

**(C-58)**

**PROPUESTA DE UNA HERRAMIENTA DIDACTICA  
BASADA EN UN JUEGO DE CARTAS PARA EL ESTUDIO  
DE PROPIEDADES DE MATERIALES**

*B. Moreno*

*P. Lopez-Crespo*

*M. V. Moya*



**(C-58) PROPUESTA DE UNA HERRAMIENTA DIDÁCTICA BASADA EN UN JUEGO DE CARTAS PARA EL ESTUDIO DE PROPIEDADES DE MATERIALES**

*B. Moreno, P. Lopez-Crespo, M. V. Moya*

**Afiliación Institucional:** E.T.S. Ingenieros Industriales y Escuela Politécnica Superior

**Indique uno o varios de los siete Temas de Interés Didáctico:** (Poner x entre los [ ])

- Metodologías didácticas, elaboraciones de guías, planificaciones y materiales adaptados al EEES.
- Actividades para el desarrollo de trabajo en grupos, seguimiento del aprendizaje colaborativo y experiencias en tutorías.
- Desarrollo de contenidos multimedia, espacios virtuales de enseñanza- aprendizaje y redes sociales.
- Planificación e implantación de docencia en otros idiomas.
- Sistemas de coordinación y estrategias de enseñanza-aprendizaje.
- Desarrollo de las competencias profesionales mediante la experiencia en el aula y la investigación científica.
- Evaluación de competencias.

**Resumen.**

Este trabajo es la propuesta del diseño y desarrollo de una herramienta didáctica basada en un juego de cartas para adquirir la competencia o aprendizaje de los órdenes de magnitud de parámetros de medida de las propiedades de los materiales. El trabajo ha sido desarrollado para su aplicación en el ámbito de la Ingeniería dentro del campo de la Ciencia y Tecnología de Materiales. Se propone el diseño de las cartas y metodología de uso del juego, así como, unas pruebas de test para evaluar dicho recurso como herramienta didáctica. También se analizan las ventajas pedagógicas del método frente a la metodología tradicional. La propuesta presenta como ventaja que el material de este recurso educativo es fácil de elaborar y su coste es realmente económico. Se plantea finalmente la posibilidad de extender su uso al aprendizaje de similares competencias y su futura implementación en software.

**Palabras clave:** herramientas didácticas, juego de cartas, propiedades de materiales.

**Abstract.**

This paper presents a novel teaching tool based on card games. It helps students remembering the basic properties of a wide range of engineering materials. The work is aimed at the Material Science and Engineering field. The actual set of cards as well as the rules and a simple test to evaluate its efficiency as an original teaching tool are described. Pedagogic advantages against more traditional methods are also evaluated. Important advantages include its easy manufacturing and low cost. Finally, some directions are discussed so that the methodology can be incorporated into Materials Science software.

**Keywords:** teaching tools, card games, material properties.

## 1. INTRODUCCIÓN.

### 1.1. Justificación y motivación del trabajo

El objetivo de este trabajo ha sido desarrollar un modelo de juego basado en cartas que facilite el aprendizaje de los órdenes de magnitud de parámetros de medida de propiedades de los materiales. El trabajo ha sido desarrollado para su aplicación en el ámbito de la Ingeniería dentro del campo de la Ciencia de Materiales. La Ciencia y Tecnología de Materiales es la ciencia que: *“permite relacionar la composición, estructura y propiedades de los materiales, con aquellas propiedades que los hacen aptos para las más diversas aplicaciones”*. Para el ingeniero de materiales es fundamental conocer las propiedades de los materiales para resolver el problema de elección del material óptimo para una determinada aplicación. Dentro de las competencias que debe adquirir el alumno de ingeniería en el campo de la Ciencia de Materiales está el conocer que materiales son más apropiados para una determinada aplicación, como resistir cargas, trabajar a altas temperaturas, conducir la electricidad, etc. Lógicamente esa idoneidad del material se cuantifica en base al valor de parámetros tales como resistencia mecánica, temperaturas de fusión o conductividad eléctrica.

