

ESTUDIO DE CASO: APRENDIENDO EL ÁTOMO DE HIDRÓGENO CON VIDEOJUEGOS

Mauricio Saenz Correa
Escuela de Informática – Facultad de
Administración
Universidad UNIACC
Santiago, Chile
mauricio.saenz@uniacc.edu

Luis Pérez Hein
Escuela de Informática – Facultad de
Administración
Universidad UNIACC
Santiago, Chile
lperezhein@gmail.com

Resumen— A partir de la constatación de una realidad objetiva, que es la gran cantidad de tiempo que personas de diferentes edades destinan a los videojuegos, es que se midió el impacto que puede tener la utilización de estos con niños para facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje de la estructura básica de un átomo de hidrógeno desde la teoría del modelo estándar de la mecánica cuántica, aprovechando que el grupo en estudio había revisado los modelos de Thompson y Rutherford en clases, y por la naturaleza del contenido es difícil que tuviesen conocimientos previos como queda demostrado al aplicar un instrumento de inicio. Se aplicaron tres instrumentos, uno como diagnóstico teórico acerca del uso de los videojuegos, y otros dos para evaluación de los contenidos. Con dos grupos de estudiantes, uno que estudió los contenidos con una ficha tradicional de contenido y otro que además trabajó con el videojuego. Se lograron resultados interesantes respecto al mejor desempeño en su aprendizaje del átomo de hidrógeno que tuvo el grupo que trabajó con el videojuego. Esto deja en evidencia un potencial que tiene el uso de esta tecnología para el proceso educativo.

Keywords—videojuego educativo, gamificación, átomo de hidrógeno, innovación educativa, bosón de Higgs

Abstract— From the verification of an objective reality, which is the large amount of time that people of different ages spend on videogames, the impact of their use was measured with children to facilitate the teaching process of learning the structure of a hydrogen atom from the theory of the standard model of quantum mechanics, taking advantage of the fact that the study group had reviewed the Thompson and Rutherford models in classes, and because of the nature of the content it is difficult for them to have prior knowledge as demonstrated by the apply a startup instrument. Three instruments were applied, one as a theoretical diagnosis about the use of video games, and another two for content evaluation. With two groups of students, one who studied the contents with a traditional content sheet and another who also worked with the video game. Interesting results were achieved regarding the best performance in their learning of the hydrogen atom that the group that worked with the video game had. This shows a potential that has the use of this technology for the educational process.

Keywords—serious videogame, gamification, hydrogen atom, educational innovation, Higgs boson

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo ha sido medir cuantitativamente el impacto de un videojuego en relación con un tema específico del ámbito del conocimiento científico, en particular la estructura del átomo de hidrógeno considerando las subpartículas atómicas que al menos en el octavo grado

básico de Chile no se enseñan [7]. Es decir, tanto en los modelos atómicos de Thomson, Rutherford y Bohr, los estudiantes conocen los diferentes planteamientos, y logran diferenciar el núcleo atómico, que es donde ubican los protones y neutrones, y las órbitas exteriores donde se encuentran los electrones. La apuesta era dar un paso más allá, y mostrarles que tanto los protones como los neutrones estaban formados por partículas más pequeñas llamadas quark arriba y quark abajo, las que se mantienen unidas gracias a la interacción de los gluones, y que los electrones por otro lado eran realmente partículas sin componentes más pequeños. También se les menciona el Bosón de Higgs como el causante de dar masa a las partículas. Todo esto último de acuerdo a la teoría del modelo estándar de la física de partículas, desarrollada (y en desarrollo) durante los últimos 60 años. Cabe hacer notar que hace un siglo, los físicos como Schrödinger, Heisenberg, y Dirac entre otros iniciaron lo que se conoce desde entonces como la Física Cuántica.

Para medir los conocimientos de estos temas se aplicaron instrumentos ex ante y ex post en relación al momento en que fue conocida esta materia por parte de los estudiantes, y previamente se les había aplicado un instrumento para detectar el grado de uso que tenían en relación a los videojuegos y al uso de internet. Parte del trabajo consistió en desarrollar un videojuego orientado al tema, el cual podían jugar en línea un grupo de alumnos.

