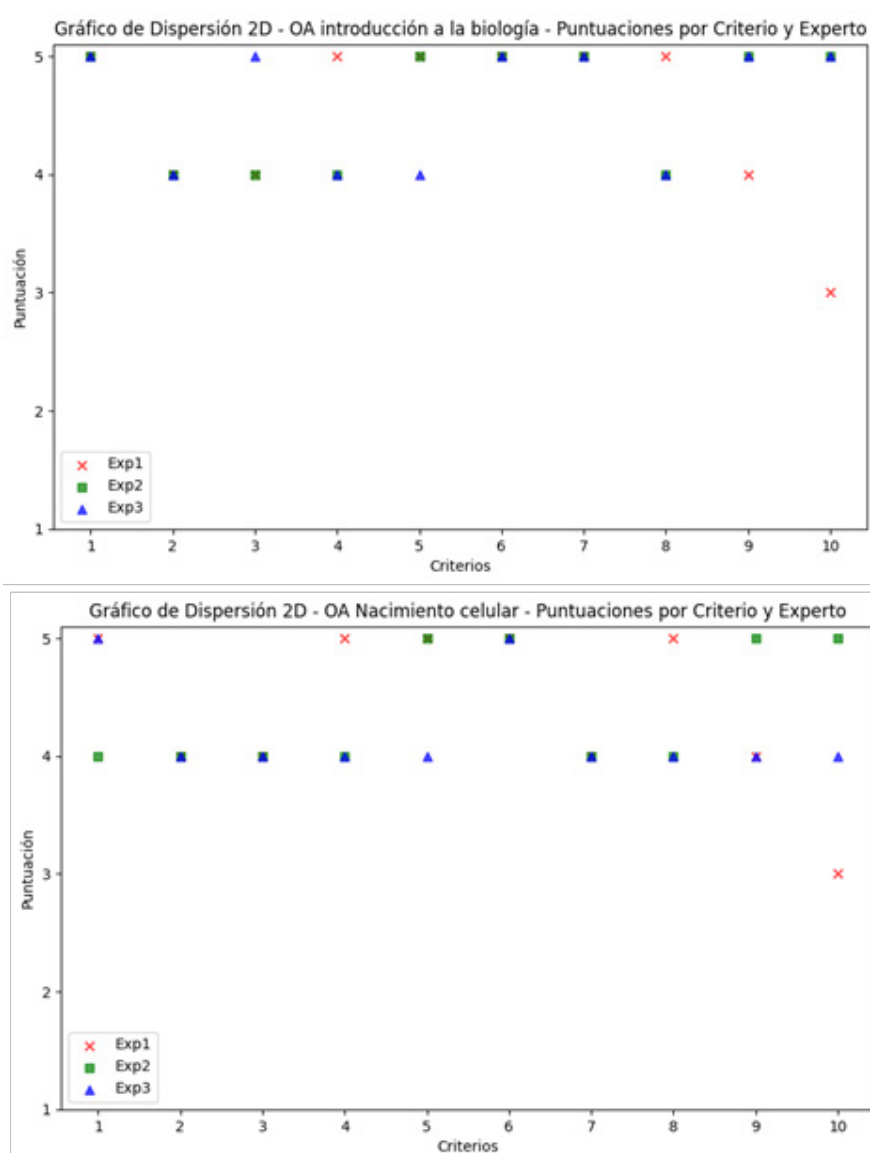


Figura 3. Evaluación de calidad de los OAs “Introducción a la Biología” y “Nacimiento Celular” por los expertos.

Como resultado de la presente investigación, se presentan los Objetos de Aprendizaje "Introducción a la Biología Celular y Molecular" y "Nacimiento Celular". El acceso completo a cada OA se encuentra disponible escaneando el código QR, Figura 4.

Estos recursos educativos han sido sometidos a una evaluación exhaustiva de dos fases, centrada en la calidad y adaptabilidad, realizada por usuarios finales, mayoritariamente estudiantes, así como por expertos educadores.

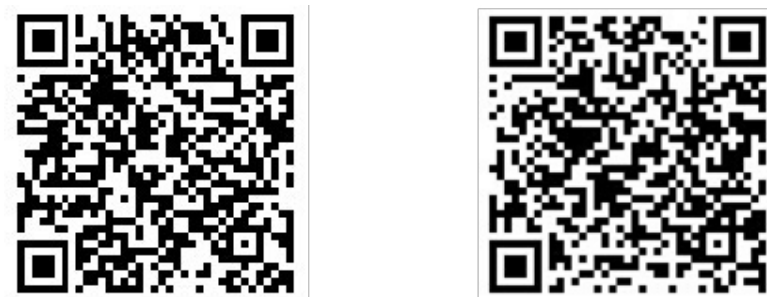


Figura 4. Códigos QR de Acceso a OAs: “Introducción a la Biología Celular y Molecular” y “Nacimiento Celular”.

