



# Revista Hambatu Science

Ambato – Ecuador / ISSN 3151-815X (en línea) / julio - septiembre 2026

Volumen 1, Número 3

<https://doi.org/10.63862/rhs-v1n3-665-682-2026>

## La Gamificación en la Enseñanza de las Células y los Ecosistemas: Fundamentos Teóricos y Propuesta Pedagógica

*Gamification in the Teaching of Cells and Ecosystems: Theoretical Foundations and Pedagogical Proposal*

Mónica Narcisa Molina Calero  
Unidad Educativa Ismael Perez Pazmiño

Deyaneyra Ninoska Suarez Molina  
Investigador Independiente

Carlos Javier León Espinoza  
Investigador Independiente



---

DOI : <https://doi.org/10.63862/rhs-v1n3-665-682-2026>

## **La Gamificación en la Enseñanza de las Células y los Ecosistemas: Fundamentos Teóricos y Propuesta Pedagógica**

**Mónica Narcisa Molina Calero**  
Unidad Educativa Ismael Perez Pazmiño  
[monica.molina@educacion.gob.ec](mailto:monica.molina@educacion.gob.ec)  
<https://orcid.org/0009-0008-9704-9244>  
Ecuador

**Carlos Javier León Espinoza**  
Investigador Independiente  
[carlosjleone@gmail.com](mailto:carlosjleone@gmail.com)  
<https://orcid.org/0009-0004-4828-8055>

**Deyaneyra Ninoska Suarez Molina**  
Investigador Independiente  
[deyaneyrasuarez75@hotmail.com](mailto:deyaneyrasuarez75@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0009-0003-3048-7518>

**Recibido:** 2026-17-08

**Aceptado:** 2026-21-08

**Publicado:** 2026-02-09

## Resumen

La enseñanza de conceptos abstractos en Ciencias Naturales, como la estructura celular y el funcionamiento de los ecosistemas, sigue representando un desafío en distintos niveles educativos. Estas dificultades suelen estar asociadas al uso de las metodologías tradicionales que no siempre logran conectar con las experiencias dinámicas y significativas. En este contexto, la gamificación y el aprendizaje basado en juegos han ganado relevancia como estrategias que pueden favorecer una participación más activa. El presente trabajo tiene como propósito sistematizar los fundamentos teóricos disponibles en la literatura sobre estas metodologías y su relación con el aprendizaje conceptual, la motivación y la retención del conocimiento. La literatura revisada muestra que, en la mayoría de los casos, la implementación de estas estrategias se asocia con mejoras significativas en el aprendizaje y en la motivación intrínseca de los estudiantes. A partir de esta fundamentación teórica, se propone un Modelo de Integración Gamificada para Ciencias Biológicas (MIGCB), bien estructurado en cinco fases, que busca orientar su aplicación en el aula, considerando las particularidades del contexto educativo latinoamericano. Como aporte principal, se propone el Modelo de Integración Gamificada para Ciencias Biológicas (MIGCB). Este esquema de cinco fases articula la teoría de la autodeterminación con las necesidades pedagógicas específicas de los sistemas educativos en América Latina, ofreciendo una ruta estructurada para la innovación en el aula.

**Palabras clave:** gamificación educativa; biología celular; ecología de ecosistemas; aprendizaje activo; motivación intrínseca.

## **Gamification in the Teaching of Cells and Ecosystems: Theoretical Foundations and Pedagogical Proposal**

### **Abstract**

Teaching abstract concepts in Natural Sciences, such as cell structure and ecosystem function, continues to pose a challenge at various educational levels. These difficulties are often associated with the use of traditional methodologies that fail to connect with dynamic and meaningful experiences. In this context, gamification and game-based learning have gained relevance as strategies that can foster more active participation. This work aims to synthesize the theoretical foundations available in the literature on these methodologies and their relationship with conceptual learning, motivation. The literature reviewed shows that, in most cases, the implementation of these strategies is associated with significant improvements in learning and students' intrinsic motivation. Based on this theoretical foundation, a well-structured, five-phase Gamified Integration Model for Biological Sciences (MIGCB) is proposed to guide its application in the classroom, taking into account the specific characteristics of the Latin American educational context. As a main contribution, the Gamified Integration Model for Biological Sciences (MIGCB) is proposed. This five-phase framework articulates self-determination theory with the specific pedagogical needs of educational systems in Latin America, offering a structured path for classroom innovation.

