

LA EDUCACIÓN BASADA EN JUEGOS. UNA VISIÓN MULTIDISCIPLINAR

Jordi Careny
EADA Business School

RESUMEN

El uso de juegos en entornos educativos se ha consolidado como un enfoque pedagógico innovador que va ganando aceptación entre docentes y estudiantes. En general, los defensores de este tipo de recurso didáctico sostienen que su efectividad se basa en dos principios clave. Por una parte, afirman que los juegos educativos favorecen la motivación. Por otra, argumentan que estas herramientas pueden contribuir a gestionar la carga cognitiva de los estudiantes. Sin embargo, su implementación en el sistema educativo se enfrenta a distintos desafíos, siendo el más importante las dudas que persisten en cuanto a su eficacia pedagógica. Este trabajo pretende aportar evidencias de que el aprendizaje basado en juegos puede contribuir a mejorar los resultados académicos, a pesar de los retos que su implementación en las aulas presenta.

1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje a través de juegos consiste en integrar elementos lúdicos y mecánicas propias de los juegos (digitales o de mesa) en contextos educativos con el objetivo de aumentar la motivación de los estudiantes. Como consecuencia de una mayor motivación, se espera que el uso de este tipo de herramienta impulse a los estudiantes a dedicar más tiempo y esfuerzo al aprendizaje y que esto contribuya a una mejor asimilación y retención del conocimiento. Actualmente, el aprendizaje con juegos abarca desde sofisticadas simulaciones empresariales hasta sencillas aplicaciones para dispositivos móviles (apps), diseñadas para aprender conceptos básicos de matemáticas.

El creciente uso de este tipo de recursos didácticos no es casual; responde a una serie de factores, incluyendo la evolución de los modelos educativos, la aparición de nuevas tecnologías y las características de las nuevas generaciones de estudiantes. Tradicionalmente, la educación se ha basado en un modelo de enseñanza centrado en el profesor, donde el conocimiento se transmitía de forma unidireccional desde el docente hacia el alumno. Sin embargo, este modelo está siendo reemplazado gradualmente por un enfoque más centrado en el estudiante, que promueve la participación, la colaboración y el aprendizaje autodirigido. En este contexto, los juegos son una herramienta valiosa para que el estudiante participe en el proceso de construcción de su propio conocimiento de forma activa y significativa. Además, la proliferación de dispositivos digitales y la familiaridad de los estudiantes con los videojuegos han creado un entorno propicio para la adopción de juegos digitales. Los estudiantes de hoy, a menudo denominados "nativos digitales", han crecido inmersos en un mundo digital y se sienten cómodos interactuando con la tecnología. Para estos estudiantes, un juego digital puede ser una forma atractiva y motivadora de aprender.

Sin embargo, existe un debate abierto sobre el impacto educativo real de los juegos. Hay quienes sostienen que su efecto es efímero, limitado a un entretenimiento pasajero sin consecuencias duraderas. Otros consideran que los juegos pueden ser perjudiciales: creen que pueden derivar en distracciones que afectan negativamente el rendimiento académico de los estudiantes. Y, por otro lado, están quienes creen

que los juegos pueden hacer una aportación valiosa en el ámbito educativo. Este artículo busca contribuir a este debate ofreciendo algunas reflexiones sobre los fundamentos teóricos que respaldan la efectividad de los juegos como recurso educativo a la vez que presentar evidencias empíricas sobre su efectividad.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL APRENDIZAJE BASADO EN JUEGOS

Resulta complicado defender la utilidad de los juegos como recurso educativo sin el respaldo de una base teórica sólida que explique de manera convincente cómo influyen en el proceso de aprendizaje

Desde el punto de vista de la antropología cultural, está bien establecido que jugar es un aspecto fundamental en el aprendizaje humano ya que el aprender y jugar comparten múltiples características. Por ejemplo, ambos fomentan la exploración y experimentación, permitiendo a las personas adquirir conocimientos a través de la práctica y la interacción con su entorno. Además, el juego y el aprendizaje suelen involucrar desafíos y resolución de problemas, promoviendo el desarrollo cognitivo y la creatividad. Asimismo, el juego facilita la socialización, ya que a menudo se desarrolla en entornos grupales, ayudando a interiorizar normas, roles y valores culturales, de manera similar a muchos procesos educativos. Es decir, aunque con manifestaciones diversas a lo largo de la historia y en distintas culturas, los juegos han funcionado siempre no solo como una forma de entretenimiento y socialización, sino también como valiosas herramientas de aprendizaje.