Discusión

El presente estudio destacó el uso de una herramienta que mejora la comprensión básica de los conceptos aplicados en la asignatura de biología celular y molecular con el aporte de Objetos de Aprendizaje (OA) mediante el uso de TICs y metodologías específicas con mejora a las alternativas tradicionales. Además, de incluir un Modelo de Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) en el OA como un recurso necesario para la Educación Superior. Este enfoque no solo refleja una respuesta a las demandas de las normativas locales, como la ley orgánica de educación (REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ORGÁNICA DE EDUCACIÓN INTERCULTURAL *, 2015) , sino también se alinea con los objetivos globales propuestos por la UNESCO para el acceso equitativo a la educación (UNESCO-IESALC, 2020).

Si bien el uso de alternativas tecnológicas en el ámbito de la educación no es obligatorio, se considera como una alternativa para mejorar el acceso al conocimiento de los estudiantes con y sin necesidades educativas. Esta percepción

es coherente y coincide con lo mencionado por (Murillo Villacis et al., 2023) en donde manifiesta que, en la educación superior, el DUA es una herramienta fundamental para abordar la diversidad de necesidades de los estudiantes en un entorno educativo heterogéneo y multicultural como es el ecuatoriano. Además, indica que la adopción del DUA es un paso hacia la mejora de la calidad y la equidad educativa.

El Objeto de aprendizaje (OAs) propuesto para la enseñanza de la biología celular y molecular , con la introducción a la “Biología Celular” y Molecular y el “Nacimiento Celular” constituye una opción estratégica en el ámbito pedagógico y en la accesibilidad de los contenidos digitales relacionados con la asignatura, estas metodologías activas utilizadas posibilitaron un mayor grado de implicación del alumnado tal como lo plantea (Daher et al., 2022) , en donde se promueve la educación universitaria integral con el uso de la tecnología, dando como resultado la aplicación de los conocimientos y la capacidad de transferir aprendizajes.

Así mismo, este objeto de aprendizaje ha permitido la visualización de ilustraciones, animaciones, videos, audios, etc., lo que va de acuerdo con lo planteado por diferentes autores como (Jenkinson, 2018); (Polo, 2011), que mencionan que el uso de esta herramienta es eficaz para el desempeño y la comprensión de los estudiantes ante esta asignatura.

La implementación de la metodología DICREVOA durante la creación de los objetos de aprendizaje mostró facilidad en su uso. Este aspecto es importante como factor de accesibilidad para el éxito de la herramienta pedagógica. La implementación de esta metodología permitió alcanzar el objetivo planteado y brindar al alumnado una experiencia de aprendizaje favorable. Esto coincide con investigaciones realizadas por (Morales Velasco y Diez-Martinez Day, 2020) en donde afirma que el uso de esta metodología permite la construcción de un OA de manera integral, siendo una garantía para que el OA resultante pueda usarse y adoptarse en la plataforma educativa.

El OA diseñado se implementó a través de la herramienta eXe-learning un software libre para la creación de contenidos en un paquete Scorm siendo un programa para elaborar de forma rápida e intuitiva los OA. Una vez desarrollado el OA se llenó su ficha de metadatos que servirá para describirlo y que pueda ser gestionado indexado y almacenado en Repositorios Objeto de Aprendizaje

(ROA), estos resultados concuerdan con lo expuesto por (Maldonado et al., 2015) (Polo, 2011) quienes exponen toda una propuesta que permite abordar el cumplimiento de los lineamientos establecidos y poder cumplir con el aporte tecnológico y de aprendizaje.

La integración de la información digital ha permitido generar los códigos QR. Este desarrollo es motivado por la necesidad de acceder a la información de manera eficiente en diversos dispositivos electrónicos, como tablets y celulares. Además, los códigos QR son un recurso específico diseñado para facilitar la accesibilidad de manera rápida y sencilla, siendo de fácil acceso lo que le convierte en una herramienta ideal para la enseñanza. Este resultado coincide con lo presentado por (Barroso-Osuna, 2018) donde se presenta que los estudiantes con el uso de la QR participan en el aprendizaje y asumen el control de las actividades formativas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las evaluaciones realizadas a docentes expertos y estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana-Sede Cuenca sobre la aplicación del OA implementado con la utilización del diseño universal de aprendizaje (DUA) que está disponible en la plataforma de la universidad, dio a conocer la adaptabilidad y la calidad de este OA, la cual presentó aspectos importantes que influyen en la adopción de este enfoque pedagógico. Esto se alinea con lo expuesto por (Pastor et al., 2015)

sobre la necesidad indispensable de evaluar los OA que permite identificar el nivel de calidad y tomar medidas orientadas a mejorar la experiencia de los usuarios, para ofrecer los recursos que aporten en su proceso de enseñanza-aprendizaje.