No se trata tanto de que el alumno memorice una gran cantidad de números, aunque sería deseable que conocieran algunos de los valores más usados, sino de que tenga un manejo claro de en qué ordenes de magnitud varían dichas propiedades. Como se cita en la obra de Ashby [1] los fruteros saben aproximadamente el número de manzanas que son un kilo, las pesan, pero su conocimiento les evita cometer errores tontos que les podrían costar dinero. De forma análoga, un ingeniero necesita en cualquier diseño un valor exacto –que se obtiene a partir de las especificaciones de los suministradores- pero el conocimiento de los órdenes de magnitud evita errores de unidades o cometer equivocaciones absurdas y costosas. Ayudar en esta tarea es la motivación de este trabajo.

La experiencia del profesorado en la materia muestra que el alumno tiene una grave carencia en este sentido. El alumno no es capaz de dar un valor razonable de un determinado parámetro, discernir si un valor es alto o bajo, u ordenar una lista de materiales en base a un determinado parámetro. En muchas ocasiones, no son capaces de detectar una errata en los datos de un problema (un error típico debido a los cambios de unidades en los textos traducidos de una edición inglesa, por ejemplo), como tampoco tienen un sentido crítico con los resultados numéricos obtenidos. Así, es muy frecuente encontrar entre los resultados de un problema valores de radios atómicos del orden de centímetros (¡que serían visibles a simple vista!), temperaturas negativas expresadas en la escala de grados kelvin (lo cual es conceptualmente imposible), densidades de toneladas por centímetro cuadrado (nadie jugaría al parchís con semejante densidad del dado) o infinidad de ejemplos similares. Por ello, se pensó en el desarrollo de un recurso educativo basado en un juego para adquirir la competencia mencionada y eliminar las carencias detectadas en el alumno.

### 1.2. Aprender jugando

Históricamente, la palabra juego se asocia con pasatiempo o diversión, razón por la que se menosprecia su capacidad a la hora de enseñar. El juego, como método de enseñanza, es muy antiguo, en las comunidades primitivas ya era utilizado de manera empírica en el desarrollo de habilidades en los niños y jóvenes que aprendían de los mayores la forma de cazar, pescar, cultivar, y otras actividades que se transmitían de generación en generación. De esta forma los niños lograban asimilar de una manera más fácil los procedimientos de las actividades de la vida cotidiana. A finales del

siglo XX se inician los trabajos de investigación psicológica por parte de K. Groos [2], quien define una de las tantas teorías acerca del juego, denominada Teoría del Juego, en la cual caracteriza al juego como un adiestramiento anticipado para futuras capacidades serias. A partir de los estudios efectuados por filósofos, psicólogos y pedagogos, han surgido diferentes teorías que han tratado de dar diversas definiciones acerca del juego [3-5]. Existen diferentes tipos de juegos: juegos de reglas, juegos constructivos, juegos de dramatización, juegos de creación, juegos de roles, juegos de simulación, y juegos didácticos. Los juegos infantiles son los antecesores de los juegos didácticos y surgieron antes que la propia Ciencia Pedagógica.

La idea de aplicar el juego en la institución educativa no es una idea nueva, se tienen noticias de su utilización en diferentes países y sabemos además que en el Renacimiento se le daba gran importancia al juego. La utilización de la actividad lúdica en la preparación de los futuros profesionales se aplicó, en sus inicios, en la esfera de la dirección y organización de la economía. El juego, como forma de actividad humana, posee un gran potencial emotivo y motivacional que puede y debe ser utilizado con fines docentes, fundamentalmente en la institución educativa.

Actualmente, el uso de los ordenadores está permitiendo explotar los beneficios que aportan los juegos con el desarrollo de nuevas herramientas para el aprendizaje. Todos conocemos hoy día numerosos ejemplos de juegos usados como herramientas educativas en las etapas de la enseñanza infantil y primaria y también en la enseñanza secundaria obligatoria. Como ejemplos podemos encontrar desde los clásicos crucigramas y sopas de letras para aprender vocabulario en las asignaturas de idiomas, juegos de definiciones para aprender vocabulario castellano, mapas interactivos para estudiar geografía, etc. Un amplio grupo de estos juegos corresponden a juegos de test basados en cuestionarios de preguntas tipo trivial, existen versiones desde el trivial de primaria, de geografía, etc., pasando por el trivial de materiales hasta uno para el aprendizaje de las reglas de juego del fútbol, e incluso existen herramientas informáticas para crear un juego personalizado [6,7]. Desafortunadamente, este tipo de herramientas educativas escasean en el ámbito de la educación universitaria y dentro de éste en particular en las enseñanzas técnicas.