II. SITUACIÓN ACTUAL

La “ludificación” se define como el “uso de técnicas, elementos y dinámicas propias de los juegos y el ocio en actividades no recreativas con el fin de potenciar la motivación, así como de reforzar la conducta para solucionar un problema, mejorar la productividad, obtener un objetivo, activar el aprendizaje y evaluar a individuos concretos” [2], la ludificación es más conocida por el anglicismo gamificación, del inglés gamification, término acuñado el año 2002 por el Programador Británico de juegos Nick Pelling. Si se busca en Google el término gamificación, aparecen 1.550.000 resultados, lo que habla de lo potente que es este concepto actualmente, y encontramos un sinnúmero de opciones para visitar y revisar videojuegos orientados a la educación.

El utilizar videojuegos para el aprendizaje permite llevar experiencias de la vida cotidiana a la educación de los alumnos, aumentar la motivación y el compromiso con el aprendizaje, y acercarse a los estilos actuales de aprendizaje de los alumnos [5]. Muchos autores han analizado el impacto de los videojuegos en el desarrollo de habilidades de resolución de problemas. Algunos de ellos creen que pueden promover un aprendizaje de alto orden, como incrementar

diálogos significativos entre los alumnos [3][6], o mejorar su movilidad y orientación [11]. Así mismo, estudios describen los efectos positivos de los videojuegos en habilidades sociales [4][8]; contenidos de historia [1] y aprendizaje de la ciencia [6][10][12].

III. EL VIDEOJUEGO

A. Diseño

El videojuego fue desarrollado en Gdevelop, un software de código abierto en su versión 4.0, utilizando su capacidad de poder compilar y publicar el videojuego final en plataforma web, con código HTML5 [9].

El videojuego consistió en tres niveles con tres etapas cada uno, teniendo además un tutorial en donde se enseñaba el mecanismo del juego y además contenía una ayuda teórica que indicaba cual era la misión para conseguir, que era “armar” un átomo de hidrógeno.

En los tres niveles el jugador debía esquivar a los múltiples Bosones de Higgs, ya que se les indicaba que estos agregaban la masa a las partículas y por lo tanto había un contacto crítico que no debían superar, sino perderían el juego. En el primer nivel, el jugador controlaba al personaje quark up, el cual tenía como misión capturar tres gluones para pasar al siguiente nivel, las tres etapas del nivel iban aumentando en dificultad. En el segundo nivel, el jugador era un gluón que debía capturar a los tres quarks (dos quarks up y un quark down) para formar el protón, y al igual que en el nivel anterior debía sortear con éxito tres etapas. En el tercer y último nivel, el jugador era el protón y debía capturar al electrón para formar el átomo de hidrógeno.

Para darle un contexto más inmersivo al videojuego, los diferentes niveles fueron ambientados con una música electrónica futurista.

B. Interfaces

En la etapa tutorial se encuentra el contenido básico acerca de los componentes de la materia, con un esquema que se basa en el átomo de hidrógeno, por ser el átomo más simple y abundante del universo, de forma que vaya entendiendo cuál es la finalidad o historia del juego. Como se ve en la figura 1, se muestra una representación del átomo que ya conocen en sus clases de ciencias naturales, pero con el agregado de que un protón se forma por la interacción de tres Quarks con los respectivos Gluones.

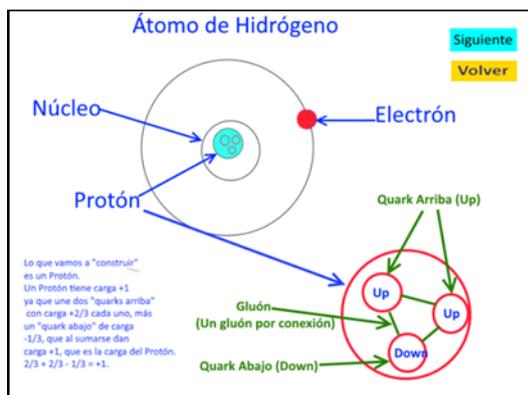


Fig. 1. Interfaz Tutorial: Átomo de Hidrógeno

Para la parte práctica, el jugador tiene la posibilidad de ver cuáles son los controles del juego, pudiendo conocerlos antes de comenzar el juego, y donde ya podrá conocer parte de la primera escena, y por supuesto aprender a controlar al personaje principal para cada nivel y etapa (Figura 2). El resto de las interfaces de juego son similares a esta.