**Keywords:** educational gamification; cell biology; ecosystem ecology; active learning; educational technology; intrinsic motivation.

## Introducción

Es fundamental comprender que los ecosistemas biológicos implican la integración de conceptos que operan en distintos niveles, desde lo celular hasta lo ecosistémico. Esta complejidad hace que muchos estudiantes perciban estos contenidos como “abstractos” o difíciles de relacionar con su entorno.

En la práctica educativa, esta situación se agrava cuando predominan metodologías centradas en la transmisión de información, con poca participación del estudiante. Diversos estudios han señalado que estos enfoques limitan la construcción de aprendizajes significativos, especialmente en áreas como la biología. Este desafío resulta complejo cuando se aborda únicamente mediante métodos tradicionales de enseñanza directa. Además, los autores (García-Barros et al., 2011) indican que la célula se considera la unidad básica de la vida, y el ecosistema, se entiende como la manifestación de la complejidad que emerge de la interacción entre seres vivos y su entorno, tanto en la educación secundaria como en el nivel universitario (Santos et al., 2019).

Frente a este escenario, la gamificación ha surgido como una alternativa que busca incorporar elementos propios del juego en contextos educativos, estrategias como el uso de puntos, niveles, tablas de clasificación retos o narrativas permiten transformar actividades tradicionales en experiencias más dinámicas dentro de contextos que originalmente no son lúdicos, con el propósito de potenciar el aprendizaje. Desde que Deterding et al. (2011) la definieron de manera más sistemática, el interés por la gamificación ha crecido de forma notable en el ámbito académico. Sin embargo, a pesar del aumento en investigaciones, persiste la falta de marcos teóricos integradores que orienten a los docentes en su aplicación de manera sólida y fundamentada.

De forma complementaria, el aprendizaje basado en juegos, conocido como “game-based learning (GBL)”, ha mostrado resultados favorables al permitir que los estudiantes interactúen con los contenidos, cometan errores sin consecuencias reales y reciban retroalimentación inmediata; lo que favorece una comprensión más profunda y activa de los contenidos (Mayer, 2019).

A pesar del creciente interés en estas metodologías innovadoras, aún existe dispersión en los resultados de investigación, particularmente en áreas específicas como la biología celular y la ecología. Por ello, este estudio tiene como propósito analizar la evidencia disponible y proponer un modelo que facilite su aplicación en el aula (Riaño Garcés, 2024). Comprender que todas las células evolucionaron a partir de un antepasado común y es fundamental para la biología celular y molecular, pero su enseñanza requiere cuidado; ya que una explicación inadecuada puede transmitir ideas distorsionadas sobre la naturaleza de la ciencia (Cabrera Melgar et al., 2022).

Hoy en día, los temas científicos forman parte de la vida cotidiana gracias a los múltiples medios de comunicación, lo que hace aún más relevante su correcta comprensión, ya que el reconocimiento del valor de la ciencia es clave para el desarrollo social y la resolución de problemas. Sin embargo; en el contexto escolar persisten dificultades importantes en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, frecuentemente percibidas como abstractas y fragmentadas (Teófilo & Gallão, 2019)

Este trabajo tiene 2 propósitos principales: en primer lugar, busca sistematizar los fundamentos teóricos disponibles en la literatura sobre gamificación y juegos educativos aplicados a la enseñanza de la célula y los ecosistemas, y su relación descrita con el aprendizaje conceptual, la motivación de los estudiantes y la retención de los contenidos. En segundo lugar, el trabajo aspira a proponer un modelo pedagógico integrado que pueda aplicarse de forma práctica en los distintos contextos educativos de América Latina, considerando la diversidad de recursos disponibles en la región (Malamed, 2012; Matsumoto, 2016).

## **Estado del arte**

### **Fundamentos de aprendizaje en biología.**

El aprendizaje de la biología requiere comprender procesos complejos que ocurren en diferentes niveles. Esto implica que el estudiante no solo memorice conceptos, sino que logre establecer relaciones entre ellos, los tres niveles de representación simultáneos son: molecular-celular (orgánulos, membranas, metabolismo), el organizmismo (fisiología, morfología) y el ecosistémico (flujos de energía, ciclos biogeoquímicos, sucesión ecológica).

