

Resonancia ludocognitiva en juegos educativos para la enseñanza de la Física y Química

Fundamento teórico y claves prácticas para un diseño con sentido pedagógico

Ludocognitive resonance in educational games for teaching physics and chemistry

Theoretical foundation and practical guidelines for pedagogically meaningful game design

Pablo Ortega Rodríguez

IES Villa de Mijas, Mijas, España.

PALABRAS CLAVE:

Juego educativo
Resonancia ludocognitiva
Diseño de juegos
Experiencias de aula
Educación Secundaria

RESUMEN:

En este artículo se exploran las posibilidades pedagógicas de los juegos de mesa educativos en la enseñanza de la Física y Química. Se introduce el concepto de resonancia ludocognitiva, destinado a definir el máximo grado de conexión que se produce entre lo que se hace durante el juego y el aprendizaje que se pretende adquirir, argumentando que dicha conexión potencia el aprendizaje. A través del análisis de experiencias concretas, se evidencian las ventajas de diseñar juegos en los que los distintos elementos estén al servicio del objetivo de aprendizaje. Finalmente, se proponen claves prácticas para lograr una integración efectiva entre el diseño lúdico y la enseñanza de contenidos científicos.

KEYWORDS:

Educational game
Ludocognitive resonance
Game design
Classroom experiences
Secondary education

ABSTRACT:

In this article, the pedagogical potential of educational board games in the teaching of Physics and Chemistry is explored. The concept of ludocognitive resonance is introduced, referring to the highest degree of connection between the actions performed during the game and the intended learning outcomes, arguing that this connection enhances learning. Through the analysis of specific experiences, the advantages of designing games in which the various elements serve the learning objective are demonstrated. Finally, practical guidelines are proposed to achieve an effective integration between game design and the teaching of scientific content.

Homo ludens

El juego es un elemento que ha formado parte de todas las culturas, y del que hemos encontrado pruebas con incluso más de 5000 años de antigüedad. El *Senet*, el *Juego Real de Ur* (Figura 1) o el *Mancala* son algunos de los juegos de mesa que, a lo largo de la historia, han representado el orden social, los valores culturales o la jerarquía de poder, formando parte de la educación integral de las personas más jóvenes y preparándolas para su futuro rol en sociedad.

No en vano, la especie humana, definida como *Homo sapiens* por nuestra capacidad de pensar, u *Homo faber* por nuestra capacidad de fabricar, también es referida como *Homo ludens* por nuestra capacidad de jugar y de convertir en juego cualquier actividad.^[2]

Ahora bien, para analizar la relación entre el juego de mesa y los procesos de enseñanza y aprendizaje, es necesario contar con un elemento tangible, ya que el concepto de juego se puede acoger a distintas interpretaciones atendiendo a las características particulares del ámbito que se considere. Así, si tomamos como referencia el contexto educativo, la definición más adecuada para juego quizá sea la «acción u



Figura 1. Tablero original del Juego Real de Ur, expuesto en el British Museum (n.º de catálogo: 120834). Reproducido de Ref. [1].

ocupación libre, que se desarrolla dentro de unos límites temporales y espaciales determinados, según reglas absolutamen-

te obligatorias, aunque libremente aceptadas, que tiene su fin en sí misma y va acompañada de un sentimiento de tensión y alegría y de la conciencia de “ser de otro modo” que en la vida corriente». [2]

Esta definición de juego incluye aspectos propios de una actividad educativa: reglas y límites temporales y espaciales; y otros que la trascienden, ya que el juego en clase no es libre, sino dirigido, y su finalidad está determinada por los objetivos de aprendizaje. Aquí es donde *entran en juego* los juegos de mesa educativos.

Potencial de los juegos de mesa educativos

Los juegos educativos son aquellos que tienen como finalidad la adquisición de uno o varios aprendizajes, y, si bien no tienen como objetivo último la diversión, ello no implica que deban ser aburridos. De hecho, la capacidad de divertirse será uno de los factores que determinen la eficacia de un juego educativo, ya que será la que permita motivar al alumnado, atrayendo su atención y dirigiéndola hacia donde sea más necesaria en términos de aprendizaje. Pero, independientemente de la motivación que puedan generar los juegos de mesa, la revisión del impacto de su uso en el ámbito educativo nos lleva a pensar que, como herramienta didáctica, se puede esperar que no solo mejoren las interacciones interpersonales entre los participantes, una de las *soft skills* relacionadas con los principios pedagógicos de las distintas etapas educativas, sino también la comprensión del conocimiento. [3]