En primer plano, se ha observado una variabilidad en los resultados obtenidos en la adaptabilidad con respecto a los OA “Introducción a la biología” y “Nacimiento celular” de acuerdo a la percepción de los estudiantes en las dimensiones de Representación, Expresión y Motivación, principios fundamentales que guían la creación de estrategias pedagógicas inclusivas y flexibles (Murillo Villacis et al., 2023).

En el OA “Introducción a la biología” se evidencian aspectos positivos en expresión y motivación, indicando una respuesta favorable por parte de los estudiantes. No obstante, se destaca la identificación de áreas susceptibles de mejora en la representación, sugiriendo la necesidad de ajustes para garantizar una presentación de información alineada con las expectativas del estudiantado.

Contrastando con estos resultados, la evaluación del OA “Nacimiento Celular” revela percepciones positivas en cuanto a representación y expresión, reflejando que los estudiantes reconocen la eficacia del OA facilitando interacciones y expresiones diversas. Sin embargo, en la dimensión de motivación, se aprecia una variabilidad de puntajes, lo cual indica la existencia de áreas susceptibles de mejora en este aspecto específico de la experiencia de aprendizaje.

En cuanto a la evaluación de la calidad de Objetos de Aprendizaje (OAs) de “Introducción a la biología” y “Nacimiento celular”, se presentó un acuerdo sustancial por cada dimensión-criterio evaluado entre los docentes expertos, presentando buenas puntuaciones en el diseño y desarrollo de los OA. Este reconocimiento se llevó a cabo mediante la aplicación de los diez criterios de evaluación propuestos en la literatura, contribuyendo así a una evaluación integral de su calidad y potencial educativo (Kucuk y Ierache, 2020).

Estos resultados concuerdan con la literatura que tratan de conocer el nivel de satisfacción y calidad del OA desde el punto de vista del estudiante y del docente de acuerdo con los criterios de evaluación en donde se indaga la reacción global del OA y luego se identifica su aporte desde una perspectiva pedagógica, tecnológica y didáctica. (Maldonado et al., 2017).

Los resultados de las evaluaciones proporcionaron información valiosa para ajustar y perfeccionar los OAs, asegurando una experiencia de aprendizaje más efectiva y satisfactoria para todos los estudiantes. La variabilidad en los puntajes señaló la importancia de considerar las necesidades y preferencias individuales de los estudiantes para mejorar aún más la calidad y la adaptabilidad del OA.

La implementación de estos OAs como un proyecto en la educación superior ha fomentado el uso de tecnologías y la interacción con el modelo DUA, destacándose como un recurso crucial que ha demostrado tener un impacto positivo en la equidad y disponibilidad educativa al facilitar el acceso a la asignatura de biología molecular y celular. Esto, a su vez, ha contribuido a reducir los problemas de aprendizaje para los estudiantes de educación superior. Es imprescindible tener en cuenta que la calidad de los OAs es fundamental para el cumplimiento del aprendizaje de los estudiantes.

A esto, se ha identificado como una limitante la falta de conocimiento por parte de los docentes sobre el uso y la utilidad de los Objetos de Aprendizaje (OA). Un rol fundamental sería capacitar a la planta docente, permitiendo aplicar eficazmente los contenidos y elementos pedagógicos. Esto, a su vez, contribuiría a alcanzar un nivel elevado y de calidad en la producción de OA.

Por último, esta experiencia representa una contribución significativa al desarrollo de una línea innovadora, facilitando el uso de la tecnología para potenciar la enseñanza y el aprendizaje del docente hacia los alumnos.

CONCLUSIONES

Los objetos de aprendizaje diseñados a partir del modelo de Diseño Universal para el Aprendizaje lograron cumplir el objetivo de desarrollar recursos

accesibles y adaptables para estudiantes de odontología en la asignatura de Biología Celular y Molecular. La aplicación de la metodología DICREVOA permitió no solo estructurar adecuadamente los OAs, sino también asegurar su calidad y pertinencia educativa mediante la validación con expertos y estudiantes, obteniendo resultados positivos en su evaluación.

