



## Preconstrucción de un videojuego para análisis dimensional

### *Preconstruction of a videogame for dimensional analysis*

Alexander Mejía Camacho<sup>1</sup>, Juan Santacruz<sup>2</sup> y Julio Romero<sup>3</sup>

Recepción: 13/09/21

Aceptación: 13/06/22

#### Resumen

Los docentes asignados a cursos de primeros semestres universitarios se caracterizan por realizar numerosos esfuerzos tendientes a mejorar el desempeño de sus estudiantes, sobre todo en temas relacionados con el análisis dimensional. Sin embargo, la descontextualización y el atraso tecnológico de las herramientas didácticas pueden interferir con la apropiación de los conceptos por parte del estudiante. En el presente trabajo, se propone un marco de partida para la construcción de un videojuego que permita comprender mejor las temáticas del análisis dimensional, se realizaron grupos focales e instrumentos para la recolección de información, procurando involucrar a todos los actores del proceso. Finalmente se presenta la construcción de las misiones propuestas para el desarrollo de un documento de diseño de juego.

#### Palabras clave

Enseñanza, videojuego, tecnología, medición, magnitudes.

#### Abstract

The efforts to enhance students' performance on topics related to dimensional analysis characterize teachers assigned to the first semester of university; many of the efforts are focused on presenting dimensional analysis exercises, however decontextualization and technological backwardness can interfere with the appropriation of the concepts by the students. In the present study, an initial framework is proposed for the creation of a video game that allows a better understanding of dimensional analysis themes, for this purpose focus groups and instruments were carried out for the data collection, trying to involve all the actors in the process. Finally, the construction of the proposed missions for the development of a game design document is presented.

#### Keywords

Teaching, video game, technology, measurement, magnitudes.

<sup>1</sup>Universidad de Cundinamarca, Colombia.

<sup>2</sup>Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia.

<sup>3</sup>Universidad de la Patagonia Austral, Colombia.

## Introducción

La resolución de problemas ha sido una estrategia tradicional para el aprendizaje de las ciencias exactas, se puede decir que ocupa un lugar central para la enseñanza pues estimula la capacidad de crear, inventar, razonar y analizar situaciones para luego resolverlas, por lo tanto, propiciar espacios de trabajo sobre esta habilidad es altamente positivo, especialmente en aquellos que buscan metodologías o estrategias novedosas para el desarrollo académico. En ese sentido, dichas estrategias tienden a ser globalizadoras, debido a que se nutren de muchos conocimientos transversales, los cuales pueden ser abordados desde cualquier disciplina (Pérez y Ramírez, 2011).

Si los docentes se actualizan en el uso de nuevas tecnologías y logran vincularlas efectivamente con los procesos teóricos-metodológicos, se realizará un mejor planteamiento a los estudiantes brindando las características necesarias para resolver un problema a la vez, de manera que propicie el razonamiento y la creatividad para encontrar su solución. De esta manera es posible concebir que el problema es una situación presentada al estudiante en forma de reto, el cual debe ser abordado y solucionado ya sea por un paso directo, o por una serie sinérgica de proposiciones y preguntas que permitan al estudiante llegar a una meta (Beyer 2000).

Las situaciones problémicas presentadas a los estudiantes en un proceso educativo se componen principalmente de metas, algunos datos, las restricciones y los métodos. Las metas son los objetivos que se pretenden alcanzar en una situación determinada, los datos son elementos que necesita el estudiante para analizar y resolver la situación problema; estos pueden ser explícitos o implícitos en la formulación del problema (Poggioli 2009), las restricciones son los factores que limitan la vía para resolver la situación planteada, y los métodos describen el procedimiento que se aplica para lograr la solución. Es importante poner en juego la curiosidad para inducir la creatividad y las facultades inventivas, si se resuelve por propios medios se puede experimentar el encanto del descubrimiento y el goce del triunfo. (Polya 1984).

La pericia del docente para proponer una ruta eficiente que facilite al estudiante comprender cada etapa y superarla de manera exitosa, garantiza el avance efectivo de un proceso de enseñanza. Sin embargo, las habilidades personales influyen también en el éxito de cada propuesta, en ese sentido, es posible distinguir dos tipos de posturas frente a un problema, uno suele ser fácil no plantea un reto significativo, generalmente el método o algoritmo de respuesta suele surgir de manera casi espontánea por una simple inspección de los supuestos iniciales, a este tipo de problemas se le conocen como rutinarios. Al otro lado, podemos encontrar problemas no rutinarios, los cuales suponen un reto adicional para la persona, forzándola a repensar el algoritmo de resolución, meditando en las posibles alternativas (Sepúlveda, et al. 2003).

El análisis reflexivo derivado del planteamiento de un algoritmo y la formulación de posibles soluciones plantea un proceso metacognitivo. De esta manera, el estudiante consciente o inconscientemente logra establecer un proceso de control y monitoreo, que le ayuda a evaluar las posibles soluciones en búsqueda de una respuesta apropiada, logrando de esta manera eliminar las desviaciones y contradicciones presentadas (González 2017). Los beneficios que obtienen los estudiantes al realizar un aprendizaje de conceptos matemáticos a partir de situaciones problémicas suelen estar asociados con la capacidad de

pensar ordenadamente, lo cual permite formular estrategias pertinentes en cada situación, facilitando de esta manera el aprendizaje de nuevos contenidos (Mora, 2003).