Además, estudios como el de Howard-Jones y Jay señalan que la experiencia lúdica, especialmente cuando incluye recompensas inciertas o desafiantes, estimula la liberación de dopamina, un neurotransmisor implicado tanto en la motivación como en el refuerzo de la atención y la consolidación de la memoria. Esta interacción entre juego, recompensa y memoria convierte al entorno lúdico en un marco especialmente valioso para favorecer el aprendizaje en contextos educativos. [4] Por tanto, si bien es necesario tener en cuenta que una parte considerable de la investigación sobre la relación entre juego y aprendizaje se ha centrado en el uso de los videojuegos, contamos con evidencias sólidas que apuntan al potencial educativo de los juegos de mesa.

Elementos de un juego de mesa

A partir de aquí, y para avanzar en el análisis de la conexión juego-aprendizaje, es necesario que tengamos en cuenta cuáles son los elementos básicos que forman parte de un juego de mesa. Así, si tomamos como referencia el marco MDA (*Mechanics, Dynamics, Aesthetics*) de Hunicke, LeBlanc y Zubek, y lo complementamos diferenciando además reglas y componentes, podemos distinguir: [5]

1. Los elementos físicos o componentes: tableros, dados, cartas, fichas, etc., que permitirán hacer posibles las acciones durante la partida.
2. Las mecánicas, es decir, las acciones que podemos realizar cuando jugamos. Lanzar un dado, avanzar por el tablero o establecer alianzas son algunas de las mecánicas que pueden formar parte de un juego (podemos encontrar muchos más ejemplos de mecánicas de juegos de mesa en la web especializada Board Game Geek, disponible en: <https://boardgamegeek.com/browse/boardgame-mechanic>). [6]
3. Las reglas, que establecen los límites de nuestras acciones, el sentido que tienen y cuál es el objetivo de estas. Por ejemplo, cuándo lanzar un dado, qué hacer con el

resultado obtenido y cómo ello contribuye a alcanzar el objetivo de victoria.

4. La estética o coherencia interna entre los elementos del juego. Por ejemplo, en un juego diseñado para enseñar la formación de enlaces químicos, es adecuado utilizar componentes que se puedan ensamblar de diferentes formas, ilustrando así la versatilidad de los elementos químicos a la hora de formar enlaces; y esos componentes son coherentes con la mecánica «unir o colocar piezas», más conocida como «colocación de losetas». Así, en el juego *BichitoZ*, las fichas, que representan elementos químicos, cuentan con una serie de huecos y salientes en función de su capacidad de combinación; y estas fichas tienen que conectarse con otras fichas al colocarse sobre la mesa (Figura 2).



Figura 2. Ficha del juego *BichitoZ* utilizada para representar al hidrógeno.

5. Y, por último, la dinámica o sentimientos que despierta el juego entre las personas que juegan. Acciones como intentar ensamblar las fichas que representan los elementos químicos de la manera más beneficiosa posible hacen que quienes juegan entren en un estado de búsqueda activa, conectando simbólicamente con la tendencia natural de los átomos a buscar estados energéticamente más estables.

Se puede aprender sin ganar y se puede ganar sin aprender

En las reglas de cualquier juego de mesa se establecen uno o varios objetivos a alcanzar para ganar la partida, pero es necesario destacar la diferencia entre objetivos de victoria y objetivos de aprendizaje, ya que, si bien los primeros deciden el resultado de la partida, los segundos definen su utilidad en el contexto educativo. Por tanto, serán estos últimos los que determinen el potencial educativo de un juego.

Por otro lado, los objetivos de aprendizaje están íntimamente relacionados con los criterios de evaluación (niveles de desempeño) y los saberes básicos (contenidos propios de la materia) recogidos en los Reales Decretos de enseñanzas mínimas para las distintas etapas educativas, de manera que la concreción de estos últimos determinará el sentido de los primeros. [7,8] Así, si, a modo de ejemplo, analizamos la relación entre el criterio de evaluación 1.1 definido para la etapa de la ESO (Educación Secundaria Obligatoria): «Identificar, comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos cotidianos más relevantes a partir de los principios, teorías y leyes científicas adecuadas, expresándolos, de manera argumentada,

utilizando diversidad de soportes y medios de comunicación», y el saber básico perteneciente al bloque B. La materia: «Principales compuestos químicos: su formación y sus propiedades físicas y químicas, valoración de sus aplicaciones. Masa atómica y masa molecular», podríamos extraer un objetivo de aprendizaje como: «Comprender y explicar la formación de enlaces químicos a partir de la regla del octeto, valorando la versatilidad de los elementos para formar distintos compuestos». Tomando como referencia dicho objetivo, se podría diseñar un juego que permitiese aprender cómo se produce la unión entre elementos, y cómo las diferentes uniones dan lugar a la formación compuestos con distintas propiedades.