Desde la perspectiva del aprendizaje significativo, es fundamental que los nuevos conocimientos se conecten con ideas previas. Sin embargo, esto no siempre ocurre cuando los contenidos se presentan de forma aislada o excesivamente teórica. Por otro lado, la teoría de la carga cognitiva de los autores (Sweller, 1988; Sweller et al., 2019) plantea que el exceso de información puede dificultar la comprensión. En este sentido; el uso de recursos interactivos puede facilitar el aprendizaje al organizar mejor la información; por ejemplo, la comprensión de procesos como la Fosforilación oxidativa o las cascadas tróficas impone una carga intrínseca elevada, dada la complejidad inherente de los conceptos, que debe gestionarse de forma cuidada para evitar la saturación de la memoria de trabajo.

La teoría de la autodeterminación Ryan & Deci (2000) ofrece otro andamiaje teórico central: los seres humanos poseen necesidades psicológicas básicas de competencia, autonomía y relación social cuya satisfacción promueve la motivación intrínseca y el aprendizaje profundo. Los juegos educativos bien diseñados satisfacen estas necesidades de manera estructural: los desafíos graduados nutren la competencia percibida; la posibilidad de elegir estrategias y rutas de juego fomenta la autonomía; y las mecánicas colaborativas o competitivas construyen sentido de comunidad.

### **Gamificación en educación: conceptos y componentes**

La gamificación consiste en incorporar elementos de los juegos en contextos que no son lúdicos, como la educación, ya que su objetivo principal es aumentar las experiencias más atractivas y motivadoras para los estudiantes. Consiste en incorporar elementos propios de los juegos como: sistema de puntos – niveles de progresión – retos o misiones – retroalimentación inmediata; dentro de contextos como la educación, con el propósito de despertar el interés y aumentar la participación. En el ámbito educativo; esta metodología favorece la implicación del estudiante en su propio proceso de aprendizaje, promoviendo una actitud más activa y participativa. Esta lógica se inspira en la experiencia de los videojuegos: una vez que el participante comprende las reglas y dinámicas, se compromete de forma más activa con la tarea (Mallitasig Sangucho & Freire Aillón, 2020).

Desde una perspectiva crítica, se advierte que la gamificación aplicada de forma superficial, basada únicamente en recompensas externas como puntos o premios, puede afectar

---

negativamente la motivación intrínseca de los estudiantes con el tiempo. Este enfoque busca fomentar una participación más auténtica y duradera. En el ámbito de las Ciencias Naturales, cumple un papel fundamental, ya que no solo transmite conocimiento; sino que también promueve el desarrollo del pensamiento científico (Rodríguez & Avendaño, 2018).

### **Aprendizaje basado en juegos en ciencias biológicas**

El aprendizaje basado en juegos (GBL) permite que los estudiantes interactúen directamente con los contenidos. En el caso de la biología, esto resulta especialmente útil debido a la naturaleza dinámica de sus procesos; por ejemplo: simulaciones para procesos celulares – juegos de roles para ecosistemas – plataformas digitales para la evaluación. Estas herramientas facilitan la comprensión al representar situaciones que serían difíciles de observar en la realidad Hattie (2023) reporta un tamaño del efecto promedio de  $d = 0.51$  para intervenciones de simulación y  $d = 0.43$  para juegos educativos sobre aprendizaje conceptual en ciencias.

La especificidad del dominio importa porque la biología presenta características que la distinguen de otras ciencias: sus objetos de estudio son sistemas complejos no lineales dentro de la rama de la biología (tanto celular como molecular y cinética); cuyos procesos operan en escalas temporales y espaciales, que van desde los nanosegundos de una reacción enzimática hasta los millones de años de la evolución; y muchos de sus conceptos centrales (homeostasis, nicho ecológico, flujo de energía) son relacionales y no pueden comprenderse en aislamiento (Jamiyansuren & Khurelbaatar, 2017).