Para facilitar este modo de acercamiento a las matemáticas es necesario fortalecer los procesos de enseñanza. De esta manera, se adquieren y refuerzan hábitos de persistencia, curiosidad y seguridad, contribuyendo de esta manera a mejorar la respuesta de los estudiantes frente a situaciones similares incluso aquellas que no tienen relación directa con las matemáticas, así la capacidad de resolver problemas científicos se verá maximizada, y será posible generar mejores resultados en el proceso de aprendizaje (Calvo 2008).

Las dificultades subyacentes al conocimiento matemático afectan el progreso de los estudiantes en otras asignaturas, en especial las relacionadas con la medición. En este sentido, los estudiantes que no son capaces de comprender la aplicación de los principios matemáticos en cada circunstancia generalmente presentan menores resultados, dificultades para progresar y en muchos casos serán aquellos que no logren superar con éxito el curso propuesto, cuando se miran a fondo los problemas relacionados a esta dificultad, se encuentra que los estudiantes carecen de herramientas prácticas para facilitar el proceso de medición. Muchas veces los docentes se enfrentan a dificultades por no encontrar propuestas novedosas, que mejoren el desempeño cuando se encuentran en grados superiores e incluso universitarios (Osmanoglu y Oguzhan, 2017).

Desde un punto de vista matemático, los ejercicios de conversión de unidades son la contextualización física de un problema de fracciones, operativamente se compone de un sistema de divisiones concatenadas, que logran convertirse en un reto difícil para muchos estudiantes universitarios que comienzan con unas bases pobres para desarrollar fraccionarios. Las habilidades en matemáticas no son necesariamente las únicas destrezas que requieren nuestros estudiantes para resolver problemas planteados desde asignaturas como Física, Química o Biología, en ese sentido existen perfiles de estudiantes que logran realizar muy bien un ejercicio de división pero no logran desarrollar un ejercicio de conversión, el cual en esencia es matemáticamente muy parecido (Córdova et al 2010), por ello los ejercicios en contextos reales que involucran procesos de conversión de unidades, requieren un abordaje más complejo desde dos enfoques diferentes el abstracto y el realista. Existen estudios que demuestran que las fracciones y sus formas aplicadas al mundo real como los factores de conversión, también permiten a los estudiantes comprender mejor otros aspectos de las matemáticas, mejorando su desempeño en el álgebra, la geometría y la trigonometría (Coetzee y Mammen. 2017).

Las matemáticas constituyen un importante problema en el desempeño de los estudiantes universitarios durante los primeros semestres académicos (García, et al. 2018). Aunque sus causas son muchas y variadas, se destacan la ausencia de algunas competencias y habilidades requeridas por el estudiantado para cursar programas que cuentan con asignaturas de ciencias básicas como: Química, Física, Biología o Matemáticas. Lo anterior se ve determinado por los saberes que traen los estudiantes y que son construidos durante el proceso de formación básica primaria, básica secundaria y educación media.

Muchos estudiantes han desarrollado plenamente las competencias en ciencias básicas, apropiándose de los conceptos logrando aprender de forma significativa (Mazzilli et al. 2016). Generalmente estos estudiantes provenientes de familias en niveles socioeconómicos altos y estimulantes, son egresados de instituciones de formación reconocidas por su calidad en la educación, sin embargo, se presentan también estudiantes

con dificultades sociales y emocionales que egresan de colegios "de baja calidad", en donde algunos estudiantes logran graduarse con grandes falencias en la formación y en las competencias adquiridas, evidenciándose en la dificultad para desarrollar procesos matemáticos básicos como despejar ecuaciones, realizar conversiones, reconocer las unidades y las magnitudes, identificar y jerarquizar operaciones, entre otros (Giménez y Castro, 2017). Estos estudiantes presentan dificultades para abordar de manera correcta los planteamientos teóricos y procedimentales apropiados en la resolución de problemas.

Entretanto, el estudiante de la era digital que llega a la Educación Superior se encuentra en algunos casos más adelantado que sus propios docentes, en cuanto al uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Estos docentes continúan enseñando mediante didácticas antiguas, desconociendo el habitual uso de cualquier tipo de pantalla y técnicas por parte del joven alumnado, este desfase podría ser la causa del aburrimiento y falta de interés en muchas asignaturas (Tapia et al, 2020; López, 2010), existen numerosos documentos publicados (Granda et al, 2019) que apoyan el uso de las TIC para fomentar el aprendizaje, el uso de juegos digitales para aumentar la motivación se relaciona comúnmente a los altos niveles de inmersión que se pueden lograr, los entornos digitales construidos pueden presentar experiencias desafiantes a los estudiantes. El docente en asociación con un equipo de programación y diseño puede generar situaciones problema desde un modelo de aprendizaje que mantenga al estudiante comprometido con el logro de sus objetivos. (Moreno. 2016; Martínez. 2019)

Para el diseño de videojuegos con fines educativos es fundamental tener en cuenta tres principios rectores. La estructura, que se refiere a tener un conjunto de reglas y procedimientos claros y que se pueden entender de manera sencilla, la inmersión, referida a la posibilidad de asumir un rol que en el juego se sienta divertido e interesante, finalmente la apariencia, referida a contar con un apartado visual y sonoro apropiado que estimule sensorialmente al estudiante (Zabala et al. 2020). Específicamente en relación con el uso de videojuegos para el aprendizaje de conceptos matemáticos aplicados Olvera (2013) argumenta, que los entornos digitales creados pueden intentar simular la realidad de nuestro universo, emplazando al estudiante en entornos hiperrealistas que simulen problemáticas más o menos cotidianas. Sin embargo, el potencial didáctico que tienen los videojuegos puede ser mucho mayor cuando se recurre a la fantasía, emplazando al estudiante en entornos ficticios, los cuales tienen reglas físicas o lógicas que pueden ser manipuladas durante el desarrollo del videojuego con la finalidad de mejorar la asimilación de un conocimiento específico.