Ahora bien, la capacidad del juego para promover ese aprendizaje estará directamente relacionada con las acciones que podemos realizar durante la partida (mecánicas del juego), teniendo un alcance mayor si el ajuste es el adecuado, lo cual no resulta sencillo.

Consideración de las mecánicas de juego

La adecuación de los elementos que componen el juego al objetivo de aprendizaje será determinante a la hora de su consecución. Por tanto, trataremos que todos los elementos del juego, desde los componentes hasta la dinámica, se ajusten a aquello que el alumnado tenga que aprender, siendo siempre conscientes de los límites que enfrentamos, especialmente en lo que se refiere a conocimiento de las mecánicas básicas.

Para ilustrar este último punto, tomemos un ejemplo. En Alemania, con una población de unos 83 millones de habitantes, se estima que se compran unos 50 millones de juegos al año, facturándose anualmente más de 900 millones de dólares, unas 8 veces más que en España. Además, se organizan eventos como la feria *Spiel Essen*, a la que asistieron más de 200 000 personas en 2024, o la *Parliamentary Gaming Night*, a la que han acudido reconocidas personalidades del mundo político como Bärbel Bas, presidenta del *Bundestag* (equivalente al Congreso de los Diputados en España).^[9] En España, si bien la industria de los juegos de mesa ha sido catapultada desde la pandemia de COVID de 2019, no se alcanzan esas cifras, y los juegos de mesa más vendidos, como *Trivial*, *Monopoly* o, más recientemente, *Virus!*, cuentan con mecánicas muy sencillas como lanzar un dado, avanzar por el tablero o responder a una pregunta.

Por tanto, esa será la referencia que marquemos a la hora de diseñar nuestro juego: las mecánicas han de ser sencillas, ya que son aquellas con las que el alumnado está familiarizado. Esto permitirá que las capacidades cognitivas se dirijan hacia el objetivo de aprendizaje, y no hacia la comprensión de las acciones que se realizan durante el juego.

Conexión juego-aprendizaje: la «resonancia ludocognitiva»

El sistema educativo actual, centrado en el desarrollo competencial, tiene como finalidad que el alumnado adquiera el nivel esperado de las distintas competencias clave, tal y como se concreta en la normativa de referencia de cada etapa.^[7,8] Y una de las características de dichas competencias es que estas se adquieren a lo largo de la vida y en distintos contextos, no limitándose al ámbito escolar. Es más, ni siquiera es necesaria la instrucción para su desarrollo, como concluyen estudios como el realizado por Saffran, Aslin y Newport. En su trabajo, demostraron que los bebés pueden aprender patrones lingüísticos de forma incidental, es decir, sin instrucción consciente, simplemente mediante la exposición repetida a secuencias de sílabas, lo que evidencia que nuestro cerebro aprende incluso

sin intención explícita.^[10] Además, el aprendizaje incidental también se produce en contextos lúdicos, como apunta el estudio realizado por Colliver. En su trabajo, Colliver analiza experiencias reales de docentes australianos sobre el aprendizaje que surge del juego en entornos escolares, determinando que, aunque muchos docentes apuntan a enfoques intencionales, gran parte del aprendizaje ocurre de forma incidental, es decir, sin planificación directa.^[11]

Teniendo en cuenta lo anterior, podemos afirmar que el simple hecho de jugar va a conducir al desarrollo competencial a través de distintos aprendizajes. Ahora bien, a medida que avanzamos por las distintas etapas educativas, encontramos que el uso de juegos de mesa debe estar dirigido hacia la adquisición de unos aprendizajes cada vez más específicos. Y, si bien el solo hecho de jugar conlleva beneficios en términos de desarrollo competencial, es necesario guiar el proceso para adquirir dichos aprendizajes. En ese sentido, el estudio de Weisberg, Zosh, Hirsh-Pasek & Golinkoff concluye que el juego guiado es más eficaz que el juego libre para promover aprendizajes estructurados, sin sacrificar la motivación ni el carácter exploratorio del propio juego.^[10]

Por tanto, podemos afirmar que jugar fomenta el desarrollo competencial, a la vez que el juego guiado es más eficaz que el juego libre a la hora de promover la adquisición de aprendizajes más específicos, como serían los necesarios para superar las etapas de la Educación Secundaria. Ahora bien, ¿todos los juegos guiados son igualmente eficaces en términos de aprendizaje? Aquí debemos pararnos a diseccionar el interior de cada juego, partiendo de la siguiente premisa: cuanto mayor sea la conexión entre las acciones que realicemos durante el juego y el objetivo de aprendizaje, mayor será la profundidad del significado con el que dotaremos a dicho aprendizaje mientras jugamos. En un estado ideal, esa conexión provocará lo que denominaremos una «resonancia ludocognitiva».