### **Metodología**

Este trabajo constituye una propuesta teórica y pedagógica, no una revisión sistemática ni un metaanálisis. El modelo que se presenta en la sección siguiente se construyó a partir de la integración conceptual de tres marcos teóricos consolidados en la literatura de la psicología educativa y el diseño instruccional: la teoría de la autodeterminación de Ryan & Deci (2000) , el aprendizaje situado Lave & Wenger (2008) y los principios estructurales del diseño de juegos, adaptados a las particularidades de la enseñanza de la biología celular y los ecosistemas descritas en el apartado anterior. Los ejemplos y estudios puntuales citados a lo largo del trabajo por ejemplo (Hattie, 2023; Mabel Della Costa & Ocelli, 2020; Mallitasig Sangucho & Freire Aillón, 2020) se emplean como antecedentes ilustrativos que respaldan la plausibilidad teórica



del modelo, y no deben interpretarse como el resultado de una búsqueda sistemática ni de un análisis cuantitativo agregado propios de este trabajo. La validación empírica del modelo, mediante estudios experimentales o cuasiexperimentales que evalúen su implementación en el aula donde se plantea como una línea de investigación futura, y no como un hallazgo ya obtenido.

### **Marco de métricas propuesto para la evaluación futura del modelo**

Con vistas a orientar la futura validación empírica del modelo MIGCB, se propone clasificar la evaluación de sus intervenciones según el tipo de métrica utilizada para medir el impacto de las estrategias gamificadas. Se proponen 3 dimensiones de evaluación complementarias, cuya presencia conjunta se considera relevante para la calidad metodológica de los estudios que en el futuro pongan a prueba el modelo:

**Dimensión cognitiva:** La dimensión cognitiva se centraría en medir la comprensión conceptual mediante pruebas aplicadas antes y después de la intervención (Párraga-Toala et al., 2024). Es importante que estas evaluaciones no se limiten a niveles básicos del aprendizaje, como el recuerdo y la comprensión. Esto mostraría una limitada exploración de habilidades cognitivas de mayor complejidad. En este sentido, (Anderson & Krathwohl, 2001; Guzman Nuñez et al., 2024) señalan que el desarrollo del aprendizaje también debería considerar niveles superiores de pensamiento.

**Dimensión afectiva:** La dimensión afectiva permitiría explorar componentes relacionados con la motivación, el interés y las percepciones que los estudiantes tienen hacia su propio aprendizaje, mediante cuestionarios validados para evaluar la autoeficacia académica, el interés situacional y la motivación intrínseca en medidas pre y post intervención. Estas herramientas han sido desarrolladas en la literatura para explorar los efectos de las estrategias gamificadas en las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje (Ryan & Deci, 2000). En particular, la autoeficacia fue identificada como un factor relevante que explica el compromiso académico (Deci et al., 1991).

**Dimensión conductual y aprendizaje observable:** La dimensión conductual se enfocaría en el análisis de la participación activa de los estudiantes durante las actividades gamificadas, mediante registros obtenidos a partir de plataformas virtuales de aprendizaje, donde se

analizarían indicadores como la frecuencia de acceso, el tiempo dedicado a las tareas y el nivel de interacción colaborativa. Según (de-Marcos et al., 2017) estas métricas permiten identificar con mayor precisión el nivel de compromiso real del estudiante con la actividad. Este enfoque permite visualizar el desarrollo del pensamiento del estudiante más allá de los resultados de evaluaciones tradicionales, tal como destacan (Hamari et al., 2014).

## Resultados

### Modelo de integración gamificada para ciencias biológicas (MIGCB)

A partir de la integración de los marcos teóricos revisados, se propone el Modelo de Integración Gamificada para Ciencias Biológicas (MIGCB), un marco pedagógico de cinco fases que sintetiza los principios del aprendizaje situado (Lave & Wenger, 2008), la teoría de la autodeterminación (Ryan & Deci, 2000) y los elementos estructurales del diseño de juegos (Rodríguez & Avendaño, 2018).

- **Fase I: Diagnóstico y contextualización (Encuadre lúdico)**

Identificación de conocimientos previos y características del grupo. Donde el docente establece el marco narrativo o de juego que dará coherencia a toda la secuencia instruccional. Mientras tanto; para biología celular, el marco puede ser el de un equipo de investigadores que debe salvar a una célula enferma; para ecosistemas, el de gestores ambientales que enfrentan una crisis ecológica. Esta fase incluye una evaluación diagnóstica inicial conocida como “Quiz” luego se realiza una retroalimentación inmediata para mejorar la puntuación del estudiante para que pueda activar sus conocimientos previos y así calcule el nivel de dificultad inicial, según las investigaciones de los autores (Mollo Flores & Acosta, 2022).