El uso de videojuegos para el aprendizaje de diferentes conceptos científicos es cada vez un recurso más común implementado por docentes a diferentes niveles. Sin embargo, el desarrollo de videojuegos específicos para abordar el análisis dimensional es un tema poco explorado, el cual podría ser útil para numerosas asignaturas que comienzan la construcción de sus Syllabus con este tipo de conceptos. El desarrollo de juegos serios requiere de un profundo análisis sobre las habilidades cognitivas que se desean impactar, de esta manera se puede enfocar un producto útil que propenda por generar un aprendizaje significativo, para incrementar los índices de aprobación y disminuir la deserción (Londoño y Rojas. 2021).

Los dispositivos tecnológicos ofrecen elementos y recursos para la resolución de problemas que el estudiante apropia en diferentes niveles. Este proceso se puede considerar como aprendizaje activo y significativo, incluso se le puede añadir la condición de ser participativo al menos en dos dimensiones, una virtual en sentido de ayudar al personaje

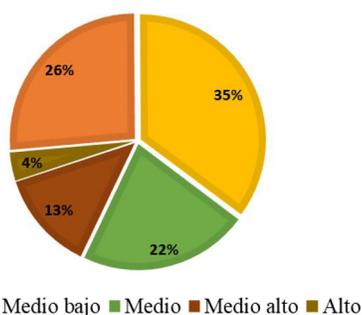
del juego serio y otra real si los intervinientes del proceso son más de un estudiante. En este escenario es posible orientar el proceso a la resolución de problemas de manera conjunta, con el apoyo de diversos recursos técnicos y códigos audiovisuales (Cebrián et al, 2016).

## Metodología

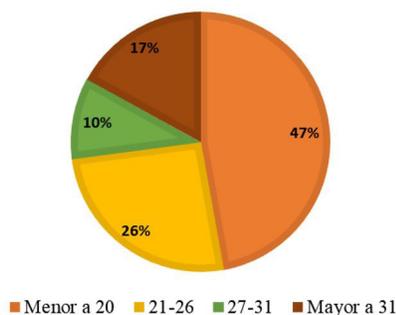
Para identificar las habilidades cognitivas que los estudiantes desarrollan a partir de la implementación del análisis dimensional y la pertinencia curricular de estos contenidos, se generó una encuesta dirigida a 10 docentes del área de Química pertenecientes a diferentes instituciones universitarias de centros urbanos. En este instrumento se indagó sobre la finalidad que tiene la inclusión del tema análisis dimensional en el estudio de la Química, para estudiantes de primera matrícula y las temáticas que se ven influenciadas por este contenido.

Además, fue necesario definir algunos lineamientos sobre los cuales se podrían abordar diferentes situaciones problema en entornos virtuales, para ello, se desarrollaron grupos focales con la finalidad de indagar en los docentes qué aspectos relacionados con estas temáticas podrían ser más útiles en el proceso de enseñanza, estos insumos podrían ser usados para conformar diferentes Puzles en el juego.

**NIVEL SOCIOECONÓMICO**



**EIDADES**



**GRÁFICA 1.** Descripción porcentual de la población estudiantil que participó en la encuesta.

Se aplicó una encuesta sobre algunas preferencias al momento de usar videojuegos. Consultando a 388 estudiantes universitarios de primera matrícula, de todos los niveles socioeconómicos y un amplio rango de edades ya que una universidad participante presenta modalidad a distancia, la cual es muy exitosa en población adulta (Gráfica 1), el instrumento permitió conocer las tendencias sobre las cuales se podría construir un software de aprendizaje. Un segundo grupo de docentes de Química generó una aproximación con expertos en desarrollo digital, los cuales permitirían reconocer los beneficios y dificultades de generar una propuesta acorde con los resultados de las encuestas y grupos focales.

Finalmente, con la información recolectada se construyó un hilo narrativo acorde a los resultados y que se apegara a los lineamientos acordados por los grupos de trabajo, de forma tal que se pudiera construir un entorno atractivo y de utilidad para el aprendizaje del análisis dimensional.

## Resultados y discusión

Como fruto del desarrollo de un grupo focal con docentes del área de Química, se reconoció que uno de los temas que presenta mayor dificultad para su estudio en primer semestre

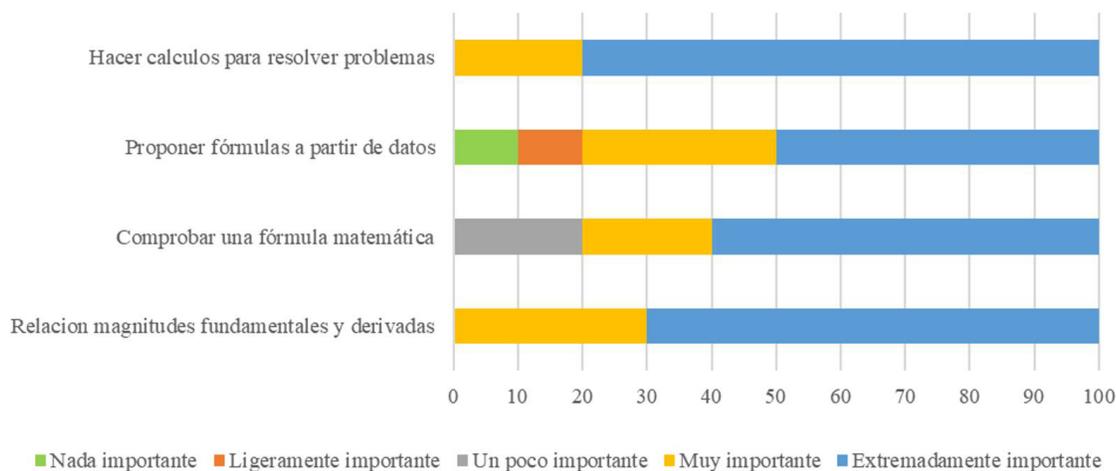
es el análisis dimensional, tema considerado como fundamento esencial entre otros de estequiometría, gases y soluciones (Tabla 1)