Desde el punto de vista de la psicología, el aprendizaje a través de juegos se ha vinculado con diversas macro-teorías, incluyendo el conductismo, el cognitivismo y el constructivismo. Desde el enfoque conductista, los juegos pueden reforzar la adquisición de nuevos conocimientos mediante la repetición de actividades y/o la toma de decisiones, cuyos resultados pueden contrastarse con la retroalimentación que típicamente ofrecen los juegos. Desde la perspectiva del cognitivismo, los juegos facilitan la adquisición de nuevos conocimientos al mejorar la gestión de la carga cognitiva inherente a todo proceso de aprendizaje. Por ejemplo, los juegos digitales con frecuencia incorporan mecanismos de apoyo e instrucción guiada. Estos elementos proporcionan apoyo progresivo hasta que el estudiante desarrolla la autonomía necesaria para aplicar lo aprendido fuera del entorno del juego. Desde la perspectiva constructivista, actualmente predominante, el aprendizaje se vuelve más significativo cuando los estudiantes participan activamente en experiencias inmersivas e interactivas, como sería el caso de un juego en realidad virtual sobre el funcionamiento de las células. Bajo este enfoque constructivista, los juegos proporcionan un entorno ideal donde los estudiantes pueden experimentar, explorar y descubrir principios por sí mismos.

En el marco de estas teorías, la literatura ha establecido que la efectividad de los juegos en el aprendizaje se basa en dos principios fundamentales. El primer principio sostiene que los juegos en contextos educativos pueden aumentar la motivación de los estudiantes, lo que los lleva a dedicar más tiempo y esfuerzo a la asimilación de los contenidos curriculares. El segundo establece que los juegos pueden contribuir a una mejor gestión de la carga cognitiva, facilitando la integración y consolidación a largo plazo de la información transmitida.

A continuación, se exploran en mayor profundidad ambos principios, destacando cómo los juegos educativos encajan en distintas teorías motivacionales y como impactan en la regulación de la carga cognitiva.

Una de las teorías de motivación más relevantes en el ámbito del aprendizaje con juegos es la teoría del estado de flow (“fluir”) de Csikszentmihalyi (1975, 1997). El estado de flow se identifica con un estado de inmersión total en una actividad, en el cual los jugadores/estudiantes están completamente enfocados en una tarea. Para que un juego en el contexto educativo logre llevar a un estudiante a este estado de inmersión, debe mantener un equilibrio entre el nivel de desafío y la habilidad del jugador, evitando tanto la frustración como el aburrimiento, de forma que el estudiante “fluya” con el juego. Un ejemplo de este principio podría ser el uso de videojuegos educativos en la enseñanza de historia. En este tipo de juegos, los estudiantes pueden asumir el rol de un personaje histórico y deben tomar

decisiones basadas en contextos históricos reales. A medida que avanzan, los desafíos se vuelven más complejos y requieren aplicar conocimientos de historia más avanzados para desbloquear nuevas misiones. Este equilibrio entre desafío y habilidad fomenta la inmersión del estudiante en la experiencia de aprendizaje, generando un estado de flow que aumenta su compromiso y mejora la retención de conocimientos. Un ejemplo empírico puede verse en Hamari et al. (2016), donde los resultados de su estudio mostraron que el estado de flow generado durante una experiencia de aprendizaje con juegos en un curso de física tuvo un efecto positivo en el aprendizaje de los alumnos.