Fig. 2. Interfaz Práctica: Modo de juego

C. Personajes

- Quark Arriba: personaje que debe capturar los gluones que serán los que le permitan unirse a otro Quark arriba y a un Quark abajo para formar un Protón. Su carga eléctrica es de +2/3 (más dos tercios). Pertenece al grupo de Leptones.
- Quark Abajo: personaje que es capturado junto a dos Quark arriba para formar el protón. Su carga eléctrica es de -1/3 (menos un tercio). Pertenece al grupo de Leptones.
- Gluón: este personaje es un Bosón, y es el que permite o es el “portador” de la interacción entre los quarks. No tienen carga eléctrica.
- Bosón de Higgs: otro personaje Bosón, pero uno particular que es el encargado de “dotar” de masa a la materia. Este es el motivo que, si durante el juego se interactúa con muchos bosones de Higgs, las partículas desaparecen por su alto peso.
- Electrón: partícula elemental que está presente en todos los átomos de la naturaleza. Su carga eléctrica es de -1 (menos 1). Pertenece al grupo de Leptones.
- Protón: partícula formada por la interacción de tres quarks, dos quarks arriba y uno abajo, cuya suma de cargas da +1 (mas 1). Pertenece al grupo de Hadrones.

IV. METODOLOGÍA

Se trabajó con un curso de octavo año de enseñanza básica, compuesto por 14 niños y 23 niñas de una escuela particular subvencionada ubicada en la ciudad de Santiago de Chile. Los contenidos son pertinentes a la asignatura de Ciencias Naturales, por lo que la profesora a cargo de esta materia fue quien apoyó con el trabajo de los alumnos, y en particular con el grupo de que revisó los contenidos de manera tradicional.

La primera parte se trabajó con la totalidad de alumnos, mientras que en la segunda parte se hizo un trabajo separado en dos grupos, uno con enseñanza tradicional y otro que utilizó el videojuego.

A. Primera parte

La primera parte del estudio consistió en conocer los intereses de los alumnos respecto a los videojuegos, su familiaridad con estos, con qué dispositivos era su acercamiento con los videojuegos y si tenían interés en conocer y jugar con videojuegos orientados al aprendizaje, entendiendo también cuáles eran sus asignaturas favoritas. Para esto se aplicó una encuesta de 13 preguntas del estilo escala de Likert, alternativas y abiertas.

En segundo lugar, se les aplicó un cuestionario muy sencillo en el cual se les pedía indicar las partes de un átomo de hidrógeno presentadas en un esquema (Figura 3). Este esquema contiene partes del átomo de hidrógeno que no son parte de los contenidos definidos por el Ministerio de Educación de Chile en la actualidad.

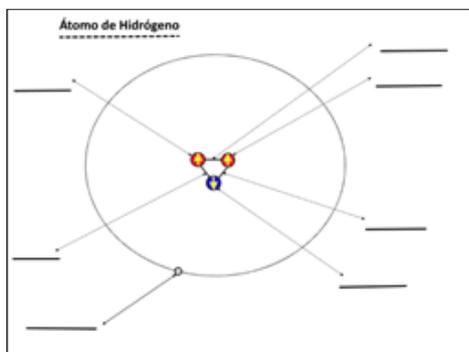


Fig. 3. Partes del Átomo de Hidrógeno

En este cuestionario había una segunda pregunta que tenía relación con conocer si sabían o habían escuchado hablar del Bosón de Higgs, los gluones, protones, electrones, neutrones y quarks.

B. Segunda Parte

En la segunda parte de la investigación la profesora de Ciencias Naturales les explicó a todos los alumnos cuáles eran las partes del átomo de hidrógeno que ellos no conocían, y les pasó una ficha elaborada para este fin con todo el contenido necesario para su revisión y aprendizaje.