Tema	%
Medición	70
Propiedades de la materia	30
Tabla periódica	30
Átomo	30
Funciones Químicas	30
Nomenclatura	20
Estequiometría	100
Gases	100
Soluciones	100
Propiedades coligativas	80
Energía	70
Termodinámica	90
Cuántica y electroquímica	10

**TABLA 1.** porcentaje de docentes que considera una mayor dificultad para diferentes temas vistos en Química que involucran análisis dimensional.

Es evidente que la Química como asignatura de entrada para muchos estudiantes de diferentes programas académicos, necesita del análisis dimensional para facilitar el aprendizaje de los contenidos y de esta manera mejorar el desarrollo de la clase. Al respecto, muchos docentes entrevistados en los grupos focales manifiestan que, durante el inicio de los cursos, es común encontrar contenidos dirigidos a mejorar esta competencia, ya que se evidencia un desarrollo pobre y heterogéneo en las poblaciones de estudiantes nuevos.

Para encontrar actividades problémicas que ayudarán al docente con su ejercicio pedagógico. Se indagó sobre la finalidad que tiene el análisis dimensional respecto al uso que le dan los estudiantes, se proponen 4 categorías a los docentes y ellos asignaron un valor en una escala de importancia (Gráfica 2), con esta información se logró establecer que en el juego se deberían abordar principalmente situaciones que permitieran que los estudiantes resolvieran problemas, y establecieran relaciones entre magnitudes fundamentales y derivadas.



**GRÁFICA 2.** Relación porcentual de la importancia temática en conceptos asociados al análisis dimensional.

Durante las entrevistas realizadas con los profesores, la mayoría se interesó mucho por la posibilidad que tienen los entornos virtuales, se encuentra una gran ventaja en la capacidad de traer situaciones al aula de una manera rápida, inmersiva y asincrónica. Al respecto se puede mencionar que la posibilidad de crear aventuras con una narrativa permitiría generar un espacio más susceptible de aprendizaje, no solo es generar actividades repetitivas que lleven a la monotonía, es generar una experiencia acogedora que motive a los estudiantes. se generaron propuestas de medición a partir de entornos reales, como la cocina, el parque o un laboratorio, en estos entornos los estudiantes deberían poder interactuar y a través de diferentes instrumentos generar la necesidad de medir.

Como resultado de un trabajo conjunto con un estudio de preferencias de los estudiantes (Santacruz, 2020) se propone una aventura espacial, que permita acceder a entornos variados con tecnología futurista, este tipo de escenario se puede explotar de numerosas formas para generar situaciones problemáticas atractivas.



**GRÁFICA 3.** Misiones propuestas para desarrollo de juego.

Luego del análisis de las respuestas de docentes y estudiantes generamos un planteamiento de las misiones que se deben incluir (Gráfica 3). Se considera que para lograr una aproximación a lo que el docente espera, y a lo que el estudiante estaría dispuesto a admitir en un juego serio, se puede construir una aventura individual que incluya 4 misiones, las cuales recogen 4 temas o situaciones que permiten la construcción de un conocimiento a partir de una experiencia guiada por personajes no jugables (NPC's). La historia comienza con la narración a manera de animación de una catástrofe que se da en el planeta tierra, la cual presenta un evento de extinción masiva, y el único sobreviviente es un astronauta (con una Skin personalizable), con traje futurista que se encontraba en una caminata en una estación espacial que orbita la tierra, luego de la catástrofe ocurrida, recibe por parte de un ser extraterrestre una misión de visitar otro planeta para volver el nuestro a la normalidad y una herramienta (de medición) sofisticada, multitareas y aerodinámica, del tamaño de una caja de zapatos que puede ayudarlo a resolver ciertos problemas. estos planteamientos permiten ubicarnos en entornos surrealistas, pero que mantienen las físicas terrestres.

Durante la visita a otro planeta el jugador deberá relacionarse con seres extraterrestres (NPC's) que tienen muchos problemas por hacer trueques, transacciones y mediaciones sin realizar mediciones básicas, en este desarrollo se hace necesaria la intervención del personaje (jugador) para mejorar las condiciones de intercambio, trueque y comercio entre los seres. Para ello la herramienta que tiene le sirve para solucionar el problema de medir, comparar y equilibrar diferentes magnitudes, al final de la historia el descubrimiento de una materia prima que puede ayudar al jugador a retroceder en el tiempo y salvar la tierra, motiva al estudiante para conseguir suficiente sustancia y completar su objetivo. La resolución del problema en torno a la conversión de magnitudes y la materia prima que se necesita permite mejorar destrezas, habilidades y competencias para un resultado exitoso.

## Conclusiones

La generación de juegos en entornos virtuales es una alternativa bastante llamativa para los docentes de Química que quieren mejorar el desempeño de sus estudiantes, en ese sentido desarrollar estas estrategias de apoyo permitiría facilitar el proceso de enseñanza.