Otro marco teórico ampliamente utilizado en la investigación sobre la relación entre motivación y aprendizaje a través de juegos es el modelo ARCS, propuesto por Keller (1987, 2016). Este modelo establece que la motivación que generan los juegos en el contexto educativo depende de su capacidad de captar la atención mediante elementos visuales y mecánicas atractivas, la relevancia del contenido del juego en relación con los objetivos de aprendizaje, la confianza que los jugadores desarrollan a través de una sensación de progresión clara a lo largo del juego, y la satisfacción obtenida mediante recompensas y reconocimiento. Por ejemplo, un juego de mesa sobre medio ambiente en el que los jugadores asumen el rol de gestores de una ciudad sostenible puede activar los cuatro componentes del modelo ARCS. La atención se capta mediante un diseño visual atractivo, con tableros coloridos, fichas temáticas y cartas con eventos inesperados (como incendios forestales o sequías). La relevancia se refuerza al vincular cada acción del juego con contenidos curriculares de ciencias naturales o educación ambiental, como el reciclaje, el uso de energías renovables o la conservación de recursos.

A medida que los jugadores toman decisiones y ven mejorar la salud ambiental de su ciudad, desarrollan confianza en su capacidad para aplicar conocimientos y resolver problemas. Finalmente, la satisfacción surge al completar objetivos colectivos o individuales, obtener reconocimientos dentro del juego (como ser declarado “ciudad más verde”) y reflexionar sobre el impacto positivo de sus decisiones, tanto dentro como fuera del aula. En esta línea, el estudio de Ajfar et al. (2020), por ejemplo, proporcionó evidencia empírica de como en una intervención educativa sobre estudiantes de óptica, un juego digital fue capaz de activar los principios motivacionales del modelo ARCS, lo que se tradujo no sólo en una mayor motivación intrínseca de los estudiantes, sino que también mejoró sus resultados de aprendizaje.

La teoría de la autodeterminación, desarrollada por Ryan y Deci (2000, 2017) es otro de los marcos teóricos que se han utilizado para sustentar los efectos motivacionales del aprendizaje con juegos. Esta teoría sostiene que la motivación intrínseca es clave para el aprendizaje y que ésta se basa en tres necesidades fundamentales: la autonomía, que permite a los estudiantes tomar decisiones y controlar su propio aprendizaje; la competencia, que se fortalece cuando los estudiantes superan desafíos y reciben retroalimentación positiva; y la relación social a través de la interacción con otros estudiantes. Parece claro que si los juegos pueden satisfacer estas tres necesidades psicológicas, también pueden contribuir a mantener la motivación intrínseca de los estudiantes. Por ejemplo, un juego digital sobre el sistema solar puede alinearse de forma efectiva con los tres pilares de la teoría de la autodeterminación. La autonomía se fomenta cuando el juego permite a los estudiantes elegir libremente qué planeta explorar, en qué orden completar misiones o qué tipo de nave utilizar, lo que les da una sensación de control sobre su propio proceso de aprendizaje.

La competencia se activa al superar retos como responder preguntas sobre características planetarias, resolver acertijos astronómicos o completar recorridos espaciales, siempre con retroalimentación inmediata que refuerza sus logros y les permite avanzar a niveles más complejos. Por último, la relación social puede integrarse a través de funcionalidades colaborativas o competitivas, como formar equipos para construir una colonia en Marte o comparar avances con compañeros, promoviendo la interacción y el aprendizaje compartido. Al satisfacer estas tres necesidades psicológicas, el juego no solo enseña contenidos sobre el sistema solar, sino que mantiene viva la motivación intrínseca de los estudiantes a lo largo de la experiencia. En el ámbito de la administración de empresas, Buil et al. (2019) mostraron cómo un juego de simulación empresarial resultó ser una herramienta efectiva para promover la autodeterminación y la motivación intrínseca de un grupo de estudiantes, lo que contribuyó a mejorar su aprendizaje.