Para el grupo a utilizar el videojuego se seleccionaron 10 niños de manera equitativa por género. Esta selección se hizo en base a su manifestación de interés por ser parte de una investigación científica. A este grupo de estudiantes, bajo absoluta reserva, se les entregó una dirección web donde podían encontrar el videojuego desarrollado especialmente para este estudio. De esta manera, ellos pudieron familiarizarse con los elementos de la materia que contenía la ficha de contenidos de una manera lúdica.

Una vez transcurridos cinco días en que ambos grupos trabajaron con los contenidos asociados al átomo de hidrógeno, uno con la ficha y otro con el videojuego, se les aplicó, sin previo aviso, un nuevo cuestionario donde se les pedía nombrar las partes que componen un átomo de hidrógeno, y hacer un esquema de este con un dibujo propio.

V. RESULTADOS

En cuanto al perfil de los niños y niñas obtenido del primer cuestionario aplicado, que hacía referencia al uso de videojuegos, podemos decir que al 75,4% de ellos les gustaba o gustaba mucho jugar (92% entre hombres y 64% entre mujeres), que el dispositivo más usado era el teléfono con 89%, las consolas 51%, PC de escritorio 45,9% y notebook 27%. En cuanto al tiempo destinado a jugar, el promedio del curso es de 1 hora 45 minutos para los niños y 1 hora 24 minutos para las niñas. Dos niños declaran no jugar nada y los casos extremos son una niña que declara jugar 4 horas y media y un niño que declara jugar 5 horas. El 95% de ellos tiene conexión a internet.

Para el cuestionario asociado al esquema de las partes del átomo de hidrógeno, era esperable que pudieran identificar el electrón y el protón, pero se incluían además el quark arriba (quark up), quark abajo (quark down), y los gluones. Los resultados de esta actividad se presentan en la tabla 1.

TABLE I. RESULTADOS ACTIVIDAD ÁTOMO DE HIDRÓGENO

Partícula	%Reconoce	%No reconoce
Gluón	8.8	91.2
Quark Arriba (up)	8.8	91.2
Quark Abajo (down)	0	100
Electrón	29.4	70.6

El electrón logró un nivel de reconocimiento cercano al 30% que de todas maneras es bajo respecto a lo esperado. El segundo aspecto, respecto a si conocían o al menos habían escuchado de los elementos Bosón de Higgs, electrón, protón, gluón, neutrón y quark, como era de esperar, el electrón, protón y neutrón son elementos reconocidos por los alumnos (Tabla 2)

TABLE II. RESULTADOS ACTIVIDAD DE RECONOCIMIENTO

Partícula	%Reconoce	%No reconoce
Bosón de Higgs	5.9	94.1
Electrón	82.4	17.6
Protón	58.8	41.2
Gluón	11.8	88.2
Neutrón	97.1	2.9
Quark	2.9	97.1

Al ver los nombres escritos, les fue bastante más fácil recordar los nombres del neutrón, del electrón y del protón, sin embargo, tanto el Bosón de Higgs como los quarks y gluones de todas maneras resultaron bastante desconocidos.

El siguiente cuestionario fue aplicado a los cinco días, considerando esta vez a los niños y niñas que tuvieron acceso al videojuego. En este caso, los resultados fueron abrumadoramente indicadores de que el apoyar las materias

de estudio con un videojuego logran un mayor grado de asimilación por parte de los estudiantes.

Los niños y niñas que no tuvieron apoyo del videojuego nombraron en promedio 1,6 partes del átomo de hidrógeno, es decir, generalmente el protón y el electrón que habían aprendido en clases. Sin embargo, entre los niños y niñas que usaron el videojuego, el que menos nombró fueron 5 elementos, quedando el promedio en 6,4 partes (Figura 4).