Para los estudiantes, los videojuegos son instrumentos de diversión y esparcimiento, por tal razón, es necesario garantizar actividades entretenidas con mecánicas atractivas que permitan mantener la atención, a medida que se dan situaciones problemáticas que conducen al objetivo educativo propuesto desde la planeación curricular.

La generación de una historia atractiva que permita la apropiación por parte del estudiante, debería facilitar la asimilación de contenidos académicos, promoviendo el aprendizaje a medida que se divierte.

Una vez establecidos los puntos de partida, es necesario comenzar con la construcción de un Documento de diseño de juego (GDD), el cual recoja las propuestas presentadas en este documento, y posteriormente se construya en un entorno digital usando el software Unity para plataformas móviles.

## Referencias

- Beyer, W. (2000). La resolución de problemas en la Primera Etapa de la Educación Básica y su implementación en el aula. *Enseñanza de la Matemática*, 9(1), 22-30. <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376140388008.pdf>
- Calvo, M. (2008). Enseñanza eficaz de la resolución de problemas en matemáticas. *Revista Educación*, 32(1). 123-138. <https://www.redalyc.org/pdf/440/44032109.pdf>
- Cebrián, M., Góngora Rojas A., y Pérez Vicente, M. (2016). Enseñanza virtual para la innovación universitaria. Madrid, España: Narcea Ediciones.
- Coetzee. J y Mammen. K. (2017). Science and engineering students' difficulties with fractions at entry-level to university. *International electronic journal of mathematics education*. 12(3). 281-310. <https://www.iejme.com/download/science-and-engineering-students-difficulties-with-fractions-at-entry-level-to-university.pdf>

- Córdova, J., Feregrino, M., Reza, J., Ortiz, L., y Dosal, M. (2010). Razones para "concentrarse" en las razones. *Educación Química*, 21(1). 33-39. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X18300703>
- García, M., Lopez, A., y Díaz, A. (2018). Análisis del Desempeño de Estudiantes en Tareas Matemáticas. Estudio Exploratorio en el Instituto Politécnico Nacional de México. *Formación Univertsitaria*, 11(5), 41-54. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062018000500041>
- Gimenez, G., y Castro, A. (2017) ¿Por qué los estudiantes de colegios públicos y privados de Costa Rica obtienen distintos resultados académicos? *Perfiles Latinoamericanos*, 25(49). 195-223 <https://doi.org/10.18504/pl2549-009-2017>
- Gonzalez, E. (2017). La resolución y planteamiento de problemas como estrategia metodológica en clases de matemática. *Atenas*, 3(39). 64-72. <https://www.redalyc.org/journal/4780/478055149005/478055149005.pdf>
- Granda, L., Espinoza, E., y Mayon, S. (2019). Las TIC como herramientas didácticas del proceso de enseñanza-aprendizaje. *CONRADO*, 15(66), 104-110. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/886>
- Londoño, L y Rojas, M. (2021). Determinación de criterios generales para el diseño de juegos serios: modelo metodológico integrador. *Información Tecnológica*, 32(1). 123-132. <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v32n1/0718-0764-infotec-32-01-123.pdf>
- López, N. (2010). El aburrimiento en las clases. *Procesos psicológicos y sociales*, 6(1-2), 1-43. <https://www.uv.mx/psicologia/files/2013/06/El-Aburrimiento-En-Clases.pdf>
- Martínez, J. (2019). Percepciones de estudiantes y profesores acerca de las competencias que desarrollan los videojuegos. *Pensamiento educativo*, 56(2). 1-21. <http://www.revistacienciapolitica.cl/index.php/pel/article/view/24399/19701>
- Mazzilli, D., Hernández, L., y De la hoz, S. (2016) Procedimiento para Desarrollar la Competencia Matemática Resolución de Problemas. *Escenarios*, 14(2). 103-119. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5757835.pdf>
- Mora, C. (2003). Estrategias para el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. *Revista de pedagogía*. 24(70). [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttextypid=S0798-97922003000200002](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttextypid=S0798-97922003000200002)
- Moreno, C. (2016). El rol del juego digital en el aprendizaje de las matemáticas: experiencia conjunta en escuelas de básica primaria en Colombia y Brasil. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en ciencias*, 11(2). 39-52. <https://www.redalyc.org/pdf/2733/273349183004.pdf>
- Olvera, Á. (2013). Las tecnologías de la información y la comunicación en el sistema educativo básico, México [Tesis de maestría, CIDE]. Repositorio DICE
- Osmanoglu, A., y Oguzhan, E. (2017). Prospective Science Teachers' knowledge of and Difficulties with Unit Conversion. Copenhagen. Dinamarca: ECER.

- Pérez, Y., y Ramírez, R. (2011). Estrategias de enseñanza de la resolución de problemas matemáticos: Fundamentos teóricos y metodológicos. *Revista de investigación*, 35(73), 169-194. <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376140388008.pdf>
- Poggioli, L. (1999). Estrategias de resolución de problemas. Serie enseñando a aprender. Caracas, Venezuela: Fundación Polar.
- Polya, G. (1984). Cómo plantear y resolver problemas. México DF, México: Trillas
- Santacruz, J., De la Hoz, V., Riaño, N., Romero, J. (2020) Desarrollo de un juego serio como estrategia para el fortalecimiento de competencias en análisis dimensional. *Tecnologías educativas y estrategias didácticas*. 789-798.
- Saucedo, M., Espinoza, M., Herrera, S. (2019). Método de Pólya aplicado al lenguaje algebraico en primer año de licenciatura. *Revista iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*, 9(18). <https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/434/1867>
- Sepúlveda, A., Medina, C., y Itzel, D. (2003). La resolución de problemas y el uso de tareas en la enseñanza de las matemáticas. *Educación matemática*. 21(2). <http://www.scielo.org.mx/pdf/ed/v21n2/v21n2a4.pdf>
- Tapia, S., Campoverde, A., Medina, K. (2020). Uso de la tecnología en las aulas universitarias, ¿una utopía en la era de la información? *Horizontes*. 4(14), 139-148. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v4i14.98>
- Zabala, S., Ardola, D., García-Mora, L., y Benito-Crosetti, B. (2020) Aprendizaje basado en juegos (GBL) aplicado a la enseñanza de la matemática en educación superior. Una revisión sistemática de literatura. *Formación Universitaria*, 13(1). 13-26. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/formuniv/v13n1/0718-5006-formuniv-13-01-13.pdf>