- **Fase II: Exploración guiada (Mecánicas de descubrimiento)**

Los estudiantes interactúan con simulaciones o materiales manipulativos que les permiten explorar los procesos biológicos de manera activa y con consecuencias visibles de sus decisiones. Las mecánicas de descubrimiento incluyen niveles de progresión desbloqueables, coleccionables de información (fichas de orgánulos, cartas de especies del ecosistema) y misiones de indagación con retroalimentación formativa automatizada. El andamiaje se reduce

gradualmente conforme aumenta la competencia demostrada.

- **Fase III: Construcción colaborativa (Dinámicas sociales)**

El aprendizaje conceptual se consolida mediante actividades cooperativas donde los equipos deben aplicar los conocimientos adquiridos para resolver problemas de mayor complejidad. Las mecánicas de cooperación-competición (equipos que compiten entre sí para resolver un problema ecosistémico o para reconstruir la ruta metabólica completa de una célula) explotan tanto las necesidades de competencia como las de relación social descritas en la TAD.

En el contexto de instituciones de educación secundaria, esta fase busca convertir el aula en un entorno donde el aprendizaje de las ciencias naturales resulte genuinamente significativo a través de la colaboración grupal. Como señala Pérez (2024), los entornos virtuales sustentados en el socio-constructivismo favorecen que el conocimiento trascienda la memorización, hallazgo que coincide con lo reportado por Xiulin et al. (2023) sobre el rol de la conciencia de grupo en entornos CSCL. En ambos casos, el objetivo pedagógico permanece constante: que los estudiantes no solo memoricen, sino que también comprendan y apliquen los conceptos biológicos trabajados.

La implementación de esta fase en contextos educativos reales evidencia que se requieren tácticas específicas para traducir el trabajo en equipo en un desarrollo intelectual genuino. En última instancia, se trata de reconocer cómo la articulación de esos esfuerzos en el aula contribuye a formar ciudadanos más críticos, preparados para los desafíos científicos actuales (Guzman Nuñez et al., 2024)

Desde el marco del CSCL (Aprendizaje Colaborativo Apoyado por Computadora), la creación de espacios virtuales convierte el aprendizaje en un proceso distribuido antes que aislado: el intercambio constante entre pares, mediado por las TIC, sostiene la construcción conjunta de conocimiento. En este sentido, Hattie (2023) plantea que la tecnología no es solo un medio de transmisión, sino un catalizador de la retroalimentación; el docente pasa así a cumplir un rol de guía, facilitando que el estudiante desarrolle y exprese sus propias ideas.

En definitiva, se requieren herramientas que favorezcan un ciclo sostenido de autogestión y mejora continua, de modo que cada intervención tenga un efecto duradero en el aprendizaje

---

(Garcia Gonzalez, 2013).

- **Fase IV: Evaluación integrada, formativa y sumativa (Retroalimentación y niveles)**

La evaluación abandona el modelo de examen único puntual y adopta una lógica de avance por niveles: el estudiante puede repetir desafíos para mejorar su puntuación, recibe retroalimentación inmediata y específica sobre sus errores, y visualiza su progresión en una gráfica personal. La evaluación entre pares (peer assessment) se incorpora mediante mecánicas de inspección o revisión de misiones completadas por (García-Jiménez, 2015). También atribuye a la evaluación un papel sumativo: una vez concluido y ajustado el currículo, esta función permite a los responsables institucionales determinar si los resultados obtenidos justifican, frente a otras alternativas, la inversión de recursos que el sistema educativo destina a su implementación.

Evaluar no es juzgar, sino abrir un diálogo en el que la autoevaluación y el apoyo de los compañeros no son menos importantes que la contribución del profesor. Según Hattie & Timperley (2007), la clave es ir más allá de la simple retroalimentación, que analiza lo que ya se ha hecho, para abrazar el feedforward, esa chispa que impulsa al estudiante hacia sus metas futuras con herramientas claras. Como el profesor no está allí para dirigir el curso, sino solo para dar insumos que el estudiante procese internamente para ganar autonomía. Al aprender niveles que abarcan desde tareas técnicas hasta la autorregulación, el estudiante no se convierte en un receptor pasivo en el proceso de aprendizaje, sino más bien en un arquitecto de ese progreso, construyendo un mapa de hacia dónde debe ir a continuación basado en los comentarios que ha recibido (Guzman Nuñez et al., 2024; Mallitasig Sangucho & Freire Aillón, 2020; Mollo Flores & Acosta, 2022).