El alcance de los objetivos demuestra que la creación de materiales didácticos reutilizables y accesibles favorece la inclusión y el aprendizaje en entornos digitales. Sin embargo, se recomienda considerar de manera permanente las necesidades individuales de los estudiantes, actualizando los contenidos y diversificando los medios de representación para mantener la efectividad y relevancia de los OAs. Asimismo, es importante fomentar procesos de retroalimentación continua que permitan adaptar estos recursos a los cambios tecnológicos y a las dinámicas de aprendizaje emergentes.

CONFLICTO DE INTERESES. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

REFERENCIAS

- Alonso, C., Gallego, D., y Honey, P. (2007). Los Estilos de Aprendizaje: Procedimientos de diagnóstico y mejora (Ediciones Mensajero).
- Alrabah, S., Wu, S., y Alotaibi, A. M. (2018). The Learning Styles and Multiple Intelligences of EFL College Students in Kuwait. *International Education Studies*, 11(3), 38. <https://doi.org/10.5539/ies.v11n3p38>

- Barroso-Osuna, J. (2018). LA PRODUCCIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE EN REALIDAD AUMENTADA POR ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 23.
- Brunotto, M., Zarate, A., Cismondi, A., Kohan, R., Scherma, M., Gonzalez, H., Gosso, C., Gonzalez, I., y Nieto, A. (2014). *BIOLOGÍA CELULAR EN ODONTOLOGÍA*.
- Burgstahler, S., y Ohnabe, H. (2011). Universal design: Implications for Computing Education. *ACM Transactions on Computing Education*, 11(3), 1–18. <https://doi.org/10.1145/2037276.2037283>
- Daher, M., Rosati, A., Hernandez, A., Vasquez, N., y Tomicic, A. (2022). TIC y metodologías activas para promover la educación universitaria integral. *Redie. Revista Electrónica de Investigación Educativa*.
- Fernández-Pampillón, A. (2012). Guía para la producción y evaluación de materiales didácticos digitales.
- Gómez, V., Chediak, J., Marinone, G., Jerez, M., y Iglesias, J. (2019). DISPONIBILIDAD DE RECURSOS ABIERTOS PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA BIOLOGIA CELULAR A NIVEL UNIVERSITARIO. Universidad Nacional de San Luis, 2. <http://www.evirtual.unsl.edu.ar/revistas/index.php/dc/issue/view/6>
- Guillen, D., Lopez, Y., y Pano, C. (2022). Transversalidad de la Educación Inclusiva 2022.
- Ingavelez-Guerra, P., Robles-Bykbaev, V. E., Perez-Munoz, A., Hilera-Gonzalez, J., Oton-Tortosa, S., y Campo-Montalvo, E. (2023). RALO: Accessible Learning Objects Assessment Ecosystem Based on Metadata Analysis, Inter-Rater Agreement, and Borda Voting Schemes. *IEEE Access*, 11, 8223–8239. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3234763>
- Jenkinson, J. (2018). Molecular biology meets the learning sciences: Visualizations in education and outreach. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022283618309884>
- Kolb, A. Y., y Kolb, D. A. (2005). The Kolb Learning Style Inventory-Version 3.1 2005 Technical Specifications. <https://www.researchgate.net/publication/241157771>
- Krathwohl, D., y Anderson, L. (2001). A revision of Bloom's Taxonomy: An Overview.
- Kucuk, J., y Ierache, J. (2020). Aplicación de rúbrica C.O.d.A para evaluación de calidad objetos de aprendizajes basados en realidad aumentada.
- Lemus, O., Ramirez, G., Borja, A., y Hechavarria, O. (2023). Las Practicas de laboratorio en Biología Molecular y Celular. Su relación con el aprendizaje. *Ciencia y Educacion*, 4(4). <https://orcid.org/0000-0001-7833-9643>
- Lucumi-Moreno, A. (2015). Retos en la Enseñanza de la Biología Molecular y la Bioquímica en las Carreras del Área de la Salud. *Revista Boletín Redipe*.
- Maldonado, J., Bermeo, J., y Mejía, M. (2015). DICREVOA: A Proposal for the Design, Creation and Evaluation of Learning Objects. 2015 XLI Latin American Computing Conference (CLEI), 1–11.
- Maldonado, J., Bermeo, J., y Vélez Ortiz, F. (2017). Diseño, Creación y Evaluación de Objetos de Aprendizaje. *Metodología DICREVOA 2.0*.
- Morales Velasco, R. A., y Diez-Martinez Day, E. (2020). Revisión de metodologías para diseñar Objetos de Aprendizaje OA: un apoyo para docentes. *Revista Iberoamericana de Tecnología En Educación y Educación En Tecnología*, 26, e4. <https://doi.org/10.24215/18509959.26.e4>
- Murillo Villacis, R. I., Espín Caicedo, M. I., Espín Caicedo, M. I., Ocles Alvarado, C. G., Villavicencio Obando, G. P. V. O., y Robayo Cabrera, F. D. (2023). Diseño Universal Para El Aprendizaje (DUA) En La Educación Superior De Ecuador: Avances Y Perspectivas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 8809–8832. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7589
- Padilla, C. (2023). Concepciones alternativas fundamentales sobre Biología Celular, Biología Molecular y Genética en estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología.