## Información Suplementaria

### Introducción

#### Entorno: Nave espacial

Visita de seres etéreos

La historia comienza con la narración a manera de animación de una catástrofe que se da en el planeta tierra, la cual presenta un evento de extinción masiva, y el único sobreviviente es un astronauta (con una Skin personalizable), con traje futurista que se encontraba en una caminata en una estación espacial que orbita la tierra, en la animación se debe mostrar que el personaje pierde comunicación con la tierra y que pasan varios días, luego, se presentan 2 seres etéreos de 1,50 m de altura, ojos grandes, cabezones, flacos hablando los dos al mismo tiempo generando una voz sobrecogedora, luego de hacerle temer por su vida, logran comunicarse con nuestro personaje, otorgándole la misión de recolectar las rocas de energía mística en el planeta Vonaunk, para ello le concede una celda especial que puede acumular las rocas de energía, y una herramienta (un dispositivo sofisticado, multitareas y aerodinámico, del tamaño de una caja de zapatos) que le servirá para resolver los retos

que se presentarán, la animación termina con nuestro astronauta mirando la herramienta e interactuando con ella.

## Descripción de los personajes y contexto

Luego de salir del asombro, nuestro personaje pregunta a los seres etéreos para qué es la herramienta, los seres etéreos le informan al personaje, que el mundo extraterrestre al cual se dirige está habitado por tres razas diferentes, en este mundo debe recolectar suficiente energía mística para poner en marcha un aparato de viajes en el tiempo y de esta manera evitar la extinción. La información será visualizada a través de un cuadro de texto que además incluirá audio.

Una vez termina la animación, se activa una pantalla de carga en donde aparecerá la siguiente información (de forma animada en la que un personaje externo cuenta la siguiente historia).

*Sabías que: El hombre para adaptarse a las condiciones del mundo ha ido interactuando con el entorno y con otros, la medición surgió por la necesidad del hombre social de comparar, al inicio los patrones de referencia utilizados se asociaron a las partes del cuerpo, dedo pulgar (pulgada), pie, codo, cuarta, braza, jeme. Posteriormente, con el trueque como intercambio comercial, se evidenció que los métodos y los patrones debían ser más justos y equitativos para contrarrestar conflictos.*

## MISIÓN 1. Entorno: mundo extraterrestre "Vonaunk"

El primer viaje sitúa a nuestro personaje (Morphy) en un mundo habitado por 3 razas (Volos, Nates y Unkas) con textura humanoide, que solo conocen los números de 0-1000.

Volos: personajes de 1,0 m de altura, con cabezas gigantes

Nates: personajes de obesos de 1,5 m con cabezas muy pequeñas

Unkas: personajes muy delgados de 2,0 m de altura con cabezas medianas

El mundo Vonaunk es desértico, color cobrizo, con pequeños relieves y cráteres.

A manera de créditos sale el siguiente texto:

*Por eras Volos, Nates y Unkas se han enfrentado debido a que tienen problemas para intercambiar la comida que los mantiene vivos, los turdones son frutos con los nutrientes necesarios para sostener la vida de las tres razas (turdones: tuberculos esféricos, de color café).*

## Problema:

Se observa que los personajes manotean y con sus facciones indican que están discutiendo. **Los Nates son los vendedores** y los **Volos son los compradores**, quienes en la mano tienen piedras token (piedras de diferentes colores que representan la moneda de intercambio entre las tres razas, 1 token verde = 5 tokens azules). se presenta un intercambio en el cual Los Nates están vendiendo 10 turdones de diferentes tamaños, y los Volos le ofrecen un pago de 10 tokens azules, esta transacción se hace de manera inconforme por parte de los

Nates. Luego hay otra transacción de 25 turdones y los Volos le ofrecen un pago de 5 tokens verdes, esta transacción se hace de manera inconforme por parte de los Nates. Se produce una fuerte discusión y los Nates le dicen a los Volos (con un texto y audio), que no están conformes con el pago que ellos están ofreciendo como compensación de los turdones, que deben pagar por el tamaño también. Los Volos responden (con texto y audio) que ellos solo van a pagar por la cantidad de turdones que compren.

Aparecen 5 Nates y 4 Volos, discutiendo alrededor de una roca gigante que tiene el aspecto de una mesa, la discusión se produce porque los pagos que realizan los Volos a los Nates por cada turdón, son iguales sin tener en cuenta la masa. Al personaje se le presenta el primer reto, que consiste en recolectar:

5 turdones pequeños (del tamaño de un limón),

8 medianos (del tamaño de una naranja)

Los turdones deben ser recogidos del área cercana a la mesa (se propone que estén ubicados en zonas de diferentes dificultades de acceso), se propone que en el entorno aparezca un animal (o un personaje de los asset) que robe los turdones de manera que Morphy deba competir con él. Una vez recolectados los turdones, lo lleva a la mesa en donde mediará para solucionar el problema entre las dos tribus.