- **Fase V – Reflexión metacognitiva y transferencia (Debriefing)**

La fase de debriefing; frecuentemente omitida en implementaciones de GBL— es metodológicamente crítica para transformar la experiencia lúdica en aprendizaje transferible (Faro i Basco, 2022). El docente facilita una reflexión estructurada donde los estudiantes articulan explícitamente los conceptos biológicos aprendidos, identifican sus propias fortalezas y áreas de mejora, y conectan los conocimientos con situaciones del mundo real como: la

biotecnología, la conservación de ecosistemas y el cambio climático (Ortega Ruiz, 2007).

## **Discusión**

El análisis teórico realizado sugiere que la gamificación puede ser una herramienta útil en la enseñanza de la biología, siempre que su implementación considere las precauciones pedagógicas señaladas en los apartados anteriores. La evidencia reportada en la literatura general, como los tamaños de efecto de  $d = 0.51$  para simulaciones y  $d = 0.43$  para aprendizaje basado en juegos que Hattie (2023) documenta para las ciencias; es consistente con la plausibilidad teórica del modelo MIGCB, si bien su magnitud específica para la enseñanza de la biología celular y los ecosistemas está aún por comprobarse empíricamente.

La especificidad del dominio de los procesos dinámicos y visualizables podrían hacerlo particularmente sensible a los beneficios de la representación lúdica, aunque esta es una hipótesis que requiere validación experimental, no un hallazgo de este trabajo.

Uno de los aspectos más relevantes es la necesidad de adaptar las estrategias al contenido. Por ejemplo, los procesos celulares que ocurren en escalas invisibles y siguen las rutas bioquímicas específicas, que prosperan a través de representaciones visuales y manipulables; los ecosistemas son sistemas complejos en el que incluyen muchos actores e interacciones no lineales; lo que permite juegos de rol en los que cada uno de los estudiantes encarna una especie o componente abiótico. Las simulaciones resultan ser más efectivas para los procesos celulares ya que permiten menos manipulación y pueden integrarse con otros objetivos de aprendizaje y aun así facilitar la capacidad de visualizar procesos abstractos en un escenario dinámico, mientras que los juegos de roles funcionan mejor en temas ecológicos (Mabel Della Costa & Ocelli, 2020).

También es importante considerar las limitaciones, como el acceso a la tecnología o la formación docente, especialmente en contextos latinoamericanos. En los sistemas educativos donde la evaluación de los aprendizajes suele concentrarse en la acumulación de información a corto plazo, la posibilidad de aplicar intervenciones que produzcan huellas mnémicas más duraderas tiene un valor tanto pedagógico como sistémico. La revisión de Mayer (2019) sobre el aprendizaje multimedia señala que la combinación de representación verbal y pictórica activa

canales de procesamiento complementarios, y las simulaciones gamificadas integran precisamente esta combinación.

Las limitaciones de esta propuesta se reconocen explícitamente. Al tratarse de una fundamentación teórica y no de una revisión empírica ni de un metaanálisis, el modelo MIGCB carece todavía de evidencia cuantitativa propia sobre su efectividad. La heterogeneidad documentada en la literatura general sobre gamificación Hamari et al. (2014) sugiere que el efecto de estas estrategias varía sustancialmente según el contexto de aplicación, por lo que no puede asumirse que el modelo replicará automáticamente los resultados de intervenciones similares reportadas en otros estudios. Asimismo, la escasez de estudios con seguimiento a largo plazo (>6 meses) y con medidas de transferencia real en la aplicación en contextos auténticos señalada en la literatura general constituye una limitación que la futura validación empírica del modelo deberá abordar directamente.