El aprendizaje con juegos también guarda una estrecha relación con la teoría de la carga cognitiva (CLT, por sus siglas en inglés), propuesta por Sweller (1988; 2019). La CLT establece que la eficiencia de un método de instrucción depende de cómo impacte en la memoria a corto plazo. La CLT distingue entre memoria a corto y a largo plazo, siendo ambas necesarias para el proceso de aprendizaje. A diferencia de la memoria a largo plazo, que puede almacenar grandes cantidades de información de manera semi-permanente, la memoria a corto plazo tiene una capacidad limitada. La función de la memoria de corto plazo es procesar la nueva información entrante y organizarla en estructuras mentales. Estas estructuras o esquemas cognitivos ayudan a dar sentido al conocimiento adquirido. Una vez consolidados, los esquemas cognitivos se almacenan en la memoria a largo plazo para su recuperación en el futuro.

De acuerdo con la CLT, la carga cognitiva sobre la memoria a corto plazo se clasifica en tres tipos: intrínseca, extrínseca y germana, y la eficacia de un juego educativo radicará en su capacidad para modular estas cargas de manera adecuada. La carga cognitiva intrínseca se refiere a la complejidad inherente del contenido que se está aprendiendo. De acuerdo con la CLT, un juego efectivo debería permitir gestionar la carga intrínseca, modulando la dificultad del contenido de aprendizaje de manera gradual, permitiendo que los estudiantes se enfrenten a desafíos progresivos a medida que van consolidando sus conocimientos. Por ejemplo, un estudiante de informática está aprendiendo a programar en Python. Al principio, enfrentarse a conceptos como variables, bucles y estructuras de datos implica una alta carga cognitiva intrínseca, ya que el contenido es inherentemente complejo y requiere esfuerzo mental significativo. Una forma posible para reducir esta carga podría ser a través de algún juego sobre la materia de estudio que hiciera posible introducir los conceptos de manera progresiva, comenzando con conceptos básicos antes de pasar a problemas más avanzados.

Por otro lado, la carga cognitiva extrínseca está relacionada con los elementos de los juegos que no contribuyen al aprendizaje e interfieren en la asimilación de la información. Este podría ser el caso de un estudiante que usa un videojuego de simulación de química para aprender sobre reacciones químicas. Sin embargo, la interfaz del juego tiene demasiadas distracciones visuales, sonidos innecesarios y controles poco intuitivos, lo que dificulta la concentración en el contenido. En este caso, la carga cognitiva extrínseca aumenta debido a factores irrelevantes para el aprendizaje, lo que afecta negativamente a la retención de información y la eficiencia del proceso educativo. Finalmente, la carga cognitiva germana está relacionada con el desarrollo de estructuras o esquemas cognitivos que faciliten la retención a largo plazo del conocimiento adquirido.

Por tanto, en la CLT, en tanto que un juego contribuya a gestionar la carga intrínseca y no sobrecargue la extrínseca, contribuye a liberar mayor memoria de corto plazo y así facilitar la formación de esquemas mentales sólidos. De acuerdo con la CLT, el equilibrio entre estos tres tipos de carga cognitiva es fundamental para que el aprendizaje con juegos sea una herramienta efectiva. Sin embargo, la literatura es mucho menos concluyente sobre la capacidad de los juegos educativos para optimizar la gestión de la carga cognitiva que sobre su naturaleza motivadora. Por ejemplo, en Davis (2020) y Liao et al. (2019) se evidenció que el aprendizaje con juegos ayudó a reducir la carga cognitiva intrínseca y extrínseca, liberando así espacio en la memoria de corto plazo para la formación de esquemas mentales. Por el contrario, otros estudios han concluido que, sobre todo en caso de juegos digitales, algunas de sus características habituales, como la estimulación visual/auditiva, la competencia con otros jugadores o el empleo de narrativas para proporcionar contexto situacional pueden aumentar innecesariamente la carga cognitiva extrínseca y reducir la efectividad de la experiencia (Chen et al., 2022; Kalyuga & Plass, 2011).