Para solucionar el **problema** de los turdones, el personaje (Morphy) mira hacia el infinito y recuerda que en su herramienta existe una balanza monoplato que puede ser usada como instrumento de medida, la saca de su traje espacial, enfoca sobre la mesa el holograma de la balanza y la materializa.

El personaje toma un turdón pequeño y lo coloca sobre la balanza arrojando como resultado 100 g, mira a un Volo y le pregunta si el mediano tendrá la misma masa (con texto y audio), todos hacen cara de incógnita y Morphy coloca un turdón mediano y evidencia que su masa es de 300 g, así sugiere tomando las monedas de las manos del Volo, que debe pagar un token azul por el turdón pequeño de 100 g y 3 tokens azules por el turdón mediano de 300 g (es importe que se resalte en la balanza la unidad g de gramos).

Luego de solucionar el conflicto un Nate toma los 5 medianos que le quedan a Murphy, y los adiciona en la balanza la cual por tener un valor limitante de 1000 arroja el mensaje de error, este aterroriza a los Volos quienes son los que deben pagar y no saben cómo solucionar el problema.

Para solucionar el **problema** de los turdones medianos, el personaje debe entrar al menú de la balanza en búsqueda de la modificación de las unidades, asignando la unidad que le permita generar el valor de los turdones en números conocidos, (2,4 kg), (las opciones deben ser mg, g y kg). Cuando oprime el menú hasta mg sigue apareciendo error, y cuando oprime el botón hasta kg aparece la cifra 2,4 kg, este número es reconocido por Nates y Volos.

Se propone al finalizar este evento que se genere un reto de tiempo en el cual 3 Volos ofrecen diferentes cantidades de tokens a los Nates, y el jugador deberá seleccionar la cantidad correcta de tokens respetando la relación de tokens-turdones mencionada anteriormente, si no se supera el evento, los Nates se enfurecen, y se activa nuevamente un nuevo reto hasta que se supere.

Ejemplos de cantidades propuestas para el minijuego

3 Turdones pequeños y 1 mediano

- Opción 1: 1 token verde y 1 azul - Correcta
  - Opción 2: 2 tokens verde y 1 azul
  - Opción 2: 1 token verde y 2 azules
- 3 Turdones pequeños y 3 grandes
- Opción 1: 2 token verdes y 2 azul - Correcta
  - Opción 1: 1 token verdes y 5 azul
  - Opción 1: 1 token verdes y 2 azul

## MISIÓN 2. Entorno: mundo extraterrestre “Vonaunk”

Al finalizar la actividad un Unka solitario que se encontraba escondido entre la multitud, se acerca a Morphy solicitando su ayuda con el proceso de transporte de los turdones, sabiendo que existen dos granjas en donde se producen: la granja 1 en donde se producen los turdones pequeños y la granja 2 que produce los turdones grandes, ubicadas a diferentes distancias de la ciudad.

*Nota:* De la ciudad 1 a la granja 1 y 2, los camiones deben seguir un camino indicado que consta de tres carriles (se propone usar accidentes geográficos o montañas).

El habitante Unka, encuentra injusto que se pague el mismo valor (10 tokens azules) por el transporte de los turdones sin importar la distancia a la que están ubicadas las granjas, pero no sabe cómo implementar el pago justo. Morphy, piensa en su dispositivo y recuerda que existe una forma de medir longitudes y es usando un rodape (o rueda de medición). La solución del problema del pago por el transporte por los turdones, se realiza midiendo la distancia que hay entre la ciudad y cada una de las granjas usando el rodape.

Para medir la distancia el jugador tendrá que avanzar por la carretera de 3 carriles, a una velocidad de 12 m/s, por donde viajan los camiones transportadores de turdones y deberá esquivarlos para evitar que lo choquen, por cada movimiento el jugador se va deshidratando lo que se observa en una barra de hidratación ubicada en la interfase, de manera que cada 350 m deba beber agua para poder continuar y recargar la barra de hidratación. La vía es de color gris, el entorno es desértico con algunos cactus y el sol en su cenit y cada 350 m debe haber un punto de hidratación (checkpoint) en el que el jugador se abastece.

El jugador deberá llegar a la granja 1 en donde determina que la distancia es de 700 m y se devuelve a la ciudad para repetir el procedimiento desde la ciudad a la granja 2, en donde establece que la distancia es de 3500 m. En la granja 2 lo están esperando los Nates y los Unkas, Morphy le indica a los Unkas que debían cobrar más por el transporte de los turdones grandes.

El jugador deberá decidir cuál será la nueva forma de pago, según las distancias medidas, teniendo las siguientes opciones:

1. Que los Nates paguen 10 token por el camino 1 y 50 por el camino 2, beneficiando a los Unkas
2. Que los Nates paguen 10 token por el camino 2 y 2 por el camino 1, beneficiando a los Nates

Dependiendo de la decisión que tome el jugador, así será la retribución que obtenga de los

Unkas, en el primer caso (opción 1) recibirá como recompensa un camión para movilizarse en el mundo Vonaunk, mientras que, si toma la opción 2 los Unkas le entregan como recompensa un monopatin scooter.