## **2. MATERIAL Y MÉTODO**

### **2.1. Material del recurso educativo**

El juego consiste en un conjunto de tarjetas o cartas, en cada carta aparecerán, para un determinado material, las propiedades que se deseen cuantificadas en valores numéricos (por ejemplo: densidad, temperatura de fusión, resistencia mecánica, etc. ...). Estos valores numéricos serán la base del juego de la misma forma que en una baraja lo es el número deoros o copas. El número de cartas del juego puede ser variable y en este caso se optó por un total de 40. El número de materiales de interés en Ingeniería es obviamente muy superior pero se consideró que una muestra de 40 era suficiente para mostrar los principales de ellos.

El primer paso a la hora de elaborar el material es seleccionar los materiales para cada carta. El segundo paso será decidir las propiedades a incluir en las mismas y lógicamente buscar los valores de los parámetros que cuantifican dichas propiedades. Las propiedades y el número de ellas pueden variar y ajustarse en función de cual sea el objetivo concreto perseguido, por ejemplo, pueden ser propiedades físicas, mecánicas, eléctricas, etc. En este caso se seleccionaron 5 parámetros: densidad, temperatura de fusión, resistencia mecánica, conductividad eléctrica y coste.

El diseño de las cartas se ha realizado de manera que incorporen de forma atractiva distintas informaciones del material y no simplemente una tabla de valores numéricos. Así los distintos tipos de materiales se han organizado en grupos, con la clasificación tradicional en metales, cerámicos, polímeros y materiales compuestos. En la carta aparecerá el nombre del material y el color de fondo de cada carta será distinto en función del grupo en que se clasifique. Además puede

incorporarse otro tipo de información, así en el estudio de la ciencia de materiales las propiedades del material se explican en base a su estructura, por ello resulta interesante añadir una imagen que correspondería a la estructura cristalina en el caso de un metal puro o cerámicos sencillos, una imagen de microscopía óptica en el caso de aleaciones metálicas o una imagen macroscópica. Por último, y dado que el interés de las propiedades para el ingeniero está en el uso o aplicación de ellas, se añaden aplicaciones típicas de ese material con un corto texto o puede incluirse una fotografía de un componente real. En la figura 1, se muestra un ejemplo de una de las cartas y se explica de forma esquemática la información que figura en las mismas.

## MATERIAL

Imagen de estructura,  
micro o macrografía

Temperatura de fusión (°C)	
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	
Resistencia a tracción (MPa)	
Conductividad eléctrica (Ω m) <sup>-1</sup>	
Coste (€/Tn)	

Breve texto enumerando las principales aplicaciones del material

Fotografía de una aplicación real

## COBRE

Temperatura de fusión (°C)	1083
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	8900
Resistencia a tracción (MPa)	220
Conductividad eléctrica (Ω m) <sup>-1</sup>	5.8·10 <sup>7</sup>
Coste (€/Tn)	6300

Aplicaciones:
 

- Cables conductores
- Componentes transistores
- Rectificadores
- Tubos microondas

Figura 1. Diseño de la carta con la explicación esquemática del contenido y ejemplo de una de ellas.

## 2.2. Método: reglas del juego

Pueden idearse distintas variantes del juego, de las que se proponen dos de ellas, siempre con un mínimo de 2 jugadores y un máximo de entre 4 y 5 dependiendo del número de cartas diseñadas.

### **Primera variante del juego**

Se barajan las cartas, se reparten por igual entre el número de jugadores y se colocan boca abajo sobre la mesa. El jugador de la izquierda del que reparte comienza eligiendo la mejor propiedad de la carta superior de su pila y lee en voz alta el valor. El jugador con el mejor valor de la propiedad elegida (se consideran mejores los valores máximos de temperatura de fusión, resistencia y conductividad y mínimos de densidad y coste) gana y se queda con todas las cartas colocándolas en el fondo de su montón. El ganador puede entonces elegir la propiedad en la siguiente ronda. Si dos o más jugadores tienen el mismo valor ganador, entonces las cartas se colocan en el centro de la mesa. La misma propiedad debe ser usada en la siguiente ronda y el ganador se llevará todas las cartas de los jugadores más las del centro de la mesa. El juego continúa hasta que un jugador consiga todas las cartas. En esta variante del método el juego puede alargarse en exceso, por lo que si hay limitaciones de tiempo, puede fijarse de antemano el número máximo de jugadas, en este caso el ganador sería el jugador con mayor número de cartas.