Para ilustrar este último punto, tomemos los siguientes ejemplos, todos ellos empleados en el aula y que se pueden consultar en la web: www.aprendizajebasadoenjuegos.es:

1. Una adaptación del juego comercial *Dobble* en el que los dibujos de las fichas han sido sustituidos por instrumentos de laboratorio.
2. Una adaptación del dominó (juego clásico), en el que los lados de las fichas se han completado con aspectos relacionados con las leyes de Newton.
3. El juego de mesa educativo *BichitoZ*, compuesto por una serie de fichas con distintos entrantes y salientes, que permiten múltiples formas de ensamblaje.
4. El juego educativo *Atomic BondI*, en el que las acciones que podemos realizar dependen del elemento representado en cada carta.

Analizando estos cuatro juegos podemos comprobar la diferencia que existe entre un juego clásico o comercial que ha sido adaptado para dar cabida a contenidos propios de la materia, y un juego que ha sido diseñado específicamente para facilitar la adquisición de un aprendizaje concreto.

Así, si consideramos en primer lugar la adaptación del juego *Dobble*, (Figura 3) comprobamos que mantiene las mecánicas originales del juego (lo cual tiene sus ventajas, porque aseguramos que sea divertido, ya que es uno de los juegos más valorados entre quienes se inician en el mundo de los juegos de mesa). En este caso, los elementos gráficos de las cartas han sido sustituidos por instrumentos de laboratorio,



Figura 3. Adaptación del juego *Dobble* en la que se han sustituido los símbolos originales por instrumentos de laboratorio con fines didácticos.

de manera que, durante la partida, los alumnos tendrán que identificar cuál es el instrumento repetido en su carta y en la carta que haya colocada en el centro de la mesa.

Esto genera una asimetría, ya que aquel alumno o alumna que conozca los nombres de los instrumentos de laboratorio contará con ventaja, de manera que el alumnado intentará adquirir previamente ese aprendizaje para jugar en igualdad de condiciones, y lo reforzará durante el juego. Ahora bien, ¿conocer por sí solo el nombre de un instrumento de laboratorio se puede considerar un objetivo de aprendizaje? Quizá pueda serlo, pero no sería un objetivo muy ambicioso, debemos ir más allá: ¿cuál es la utilidad de dicho instrumento, por qué tiene la forma que tiene, con qué materiales se suele fabricar, etc. Por tanto, el alcance que el juego tiene en términos de aprendizaje es limitado. Algo similar ocurre con la adaptación del dominó que da cabida a aspectos de un determinado contenido, en este caso, las leyes de Newton. (Figura 4).

Durante la partida, el alumnado intentará poner sobre la mesa sus fichas haciéndolas coincidir con otras fichas ya colocadas anteriormente, de manera que se conecten aspectos relativos a una misma ley.

De esta manera, el alumnado aprenderá cuáles son las distintas leyes y aspectos relacionados con las mismas. Pero hemos de tener en cuenta que, si bien las fichas se pueden personalizar, dando cabida a ejemplos cotidianos que ilustren

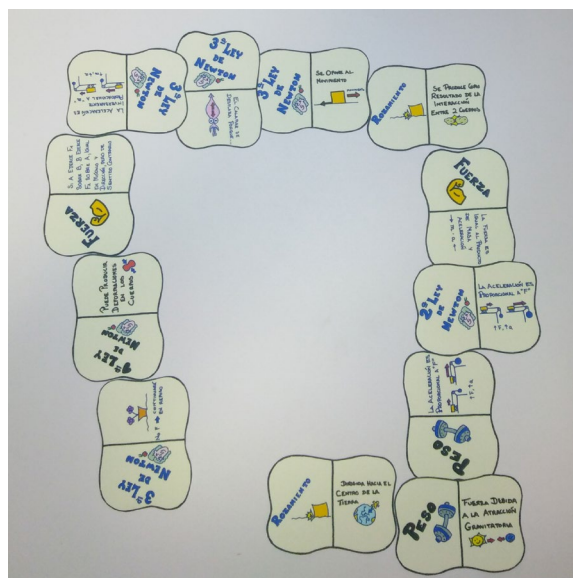


Figura 4. Adaptación del dominó en la que se han representado en las fichas aspectos relativos a las leyes de Newton.