3. EVIDENCIAS EMPÍRICAS

Múltiples metaanálisis han intentado sintetizar la literatura sobre los efectos de los juegos educativos. Aunque una recopilación exhaustiva de esta literatura está fuera del alcance de este trabajo, en general los estudios muestran de manera consistente que los juegos mejoran la motivación y la adquisición de conocimientos o habilidades. Al mismo tiempo, estos metaanálisis han destacado la necesidad de seguir investigando para identificar qué variables moderan la efectividad de los juegos en

el aprendizaje. Factores como el área de conocimiento, el formato de participación (individual o grupal), la naturaleza del juego (colaborativo o competitivo) o el tipo de plataforma utilizada (juegos de mesa frente a juegos digitales, o teléfonos inteligentes frente a ordenadores) podrían influir significativamente en los resultados obtenidos, y aún requieren un análisis más profundo.

A modo de ejemplo, el metaanálisis de Wang et al. (2022), basado en 33 estudios sobre el impacto de los juegos digitales en el aprendizaje de STEM¹, mostró que estos juegos, en comparación con otros métodos de enseñanza, contribuyeron al aprendizaje con un tamaño del efecto moderado ($ES = 0.667$). Tocak et al. (2019) realizaron un metaanálisis de 24 estudios sobre el efecto de los juegos digitales en el aprendizaje de las matemáticas. Sus hallazgos indicaron que los juegos fueron una estrategia efectiva, ya que llevaron a un mayor rendimiento académico en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales ($ES = 0,87$). Sin embargo, el análisis de variables moderadoras arrojó resultados mixtos, considerando factores como el nivel educativo, el tipo de instrumento, la duración de la intervención y el país de origen de los estudiantes. Hu et al. (2022) llevaron a cabo un metaanálisis de 34 estudios sobre el uso de juegos digitales en la enseñanza de química. Sus resultados sugirieron que los juegos digitales fueron más efectivos que otros enfoques tradicionales ($ES = 0.70$). Por otro lado, Tsai & Tsai (2018) analizaron 26 estudios para evaluar la efectividad de los juegos digitales en el aprendizaje de una segunda lengua. Sus resultados también revelaron tamaños del efecto grandes, lo que respaldó el uso de estos juegos como una estrategia de enseñanza efectiva en este contexto. Finalmente, en el ámbito de la educación médica, Zhao et al. (2022) realizaron un metaanálisis de 13 estudios en los que compararon la efectividad de los juegos digitales con otros métodos de instrucción en términos de mejora del conocimiento y satisfacción de los estudiantes. Los resultados indicaron una ventaja significativa a favor de los juegos digitales ($ES = 0.58$).

4. CONCLUSIONES

El aprendizaje basado en juegos no es una panacea que vaya a sustituir metodologías ya consolidadas, pero para comprender el futuro de la educación resulta indispensable atender a este campo emergente, pues incluso sus críticos más exigentes coinciden en que los seres humanos aprenden jugando. Los juegos educativos no reemplazan la relación entre educadores y estudiantes, ni la que se da entre los propios alumnos; sin embargo, pueden contribuir a fortalecer y enriquecer estos vínculos, que son fundamentales para el proceso de aprendizaje. Los juegos educativos aspiran a ser una herramienta más, un recurso de apoyo. Por sí solos, utilizados de forma aislada, difícilmente pueden constituir tratamientos educativos eficaces. Sin embargo, existen muchas experiencias exitosas de integración del aprendizaje con juegos con otras metodologías tradicionales. Por ejemplo, en el ámbito de la administración de empresas se han descrito currículos de asignaturas de contabilidad que giran en torno a un juego de simulación, complementado con otras metodologías como sesiones magistrales, discusiones de casos, ejercicios, videos, presentaciones o roleplays vertebrados en torno a la simulación (Davies et al., 2021). Este enfoque integrador permite aprovechar las fortalezas de diversas metodologías, combinando lo mejor de cada una para que cada enfoque aporte desde su especificidad y compense las limitaciones de las demás, contribuyendo así a una experiencia de aprendizaje más rica, flexible y ajustada a las necesidades del alumnado.