## **Conclusiones**

La gamificación y el aprendizaje basado en juegos representan alternativas teóricamente fundamentadas para mejorar la enseñanza de la biología celular y los ecosistemas, de acuerdo con la evidencia disponible en la literatura sobre su relación con el aprendizaje conceptual, la motivación intrínseca y la retención del conocimiento. A partir de esta fundamentación, el modelo MIGCB propuesto ofrece a los docentes y a los diseñadores instruccionales un marco que articula la teoría con las mejores prácticas identificadas en la literatura, cuya efectividad específica queda pendiente de validación empírica.

Para la práctica docente, las implicaciones son tres: (1) la elección de la mecánica gamificada debe estar guiada por la naturaleza epistemológica del contenido biológico y no por la disponibilidad de herramientas; (2) el debriefing metacognitivo es un componente no negociable para maximizar la transferencia; y (3) el diseño inclusivo debe prever efectos diferenciales según el perfil académico y la autoeficacia percibida de los estudiantes.

Para la investigación futura, se identifican cuatro prioridades: en primer lugar, y de forma más urgente, la validación empírica del propio modelo MIGCB mediante estudios experimentales o cuasiexperimentales que evalúen su implementación real en el aula; estudios longitudinales con

medidas de transferencia a contextos auténticos (resolución de problemas ambientales reales, proyectos de biotecnología escolar); investigación de implementación que documente los factores contextuales que moderan la adopción y efectividad en sistemas educativos con recursos limitados; y diseños experimentales con evaluación de habilidades de orden superior (análisis sistémico, argumentación científica, pensamiento crítico) como variables dependientes primarias.

Lo más importante es reconocer que el docente refleja sus pensamientos en sus acciones, y esto determina, condiciona o mejora su práctica educativa. Por lo tanto, cualquier propuesta didáctica debe primero reconocer la epistemología.

## Referencias bibliográficas

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *Bloom's Taxonomy Revised Understanding the New Version of Bloom's Taxonomy*.
- Cabrera Melgar, V., Calsin Maihuire, L., Molina Araujo, J., Quispe Umiyauri, A., Rosado Ballivàn, M., Sucasaire Usca, E., Taco Calderòn, L., & Valero, T. (2022). *BIOLOGÍA CELULAR Y ORGANISMOS MODELOS*.
- Deci, E. L., Vallerand, R. J., Pelletier, L. G., & Ryan, R. M. (1991). Motivation and Education: The Self-Determination Perspective. *Educational Psychologist*, 26(3–4), 325–346. <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653137>
- de-Marcos, L., García-López, E., & García-Cabot, A. (2017). Dataset on the learning performance of ECDL digital skills of undergraduate students for comparing educational gaming, gamification and social networking. *Data in Brief*, 11, 155–158. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2017.01.017>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification.” *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, MindTrek 2011*, 9–15. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>

- 
- Mollo Flores, M. E., & Acosta, A. D. (2022). Modelo de retroalimentación formativa integrada. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(1), 391–401. <https://orcid.org/0000-0002-6384-5866>
- Garcia Gonzalez, I. (2013). Diseño Funcional y Propuesta de Implementación de una Herramienta de Apoyo a la Construcción Colaborativa de Conocimiento. In *TESI* (Vol. 14, Number 1).
- Garcia-Barros, S., Martínez-Losada, C., & Garrido, M. (2011). What do children aged four to seven know about the digestive system and the respiratory system of the human being and of other animals? *International Journal of Science Education*, 33(15), 2095–2122. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.541528>
- García-Jiménez, E. (2015). La evaluación del aprendizaje: de la retroalimentación a la autorregulación. El papel de las tecnologías. *RELIEVE - Revista Electronica de Investigacion y Evaluacion Educativa*, 21(2). <https://doi.org/10.7203/relieve.21.2.7546>
- Guzman Nuñez, N. E., Chamorro-Aldaz, W. M., & Morales Neira, D. J. (2024). Estrategia colaborativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje para construir aprendizaje significativo en Ciencias Naturales. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 29(314), 62–77. <https://doi.org/10.46642/efd.v29i314.7539>
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? - A literature review of empirical studies on gamification. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 3025–3034. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>
- Hattie, J. (2023). *Visible Learning: The Sequel a Synthesis of over 2,100 Meta-Analyses Relating to Achievement*.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. In *Review of Educational Research* (Vol. 77, Number 1, pp. 81–112). SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Jamiyansuren, J., & Khurelbaatar, T. (2017). *Molecular Biology of the Cell*, Sixth edition.