cada ley, el alcance del juego en términos de aprendizaje también es limitado. De hecho, es posible que el significado de ese aprendizaje para el alumnado esté más relacionado con la elaboración de las fichas de dominó que con el juego en sí, ya que la acción de tomar una ficha y colocarla sobre el tablero no guarda una relación evidente con las leyes de Newton que permita su aprendizaje.

Por tanto, y tomando estos juegos como ejemplo, podríamos afirmar que, en la búsqueda de aprendizajes específicos, propios de etapas educativas medias y superiores, la adaptación de juegos comerciales resulta ciertamente limitada. Esto no implica que dichos juegos no sean de utilidad en el ámbito educativo, todo lo contrario, son excelentes juegos para introducir conceptos o para reforzar la relación entre los mismos, pero es poco probable que tengan un alcance mayor que el de una relación de ejercicios disfrazada de juego.

En otro orden encontramos los juegos educativos que han sido diseñados para la adquisición de un determinado aprendizaje, de manera que todos los elementos que componen el juego han sido ideados para ello.

En el juego *BichitoZ*, (Figura 5) las fichas, representadas como seres vivos, simbolizan a los elementos químicos, de manera que cada una de las fichas cuenta con una serie de entrantes y salientes diferentes a las del resto de fichas y que está relacionada con la capacidad de combinación de cada elemento. Durante la partida, el alumnado tendrá que ensamblar sus fichas para formar distintos compuestos y cumplir con los objetivos propuestos.



Figura 5. Representación de $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ en el juego *BichitoZ*.

En este caso, y cumpliendo unas reglas, el alumnado podrá establecer múltiples combinaciones, generando estructuras menos rígidas que las de Lewis y dando lugar a formas muy diferentes entre sí, incluso cuando se empleen para ello las mismas fichas. Esto permitirá identificar a cada elemento como único y provocará una sensación de apertura, de posibilidades múltiples, que conectará con la versatilidad del mismo a la hora de formar enlaces. Por tanto, el alumnado no solo aprenderá a representar las estructuras de Lewis correspondientes, sino que comprenderá la singularidad de cada elemento y sus posibilidades de combinación, permitiendo alcanzar un objetivo de aprendizaje más ambicioso.

Por último, encontramos el juego *Atomic Bond!*, (Figura 6) en el que los distintos elementos químicos están representados en cartas. En dichas cartas, se indican las acciones que se pueden realizar, las cuales dependen del elemento en cuestión y guardan relación con sus propiedades y comportamiento.

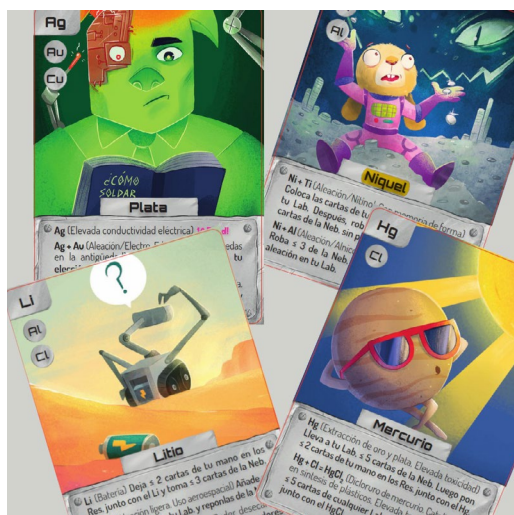


Figura 6. Cartas del juego *Atomic Bond!*, en el que los elementos, representados en cartas, permiten realizar acciones relacionadas con las propiedades de dichos elementos o los compuestos que forman.

De esta manera, el litio, empleado en la fabricación de baterías, permite «recargar» nuestra mano tomando nuevas cartas; o el mercurio, utilizado en la obtención de oro hasta que fue prohibido por su toxicidad, permite ganar directamente cartas de la baraja (beneficio), a cambio de perder otras de nuestra mano (toxicidad). De la misma forma, las propiedades de las posibles combinaciones de elementos también guardan relación con las acciones que se pueden realizar. Por ejemplo, las cartas de níquel y titanio, elementos que componen el nitinol, una aleación con memoria de forma, permiten ganar directamente las cartas que tengamos en la mano y recuperar el mismo número de cartas de la baraja. De esta manera, las acciones que se realizan durante la partida coinciden simbólicamente con el objetivo de aprendizaje, provocando una «resonancia» que retroalimenta la relación entre ambos.