### **Segunda variante del juego**

Se barajan las cartas y se reparten cinco cartas para cada jugador, en este caso el jugador puede mirar sus cartas. El jugador de la izquierda del que reparte comienza apostando sus cartas contra el resto. Eligiendo una carta y propiedad diferente en cada apuesta, la coloca sobre la mesa y apuesta que supera al resto de jugadores. Cada jugador añade una carta sobre la mesa y aquel con el mejor valor de la propiedad elegida gana y se queda con todas las cartas colocándolas en un montón a su lado. Repite así para sus cinco cartas apostando con una propiedad diferente cada vez. En las siguientes rondas se reparten de nuevo cinco cartas y apuesta el jugador a la izquierda del anterior. Si dos o más jugadores tienen el mismo valor ganador, las cartas serán para el que apuesta si es uno de ellos, o en caso contrario, se reparten entre los ganadores. El juego continúa hasta que se hayan jugado todas las cartas, el ganador será el jugador con mayor número de cartas en su montón.

## **3. VENTAJAS PEDAGÓGICAS DEL MÉTODO**

El objetivo del método es conseguir mediante el juego que el alumno se familiarice con los valores de las propiedades contenidas en las cartas. Además de amenizar el proceso de aprendizaje, el método proporciona mejoras pedagógicas en muy diversos aspectos en comparación con las metodologías tradicionales.

Algunas de las ventajas son comunes en todas las herramientas educativas basadas en juegos. El juego es una actividad amena de recreación que sirve de medio para desarrollar capacidades mediante una participación activa y afectiva de los estudiantes, por lo que en este sentido el aprendizaje creativo se transforma en una experiencia feliz. El juego didáctico es una técnica participativa de la enseñanza que no sólo propicia la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades, sino que además contribuye al logro de la motivación por las asignaturas; o sea, constituye una forma de trabajo docente que brinda una gran variedad de procedimientos para el entrenamiento de los estudiantes.

En el método aquí propuesto y con el objetivo concreto planteado existen además otras ventajas. El juego como recurso metodológico se recomienda en aquellos temas conflictivos para el estudiante o que la práctica señale que tradicionalmente es repelido por el alumno pero que constituya un objetivo básico. En este caso, pretender que el alumno memorice tablas de datos es utópico, y aún resulta difícil que presten atención y retengan los órdenes de magnitud en las clases expositivas en las que dichas tablas se presentan. En este sentido una primera ventaja del juego es que mejora la atención, que es uno de los factores más decisivos y que más determinan el proceso de aprendizaje. Una segunda ventaja es que aumenta la motivación por conocer los datos, el objetivo de cualquier participante en un

juego es siempre ganar, jugando aprendemos y lo aprendido mejora nuestra estrategia de juego y aumenta las posibilidades de salir vencedor. Esto se traduce como ventaja en la posibilidad de aumentar el nivel de asimilación de los conocimientos. Por último, pero no menos importante, presenta ventajas para el docente como la disminución del tiempo en las explicaciones del contenido o romper con los esquemas del aula, del papel autoritario e informador del profesor, y fomentar la participación del alumno.

#### 4. EVALUACIÓN DEL RECURSO DIDÁCTICO

Para evaluar una herramienta como recurso educativo es habitual realizar experiencias que aporten información sobre la efectividad del mismo. Este trabajo es una propuesta no puesta aún en práctica dado que su desarrollo ha sido posterior al curso de la asignatura de Ciencia de Materiales correspondiente al primer cuatrimestre del año académico. No obstante, para diseñar el juego, chequear la utilidad del mismo y estimar su capacidad para alcanzar el objetivo propuesto se ha puesto en práctica entre profesores. La experiencia, entre profesores de distintas áreas de conocimiento, nos hizo concluir que los resultados esperables pueden ser buenos y nos alentaron en este trabajo. La misma experiencia se ha probado jugando con nuestros propios hijos (de edades entre 8 y 11 años) y las conclusiones han supuesto también un grato estímulo. Por ilustrar una de esas conclusiones, se ha comprobado que (aunque en este caso los jugadores no tienen ningún conocimiento sobre la materia) con la práctica del juego, el jugador acaba observando, por ejemplo, que valores de densidad del orden de  $8000 \text{ Kg/m}^3$  son valores realmente altos y que pocas cartas (pocos materiales) superan esos valores. Aún más importante es que el jugador acaba conociendo cuales son los materiales con esos altos valores. Lo mismo sucede con el resto de propiedades, de hecho al cabo de unas 5 partidas son capaces de ganar muchas bazas.