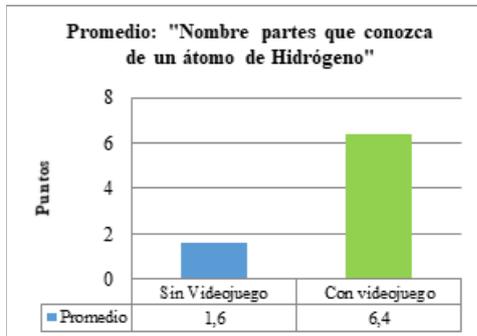


Fig. 4. Promedio: Nombre partes que conozca de un átomo de Hidrógeno

En la siguiente pregunta, que era dibujar el átomo de hidrógeno con los detalles que recordara, la situación fue la misma, es decir, los niños que usaron el videojuego dibujaron en promedio 5,6 detalles en promedio, contra un 0,8 entre los niños y niñas que sólo recibieron la ficha informativa (Figura 5).

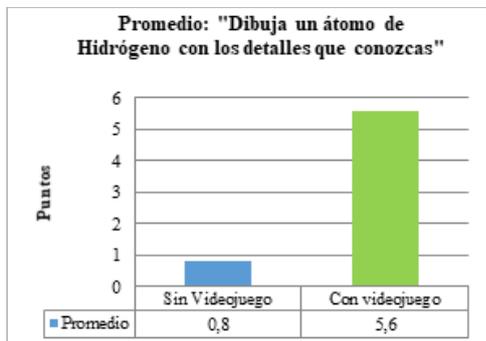


Fig. 5. Promedio: Dibuja un átomo de Hidrógeno con los detalles que conozcas

En la pregunta en que debían dibujar el átomo de hidrógeno con sus respectivas partes, hubo dos alumnos que utilizaron el esquema que entregaba el videojuego (Figura 6) y no el dibujo representado en la ficha. Lo que es bastante notable desde el punto de vista de aprendizaje.

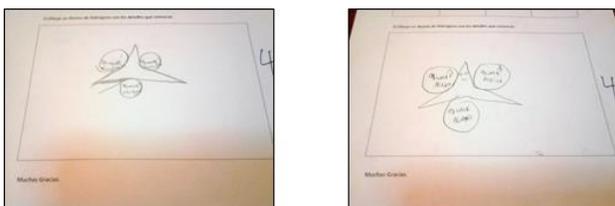


Fig. 6. Dibujo de protón con sus quarks y gluones

Considerando finalmente la sumatoria entre ambas preguntas, los que usaron el videojuego consiguieron 12

puntos en promedio contra 2,33 de los que no lo hicieron (Figura 7).

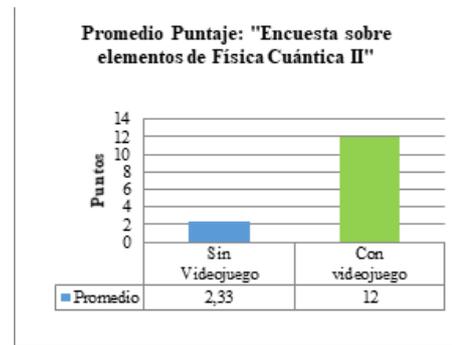


Fig. 7. Promedio: Encuesta sobre elementos de Física Cuántica II

Es importante destacar, que a nivel de las respuestas no hubo diferencias significativas entre niños y niñas.

VI. DISCUSIÓN

A pesar del corto tiempo destinado al videojuego, se puede afirmar que este resultó ser un factor altamente positivo al momento de ayudar a los estudiantes a familiarizarse con el aprendizaje del átomo de hidrógeno en un curso de octavo año de enseñanza básica en Chile.

Hoy en día, con todo el acceso a tecnología que tienen nuestros estudiantes, de manera cada vez más ubicua, los videojuegos se presentan como una muy buena alternativa para acercarlos a diferentes contenidos. Por tanto, resulta natural poder apoyarse en ellos para ayudar al estudiante a tener un contacto más natural con las materias de estudio.

Si se piensa en las casi dos horas diarias que muchos estudiantes destinan a los videojuegos, es genuino plantearse la pregunta de cómo es posible aprovechar dicha energía para los fines que el sistema de educación le exige al estudiante y que cada vez está más en línea con temas tecnológicos.

Es tanto el material escrito en este sentido, y en concordancia con los resultados aquí expuestos, que pensamos que no puede pasarse por alto el hecho de que hay que pensar en desarrollar videojuegos, que sin perder lo lúdico le permitan al estudiante mantener el foco en lo que persigue el profesor.