Por tanto, y teniendo en cuenta lo anterior, podemos afirmar que, en estos dos últimos casos (*BichitoZ* y *Atomic Bond!*), la relación entre lo que hacemos en el juego y el objetivo de aprendizaje es más estrecha. Una relación juego-aprendizaje que, tomando como referencia el ámbito psicológico, en el que se describe la resonancia cognitiva (en contraposición a la disonancia cognitiva) como el fenómeno por el cual una idea, experiencia o información encaja o «resuena» con las estructuras mentales previas de un individuo, facilitando su comprensión, aceptación o integración, nos permitiría proponer el concepto de resonancia ludocognitiva, aplicable al contexto educativo, como la situación en la que la mecánica de un juego refleja de forma directa o simbólica aquello que se pretende aprender, potenciando así su comprensión a través de la propia acción lúdica.

Claves para el diseño de juegos educativos

La resonancia ludocognitiva constituye la cima en lo que al diseño de un juego de mesa educativo se refiere, consiguiendo que todos los elementos estén al servicio del objetivo de aprendizaje. Para alcanzarla, se puede tener en cuenta una serie de claves prácticas.

1. Es conveniente utilizar componentes que se puedan comportar como aquello que simbolizan, de manera que la representación lleve implícitos aspectos relacionados con el objetivo de aprendizaje. Por ejemplo, si queremos diseñar un juego para el estudio de la cinemática en el que un cuerpo complete un recorrido, sería conveniente que las etapas de

dicho recorrido se representasen con casillas en un tablero; teniendo en cuenta que, si el recorrido es libre, es decir, hay múltiples formas de completarlo, solo es necesario definir las posiciones inicial y final y dejar el resto de casillas libres. (Figura 7).

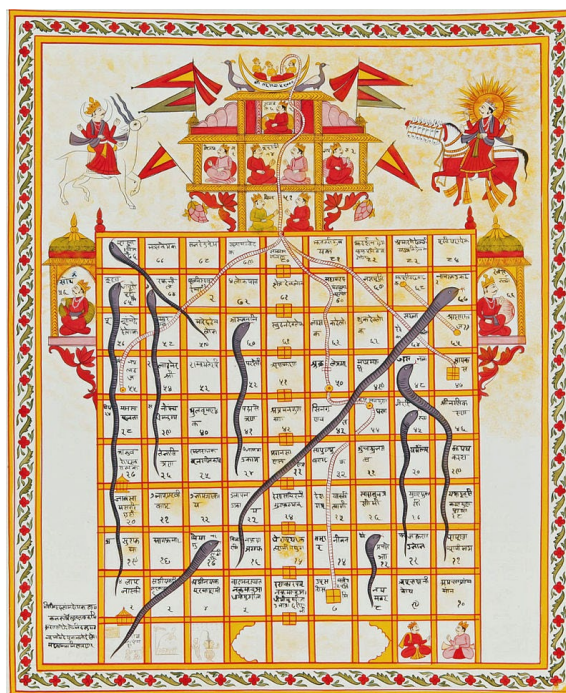


Figura 7. Tablero del juego *Snakes and Ladders*, en el que las casillas representan un recorrido predefinido. Reproducido de Ref. [13].

En cambio, si el interés durante el juego no se centra en el recorrido seguido, sino en la posición que ocupa el cuerpo en un determinado instante, sería más adecuado emplear un tablero de coordenadas. Por ejemplo, podríamos proponer un juego en el que cada alumno o alumna comenzase con un determinado número de masas de cierto color ocupando posiciones fijas (por ejemplo, representando planetas), de manera que, al realizar una serie de acciones, pudiese ir ganando fichas colocadas sobre el tablero que representasen otras masas (asteroides). (Figura 8).