No obstante, su aplicación en el sistema educativo presenta diferentes desafíos. Por ejemplo, con frecuencia, profesores interesados en experimentar con el uso del aprendizaje con juegos en sus aulas, no tienen acceso a juegos que cubran el currículo a desarrollar, bien sea porque no existen, bien porque su coste resulta inasumible. Al mismo tiempo, incluir juegos educativos en currículos que a menudo ya son muy apretados, implica una inversión de tiempo que no siempre es posible. También es necesario reconocer que no todos los juegos educativos tienen la misma calidad ni el mismo potencial de efectividad, e incluso que cuando están mal diseñados o deficientemente implementado, su efecto puede ser contraproducente. Muchos de estos problemas tienen su origen en la falta de consideración o en una

¹ STEM por el acrónimo en ingles de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas.

interpretación inadecuada de las teorías motivacionales o cognitivas que explican el valor educativo de los juegos.

Asimismo, su implementación en las aulas suele requerir un soporte técnico y pedagógico, así como una formación adecuada para los docentes, a fin de asegurar su correcta aplicación. Esto representa un desafío significativo tanto para las instituciones educativas con recursos limitados como para los docentes, quienes a menudo enfrentan una sobrecarga de tareas y responsabilidades. El diseño de estrategias educativas que incluyan juegos puede requerir muchas horas de trabajo, tanto en el diseño como en su puesta en práctica. Para los profesores supone un esfuerzo adicional que, en muchos casos, no está contemplado dentro de su jornada laboral habitual, ni se reconoce como un mérito de innovación docente. La implicación de los docentes en las estrategias de aprendizaje en juegos es clave, ya que, si los juegos tienen como objetivo aumentar la motivación de los participantes, es fundamental que quienes los diseñan o implementan también estén motivados. En particular, los educadores que lideren este tipo de experiencias deben creer en sus beneficios, ya que representará un esfuerzo adicional y, además, su actitud será determinante para despertar el interés y el compromiso de los alumnos. Otro aspecto que considerar, especialmente en el caso de juegos digitales, es la accesibilidad y la inclusión ya que es fundamental garantizar que todos los estudiantes tengan acceso equitativo a la tecnología para evitar la ampliación de desigualdades educativas. Esto implica no solo el acceso a dispositivos y conectividad, sino también el diseño de experiencias de aprendizaje que consideren la diversidad de contextos socioculturales.

De cara al futuro, resulta especialmente prometedora la posibilidad de utilizar los datos generados por los juegos digitales para optimizar los sistemas de analítica del aprendizaje. Este tipo de aplicación permitiría una comprensión más precisa del rendimiento y las necesidades individuales de los estudiantes, lo que, a su vez, facilitaría la toma de mejores decisiones pedagógicas. De modo similar, la integración de los juegos con sistemas de inteligencia artificial permitiría explotar el potencial del aprendizaje adaptativo que ofrecen los juegos digitales mediante algoritmos que personalicen la experiencia según el progreso y las necesidades de cada estudiante.

El campo del estudio sobre el uso de juegos en contextos educativos aún está en una etapa temprana de desarrollo como disciplina científica. Aunque en general se acepta que los juegos pueden ser herramientas valiosas para la educación, es fundamental fortalecer la base teórica y empírica que respalde su implementación. Lo contrario supone el riesgo de generar expectativas poco realistas que pueden perjudicar la credibilidad de este enfoque pedagógico.