- Pastor, C. A., Zubillaga, A., y Sánchez José Manuel. (2015). Revisión de metodologías para diseñar Objetos de Aprendizaje OA: un apoyo para docentes. *RELATEC*, 14(1).
- Pastoriza, N. (2006). Fundamentos neurocientíficos de los procesos cognitivos vinculados con el aprendizaje de la lectoescritura. www.memoria.fahce.unlp.edu.ar
- Peña, A., Palau, C., y Beltrán, E. (2021). La dirección del aprendizaje: un reto para el docente de Biología The direction of learning: a challenge for the Biology teacher. *EduSol*. <https://orcid.org/0000-0003-0333-9918>
- Piriz, N. (2021). LAS REPRESENTACIONES EN LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE HOMEOSTASIS. OPORTUNIDADES Y LIMITACIONES. *Tecne, Episteme y Didaxis*.
- Polo, A. P. (2011). Los objetos de aprendizaje: aprender y enseñar de forma interactiva en biociencias The learning tools: to learn and to teach in a interactive way in biosciences. In *Revista Cubana de ACIMED* 22 (2). <http://scielo.sld.cu>
- Quispe-Pareja, M. (2020). La gestión pedagógica en la mejora del desempeño docente. *Investigación Valdizana*, 14(1), 7–14. <https://doi.org/10.33554/riv.14.1.601>
- REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ORGÁNICA DE EDUCACIÓN INTERCULTURAL * (2015).
- Reindl, K. M., White, A. R., Johnson, C., Vender, B., Slator, B. M., y McClean, P. (2015). The Virtual Cell Animation Collection: Tools for Teaching Molecular and Cellular Biology. *PLoS Biology*, 13(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002118>
- Robaina Santander, M., y Banasco, J. (2017). La tarea docente desde la red social Elgg en el proceso de asimilación del Contenido de Biología Celular y Molecular I. VARONA, *Revista Científico-Metodológica*, 64, 1992–8238.
- Ruiz, J. G., Mintzer, M. J., y Issenberg, S. B. (2006). Learning objects in medical education. *Medical Teacher*, 28(7), 599–605. <https://doi.org/10.1080/01421590601039893>
- Sala-Bars, I., Amat-Guillén, C., Mumbardó-Adam, C., y Adam-Alcocer, A. L. (2022). Más Allá de las Pautas DUA: El Rol de la Filosofía de Enseñanza en la Implementación del Diseño Universal para el Aprendizaje. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 16(2), 33–51. <https://doi.org/10.4067/s0718-73782022000200033>
- Sebastián-Herederó, E. (2020). Universal desing learning guidelines. *Revista Brasileira de Educacao Especial*, 26(4), 733–768. <https://doi.org/10.1590/1980-54702020v26e0155>
- Taber, K. S. (2017). The Role of New Educational Technology in Teaching and Learning: A Constructivist Perspective on Digital Learning. In *Handbook on Digital Learning for K-12 Schools* (397–412). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-33808-8_24
- Tetzlaff, A. (2019). Estrategias de enseñanza y procedimientos científicos en BIOLOGÍA CELULAR y MOLECULAR del Ciclo Orientado en Ciencias Naturales de cuatro escuelas secundarias de la Provincia de Misiones (Argentina).
- Tobón Gaviria, I. C., y Cuesta Palacios, L. (2020). Diseño universal de aprendizaje y currículo. *Sophia*, 16(2), 166–182. <https://doi.org/10.18634/sophiaj.16v.2i.957>
- UNESCO-IESALC. (2020). Hacia el acceso universal a la educación superior: tendencias internacionales. <https://pixabay.com/images/id-1866532/>.
- Vargas-Quintero, M. (2005). Herramientas de la Pedagogía Conceptual en el Aprendizaje de la Biología (Estudio de Caso). *UNIVERSITAS SCIENTIARUM*.
- Violini, L., y Sanz, C. (2016). Herramientas de Autor para la creación de Objetos de Aprendizaje. *ESTADO DEL ARTE. XXII Congreso Argentino de Ciencias de La Computación (CACIC 2016)*.