- 
- Central Asian Journal of Medical Sciences*, 3(2), 195–197.  
<https://doi.org/10.24079/cajms.2017.06.014>
- Lave, J., & Wenger, E. (2008). *Situated Learning Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press.
- Mabel Della Costa, G., & Ocelli, M. (2020). Análisis de simulaciones computacionales para la enseñanza del modelo de evolución biológica por selección natural. *Revista Eureka*, 17(2).  
[https://doi.org/10.25267/REV\\_EUREKA\\_ENSEN\\_DIVULG\\_CIENC.2020.V17.I2.2201](https://doi.org/10.25267/REV_EUREKA_ENSEN_DIVULG_CIENC.2020.V17.I2.2201)
- Malamed, C. (2012). Book Review: “The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies For Training And Education” by Karl Kapp. *ELearn*, 2012(5). <https://doi.org/10.1145/2207270.2211316>
- Mallitasig Sangucho, A. J., & Freire Aillón, T. M. (2020). Gamificación como técnica didáctica en el aprendizaje de las Ciencias Naturales. *INNOVA Research Journal*, 5(3), 164–181.  
<https://doi.org/10.33890/innova.v5.n3.2020.1391>
- Matsumoto, T. (2016). Motivation Strategy Using Gamification. *Creative Education*, 07(10), 1480–1485. <https://doi.org/10.4236/ce.2016.710153>
- Mayer, R. E. (2019). Thirty years of research on online learning. *Applied Cognitive Psychology*, 33(2), 152–159. <https://doi.org/10.1002/acp.3482>
- Faro i Basco, M. (2022). L'ús de la reflexió guiada (debriefing) en la simulació clínica de complexitat alta: element clau per a l'adquisició de coneixements i habilitats. *EScola de Doctorat*.
- Ortega Ruiz, F. J. (2007). *MODELOS DIDÁCTICOS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES*. <http://www2.uah.es/jmc/webens/142.html>
- Párraga-Toala, L. D., Toala-Cedeño, L. K., Pazmiño-Rodríguez, M. J., & López-Cusme, K. Y. (2024). Estrategias para la Intervención Psicopedagógica en el Aula. *CIENCIAMATRIA*,

10(1), 439–455. <https://doi.org/10.35381/cm.v10i1.1233>

- Pérez, C. R. (2024). Transformando la educación: Innovación y aprendizaje colaborativo. Un enfoque socioconstructivista. *Revista Orinoco. Pensamiento y Praxis*, 14(2), 56–79.
- Rodríguez, L., & Avendaño, H. (2018). Gamificación como estrategia de aprendizaje en la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica secundaria. *Revista Tecnè, Episteme y Didaxis*.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54–67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Santos, I. E. M., Bárbara, D., & Carvajal Hernández, M. (2019). *Una mirada a los fundamentos biológicos de la educación desde la teoría de Santiago A look at the biological foundations of education from the theory of Santiago* (Vol. 15, Number 2).
- Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. [https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202\\_4](https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4)
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. In *Educational Psychology Review* (Vol. 31, Number 2, pp. 261–292). Springer New York LLC. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Teófilo, F. B. S., & Gallão, M. I. (2019). História e Filosofia da Ciência no ensino de Biologia Celular. *Ciência & Educação (Bauru)*, 25(3), 783–801. <https://doi.org/10.1590/1516-731320190030012>
- Riaño Garcés, V. A. (2024). Los Estándares de Ciencias Naturales en el aula. Una Reflexión desde el Concepto de Evolución Biológica. *Boletín Redipe*.
- Xiulin, M., Jingjing, L., & Chenyu, F. (2023). An empirical study on the effect of group awareness in CSCL environments. *Interactive Learning Environments*, 31(1), 38–53. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1758730>

---

## **Declaraciones finales**

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés relacionado con el presente trabajo.

**Financiamiento:** Esta investigación no recibió financiamiento externo de agencias públicas, comerciales o sin fines de lucro.

**Agradecimiento:** NA.

**Uso de inteligencia artificial generativa:** NA.

**Nota editorial:** El presente artículo es original e inédito y no es producto de una publicación anterior.