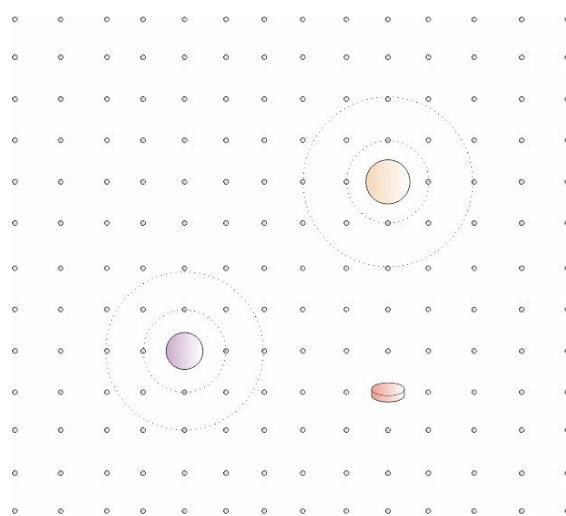


Figura 8. Tablero con coordenadas en el que aparecen dibujadas masas de distintos colores ocupando posiciones fijas, y sobre el que se colocan fichas para representar masas móviles.

Esta podría ser la base para diseñar un juego con el que el alumnado podría valorar que la atracción gravitatoria no depende solamente de la masa, sino también de la distancia, siendo consciente además de que, si bien la fuerza de atracción sufrida es la misma para la masa fija (planeta) y para la masa móvil (asteroide), el efecto para ambas es diferente, tanto como para poder considerar que la masa fija (planeta) no cambia su posición respecto del tablero.

2. Las mecánicas deben responder al objetivo de aprendizaje, por lo que es conveniente partir de los aspectos relacionados con el mismo para elegir (o inventar) las mecánicas, y no al revés. Por ejemplo, imaginemos tener que diseñar un juego para estudiar la energía y sus distintas manifestaciones, dando cabida al principio de conservación y/o las leyes de la termodinámica. Teniendo en cuenta que contamos con un cierto valor inicial de energía, y que esta se puede transferir y manifestar de distintas formas, podríamos recurrir a la mecánica «puntos de acción» (quien juega dispone de una cantidad limitada de acciones por turno que debe gestionar estratégicamente) y utilizar un marcador de energía, de manera que podríamos realizar una serie de acciones durante nuestro turno, en función del número de fichas con el que contásemos. (Figura 9).

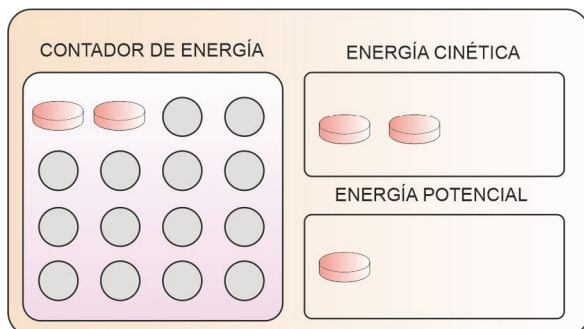


Figura 9. Tablero personal de cada alumno o alumna, en el que se distribuyen las fichas de energía.

A partir de aquí, podríamos complementar la mecánica ganando y perdiendo fichas de energía a lo largo de la partida. Por ejemplo, si repartimos nuestras fichas entre diferentes manifestaciones, tendremos que pagar el peaje de la conversión perdiendo una ficha por cada transformación, evidenciando así la disipación de energía.

3. La narrativa (estaría dentro de la estética, atendiendo al modelo MDA) tiene que ser coherente tanto con lo que se va a aprender como con lo que sucede durante el juego, para que la experiencia lúdica sea más inmersiva. Por ejemplo, y como sucede en el caso de *Atomic Bond!*, tendremos que utilizar las propiedades de los elementos representados en las cartas, así como de las combinaciones que puedan darse, pero, ¿de dónde salen esos elementos?, ¿qué hacemos con ellos?, y, ¿qué pasa después? Aquí es donde entra en juego la narrativa que acompaña al juego.

En *Atomic Bond!*, (Figura 10) somos exploradores espaciales que se adentran en una nebulosa para recoger elementos químicos, llevándolos hasta el reactor para realizar las máximas combinaciones posibles. Algunos de esos elementos, así como los productos formados, irán a nuestro laboratorio; mientras que otros serán desechados como residuos.

De esta manera, justificamos coger cartas del mazo principal (nebulosa), su colocación sobre la mesa (reactor), guar-



Figura 10. Tablero del juego *Atomic Bond!*, en el que se distinguen reactor, laboratorios y zona para residuos. Imagen de elaboración propia.

dar las cartas ganadas (laboratorio) y desechar las utilizadas (residuos), lo cual proporciona un contexto que favorece la inmersión en el juego y potencia la motivación. Pero, además, y en términos de resonancia ludocognitiva, favorece la analogía con lo que se pretende aprender: estamos extrayendo elementos al tomar cartas, estamos combinando elementos para formar productos al colocar las cartas en el reactor y estamos desechando los residuos que se generan al utilizar las propiedades de las sustancias.