En este trabajo se propone la realización de una experiencia para valorar el juego y poder evaluar el grado de consecución de los objetivos propuestos en su puesta en práctica el próximo curso. La experiencia consiste en la realización de dos test. El primero de ellos se realizará antes de poner a disposición de los alumnos el juego. Se trata de un test de ejercicios en el que se pide para distintos materiales: estimar el valor de las propiedades diseñadas en el juego, ordenar de mayor a menor y clasificar en valores altos, medios o bajos en base a dichas propiedades y realizar una lista de aplicaciones en ingeniería. El segundo test, a realizar tras la puesta en práctica del juego, constará de dos partes. La primera parte será análoga al primer test realizado aunque no necesariamente con idénticas preguntas. La finalidad del mismo será cuantificar la eficacia del método por comparación con los resultados del primer test. La segunda parte constará de preguntas para reflejar el grado de satisfacción del usuario, recoger la opinión del alumno y las propuestas de mejora del método. En esta parte del test el alumno evaluará con puntuaciones del 1 al 5 cuestiones relacionadas con el atractivo del método, las ventajas respecto al método tradicional, el aumento del interés por la asignatura, el ahorro en el tiempo de aprendizaje y el interés por su implementación en software.

#### 5. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha diseñado un juego de cartas como herramienta didáctica para facilitar el aprendizaje de las propiedades de materiales, así como, unas pruebas de test para evaluar dicha herramienta como recurso didáctico. El interés del estudio para otros docentes radica en que se propone un diseño de las cartas y una metodología que son muy flexibles y fáciles de personalizar para el estudio de un grupo particular de propiedades. En este sentido la metodología podría ser aplicable al aprendizaje de similares competencias. Un ejemplo fácil de intuir sería su aplicación al estudio de la tabla periódica de los elementos químicos, que es también un caso de objetivo básico que el alumno tiene dificultad para memorizar.

El material de este recurso educativo es fácil de elaborar y su coste sería realmente económico (la elaboración en fotocopias a color plastificadas sería inferior a 3€). También se han valorado las ventajas pedagógicas que presenta el



método frente a las metodologías tradicionales.

Como desarrollo futuro del trabajo se plantea la implementación del juego en software. Se está explorando la posibilidad de hacerlo viable mediante la realización de un proyecto fin de carrera de alumnos o a partir de financiación mediante proyectos de innovación docente. El planteamiento parte de las potenciales ventajas que ello supondría para la mejora del método. La principal de ellas es que podría utilizarse como herramienta de evaluación del alumno a partir de los historiales de juego del software.

## 6. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- [1] Ashby, Michael F.; Jones, David R. H, *Materiales para ingeniería: introducción a las propiedades, las aplicaciones y el diseño*, Editorial Reverté (2008).
- [2] Groos, K. *Les Jeux de animaux*. Félix Alcan Editeur. Paris (1902)
- [3] Fingermann, G. *El juego y sus proyecciones sociales*. Ateneo. Buenos Aires (1970)
- [4] Garvey, C, *El juego infantil*. Morata. S.A. Madrid (1985)
- [5] Jares, X, *El placer de jugar juntos*. CCS. Madrid (1992)
- [6] Armenteros, M., Benítez, A. J., Curca, D. G., *El trivia interactivo como recurso educativo para el aprendizaje de las reglas de juego del futbol*. Revista Electrónica de Tecnología Educativa, nº 33 (2010)
- [7] [http://www.psicologoescolar.com/MATERIALES/juegos\\_educativos\\_trivial.htm](http://www.psicologoescolar.com/MATERIALES/juegos_educativos_trivial.htm)