VII. CONCLUSIONES

A los desarrolladores de videojuegos se les presenta el desafío de pensar en esta nueva herramienta de educación, con el incentivo de crear instrumentos que permitan tanto aprender como entretenerse. Más allá de constatar una vez más lo poderosa que puede ser esta herramienta, abre también la posibilidad de un nuevo nicho de desarrollo que pueda incluir a desarrolladores, diseñadores, músicos y en general a todo el equipo de profesionales que pueda sostener esta disciplina.

Mientras tanto, estamos embarcados en el proyecto de poder disponer de un set de videojuegos que comprenda todo el programa de ciencias naturales de séptimo y octavo básico que sin duda puede ser una excelente herramienta para poner a disposición de los profesores del ámbito científico.

AGRADECIMIENTOS

A la profesora Ruth Fuentes Morales por su apoyo en esta investigación.

REFERENCIAS

- [1] Evaristo, I., Navarro, R., Vega, V., Nakano, T. (2016). Uso de un videojuego educativo como herramienta para aprender historia del Perú, RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2016), 19(2), pp. 35-52, (I.S.S.N.: 1138-2783)
- [2] Galán, M. (2019). Ventajas de la Ludificación (Gamificación) en el Videojuego Manuelito en Búsqueda de la Atlantida. 27 Julio 2019, de Manuelito Investigador Sitio web: <http://manuelgalan.blogspot.com/2019/03/ventajas-de-la-ludificacion.html>
- [3] Garrido, J. M. (2013). ¿Por qué los estudiantes juegan con videojuegos de estrategia?: algunos principios para la enseñanza. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 15(1), 62-74. Recuperado de <http://redie.uabc.mx/vol15no1/contenido-garridojm.html>
- [4] González Tardón, C. (2014) "Videojuegos para la Transformación Social". Aportaciones Conceptuales y Metodológicas. (Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades, Instituto de Estudios del Ocio, Programa de Doctorado en Ocio y Desarrollo Humano). Editado por People&VIDEOGAMES.Ciencias Naturales, Programa de Estudio Octavo Básico, Pág. 29, Ministerio de Educación de Chile.
- [5] James, J., Beaton, B., Csete, J., Vogel, D. (2003). Mobile educational games. In: Lassner, D., McNaught, C. (eds.) Proceedings of ED-MEDIA 2003, pp. 801–802.
- [6] Lim, C., Nonis, D., Hedberg, J. (2006). Gaming in 3D multi-user virtual students in Science lessons. British Journal of Educational Technology, 37(2), pp. 211–231.
- [7] Ministerio de Educación (2018), Chile, Programa de Estudio Octavo Básico, Ciencias Naturales, Pág. 29, Ministerio de Educación de Chile. Recuperado de https://www.curriculumnacional.cl/614/articulos-20721_programa.pdf
- [8] Pellegrini, A., Blatchford, P., Kentaro, B. (2004). A Short-term Longitudinal Study of Children's Playground Games in Primary School: Implications for Adjustment to School and Social Adjustment in the USA and the UK. Social Development 13(1), pp. 107–123.
- [9] Rival, F.. (s.f.). Create your own games. 27 Julio 2019, de GDevelop Sitio web: <https://gdevelop-app.com/>
- [10] Sánchez, J., Sáenz, M. (2008). Resolución de problemas en ciencia a través de videojuegos móviles. En Sánchez, J. (editor). Nuevas Ideas en Informática Educativa.
- [11] Sánchez, J., Sáenz, M., Ripoll, M., Garrido, J. (2010). Usability of a Multimodal Videogame to Improve Navigation Skills for Blind Children. Transactions on Accesible Computing, TACCESS
- [12] Sánchez, J., Sáenz, M., Salinas, A. (2009). Videojuegos Móviles para Aprender y Pensar en Ciencias. En C. Vaz de Carvallho, M. Llamas, and R. Silveira (Eds.), TICAI 2008: TICs para el Aprendizaje de la Ingeniería, ISBN 978-972-8688-63-9, Capítulo 8, Pags.: 53-60 © IEEE, Sociedad de Educación: Capítulos Español y Portugués.