Conclusiones

La resonancia ludocognitiva supone un enfoque a tener en cuenta para el diseño de juegos educativos, permitiendo que la acción misma de jugar impulse el aprendizaje significativo. Lejos de limitarse a repasar o entretener, un juego bien diseñado puede convertirse en una auténtica experiencia de aprendizaje, donde los componentes, la mecánica y la estética convergen con el saber científico. Apostar por este enfoque en la enseñanza de Física y Química no solo favorece la motivación del alumnado, sino que permite profundizar en la comprensión de fenómenos complejos mediante la acción simbólica, reforzando así el desarrollo competencial desde una perspectiva experiencial.

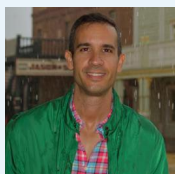
Bibliografía

- [1] "Royal Game of Ur", disponible en https://en.wikipedia.org/wiki/Royal_Game_of_Ur, **2025** (consultado: 23/10/2025).
- [2] J. Huizinga, *Homo Ludens: El juego y la cultura*, Alianza Editorial, Madrid, **2007**.
- [3] T. Noda, K. Shirotaki, M. Nakao, *Biopsychosoc. Med.* **2019**, 13, 22, <https://doi.org/10.1186/s13030-019-0164-1>.
- [4] P. A. Howard-Jones, T. Jay, "Reward, Learning and Games," disponible en https://research-information.bris.ac.uk/ws/portals/portal/102521125/Games_DA_Education_Revise_v7.pdf, **2016** (consultado: 12/07/2025).
- [5] R. Hunnicke, M. LeBlanc, R. Zubek, "MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research", **2004**, disponible en <https://users.cs.northwestern.edu/~hunnicke/MDA.pdf> (consultado: 12/07/2025).
- [6] Board Game Geek, "Board Game Mechanics," disponible en <https://boardgamegeek.com/browse/boardgamemechanic>, **2025** (consultado: 09/07/2025).
- [7] Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, BOE 30 mar. **2022**, (76), disponible en

<https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217/con> (consultado: 22/08/2025).

- [8] Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato, BOE 6 abr. 2022, (81), disponible en <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/04/05/243/con> (consultado: 22/08/2025).
- [9] Spiel Essen, "Parliamentary Gaming Night 2024 – Bundestag President Bärbel Bas attends first Parliamentary Board Game Evening in the Bundestag," disponible en <https://www.spiel-essen.de>, 2024 (consultado: 12/07/2025).

- [10] J. R. Saffran, R. N. Aslin, E. L. Newport, *Science* **1996**, 274, 1926-1928, <https://doi.org/10.1126/science.274.5294.1926>.
- [11] Y. Colliver, *Early Years* **2022**, 42, 182-199, <https://doi.org/10.1080/09575146.2019.1661976>.
- [12] D. S. Weisberg, J. M. Zosh, K. Hirsh-Pasek, R. M. Golinkoff, *Mind Brain Educ.* **2013**, 7, 104-112, <https://doi.org/10.1111/mbe.12015>.
- [13] "Snakes and ladders", disponible en https://en.wikipedia.org/wiki/Snakes_and_ladders, 2025 (consultado: 23/10/2025).



Pablo Ortega Rodríguez

Consejería de Desarrollo Educativo y Formación Profesional, Junta de Andalucía. IES Villa de Mijas.

C-e: pablofisicayquimica@gmail.com
ORCID: 0009-0005-1480-1110

Profesor de Física y Química desde 2006, ha desempeñado los cargos de jefe de estudios y departamento, entre otros. Profesor del módulo de Normativa Educativa en el título de Dirección Pedagógica e Innovación Escolar del Centro Universitario La Salle, también ha colaborado en el máster de Formación del Profesorado de la Universidad de Alcalá de Henares, y ha participado en la elaboración de itinerarios de aprendizaje para el Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes. Autor de libros de texto para editoriales de reconocido prestigio, y del juego Atomic Bond!, elegido mejor juego educativo por la BGC Spain en 2020.



WILEY-VCH

The Journal for Excellence in Chemistry, Open to All

Why publish with *ChemistryEurope*?

- Fully open access for global reach and impact
- No article publication charges until June 2026
- Highest publishing standards backed by a team of academic Editors-in-Chief and expert in-house editors
- Rapid dissemination of your research through fast editorial decisions and efficient article processing



The flagship journal of the Chemistry Europe publishing association