5. REFERENCIAS

- AFJAR, A. M., MUSRI, & SYUKRI, M. (2020). Attention, relevance, confidence, satisfaction (ARCS) model on students' motivation and learning outcomes in learning physics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1460(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1460/1/012119>
- BUIL, I., CATALÁN, S., & MARTÍNEZ, E. (2019). Encouraging intrinsic motivation in management training: The use of business simulation games. *International Journal of Management Education*, 17(2), 162–171. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2019.02.002>
- CHEN, Y., ZHANG, L., & YIN, H. (2022). A Longitudinal Study on Students' Foreign Language Anxiety and Cognitive Load in Gamified Classes of Higher Education. *Sustainability (Switzerland)*, 14(17). <https://doi.org/10.3390/su141710905>
- CSIKSZENTMIHALYI, M. (1975). Play and intrinsic rewards. *Journal of Humanistic Psychology*, 15(3), 41–63. <https://doi.org/10.1177/002216787501500306>
- CSIKSZENTMIHALYI, M. (1997). Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention. In *Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention*. HarperCollins Publishers.
- DAVIES, M., YATES, D., & POTTS, M. (2021). Bringing Accounting Courses to Life using Simulation Based Learning (SBL): The case of Accounting Bissim. In C. Elliott, J. Guest, & E. Vettrano (Eds.), *Games, Simulations and Playful Learning in Business Education* (pp. 126–140). Elgaronline. <https://doi.org/https://doi.org/10.4337/9781800372702>

- DAVIS, J. S. (2020). Game framework analysis and cognitive learning theory providing a theoretical foundation for efficacy in learning in educational gaming. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(7), 159–175. <https://doi.org/10.26803/ijlter.19.7.9>
- HAMARI, J., SHERNOFF, D. J., ROWE, E., COLLER, B., ASBELL-CLARKE, J., & EDWARDS, T. (2016). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 54, 170–179. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.045>
- HU, Y., GALLAGHER, T., WOUTERS, P., VAN DER SCHAAF, M., & KESTER, L. (2022). Game-based learning has good chemistry with chemistry education: A three-level meta-analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(9), 1499–1543. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/tea.21765>
- KALYUGA, S., & PLASS, J. L. (2011). Evaluating and Managing Cognitive Load in Games. In *Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education* (Issue January). <https://doi.org/10.4018/9781599048086.ch041>
- KELLER, J. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2–10. <https://doi.org/10.1007/BF02905780>
- KELLER, J. (2016). Motivation, Learning, and Technology: Applying the ARCS-V Motivation Model. *Participatory Educational Research*, 3(2), 1–15. <https://doi.org/10.17275/per.16.06.3.2>
- LIAO, C.-W., CHEN, C.-H., & SHIH, S.-J. (2019). The interactivity of video and collaboration for learning achievement, intrinsic motivation, cognitive load, and behavior patterns in a digital game-based learning environment. *Computers & Education*, 133, 43–55. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.01.013>
- RYAN, R. M., & DECI, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- RYAN, R. M., & DECI, E. L. (2017). Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness. In *Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. The Guilford Press. <https://doi.org/10.1521/978.14625/28806>
- SWELLER, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 285, 257–285. <https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202>
- SWELLER, J., VAN MERRIËNBOER, J. J. G., & PAAS, F. (2019). Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. *Educational Psychology Review*, 31(2), 261–292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- TOKAC, U., NOVAK, E., & THOMPSON, C. G. (2019). Effects of game-based learning on students' mathematics achievement: A meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(3), 407–420. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jcal.12347>
- TSAI, Y.-L., & TSAI, C.-C. (2018). Digital game-based second-language vocabulary learning and conditions of research designs: A meta-analysis study. *Computers & Education*, 125, 345–357. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.020>
- WANG, L.-H., CHEN, B., HWANG, G.-J., GUAN, J.-Q., & WANG, Y.-Q. (2022). Effects of digital game-based STEM education on students' learning achievement: a meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00344-0>
- ZHAO, J., ZHOU, K., & DING, Y. (2022). Digital Games-Based Learning Pedagogy Enhances the Quality of Medical Education: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 31(4), 451–462. <https://doi.org/10.1007/s40299-021-00587-5>