### MISIÓN 3. Entorno: mundo extraterrestre “Vonaunk”

#### Tanques de almacenamiento de agua

Cuando el jugador recibe su vehículo, los Unkas se acercan y le solicitan ayuda para solucionar un problema que tienen con los Volos, resulta que los Volos por ser dueños del lago le están cobrando a los Unkas la misma cantidad de tokens (30 tokens verdes) por llenar el tanque de almacenamiento de agua que sirve para hidratar los cultivos de los turdones en las dos granjas, pero los Unkas consideran que no es justo porque la granja 2, por ser más grande requiere más agua que la granja 1.

Morphy se dirige en su vehículo al tanque de almacenamiento de agua de la granja 1 el cual tiene una forma ortoédrica (rectangular) (1.5 m altura \* 5 m \* 4 m de base), cuando llega, unos seres como gusanos están intentando perforar los tanques, para ello Murphy debe eliminarlos con una pistola de agua que tiene en su maletín, esta pistola debe tener una capacidad de 1 m<sup>3</sup>, y cada tiro de su pistola lanza 1 L de agua y puede arrojar 5 tiros por segundo, el minijuego planteado consiste en destruir a los gusanos con la pistola antes de que estos dañen permanentemente el tanque, para ello el tanque debe tener una barra de resistencia de 500 puntos, deben haber 15 gusanos, cada uno debe resistir 100 tiros de agua, y debe hacer un daño a la estructura del tanque en una razón de 13 puntos por min, si pierde debe volver a activarse la prueba, hasta que supere el reto.

Una vez superado el reto, debe realizar el cálculo del volumen del tanque en m<sup>3</sup>, para ello usará su herramienta para que a través de realidad aumentada calcule las longitudes: alto, largo y ancho.

Los valores de la medición le deben dar:

Alto: 1.5 m

Largo: 5.0 m

Ancho: 4.0 m

Morphy deberá escoger la ecuación que va a utilizar para hacer cálculo del volumen, de acuerdo a la figura geométrica del tanque, en este caso deberá escoger la opción interactiva para determinar el volumen:  $V = \text{alto} * \text{ancho} * \text{largo}$ , de manera que reemplace los valores obtenidos en cada elemento de la ecuación.

El resultado será: 30 m<sup>3</sup>.

Finalizada esta tarea, Morphy se debe dirigir en su vehículo, a la granja 2 en el tanque de almacenamiento cilíndrico. en donde debe repetir el procedimiento de establecer las dimensiones usando la realidad aumentada.

Altura: 7.0 m

Diámetro: 4.0 m

Debe escoger la fórmula para calcular el volumen, en este caso es  $V = \pi * (\text{diámetro}/2)^2 * h$ , en la cual, de forma interactiva, deberá reemplazar los valores de la medición.

La respuesta es: 88 m<sup>3</sup>

Teniendo los dos valores, Morphy cita a los Unkas y les dice que teniendo en cuenta los volúmenes no es justo pagar lo mismo, es preciso recalcular el precio, de esta manera se pueden establecer dos respuestas:

- la que beneficia a la raza Volos que son los que venden el agua, dejando el valor en 30 tokens verdes para la granja 1 y 90 tokens verdes para la granja 2
- La otra opción la que beneficia a la raza Unkas que son los que compran el agua, dejando el valor en 10 tokens verdes para la granja 1 y 30 tokens verdes para la granja 2.

Si Morphy escoge la opción 1, los Unkas le entregan laboratorio básico en ruinas

Pero si escoge la opción 2, le entregan en laboratorio de última tecnología

#### MISIÓN 4. Entorno: mundo extraterrestre “Vonaunk”

##### Concentraciones (% p/p)

Morphy ingresa al laboratorio y descubre que los turdones tienen un componente energético conocido como la turdolina que fue utilizada por los ancestros de las tribus para transportarse al planeta Vonaunk y de forma inmediata observa como la roca que tiene en su maletín empieza a vibrar absorbiendo la energía que tiene turdolina. Morphy entiende que a partir de la turdolina logrará cargar la roca con la suficiente energía para poder retroceder el tiempo y salvar al planeta tierra, la roca indica con un sensor que se completa de energía a partir de 1,0 kg de turdolina.

Morphy encuentra que en estudios realizados por los ancestros de las tribus se determinó que existe una relación de 15 % en peso de turdolina en los turdones, lo que representa 15 g de turdolina por cada 100 g de turdón y sabiendo que debe recolectar 1,0 kg de turdolina para cargar completamente la roca, tiene que hacer el cálculo de cuántos turdones debe pesar. Murphy debe calcular cuántos turdones debe pesar, haciendo los factores de conversión correspondientes, recordando que 1 kg es igual a 1000 g y que 1 turdón grande pesa 300 g y 1 turdón pequeño pesa 100 g.

Si Morphy quiere pesar turdones grandes, debe conseguir 22 turdones, después de hacer los siguientes cálculos:

$$1,0 \text{ kg turdolina} * \frac{1000 \text{ g de turdolina}}{1 \text{ kg de turdolina}} * \frac{100 \text{ g de turdones}}{15 \text{ g de turdolina}} * \frac{1 \text{ turdon grande}}{300 \text{ g turdones}} = 22 \text{ turdones grandes}$$

Si Morphy quiere pesar turdones pequeños, debe conseguir 67 turdones, después de hacer los siguientes cálculos:

$$1,0 \text{ kg turdolina} * \frac{1000 \text{ g de turdolina}}{1 \text{ kg de turdolina}} * \frac{100 \text{ g de turdones}}{15 \text{ g de turdolina}} * \frac{1 \text{ turdon pequeño}}{100 \text{ g turdones}} = 67 \text{ turdones pequeños}$$

Para la mecánica de esta parte, se sugiere que aparezcan los diferentes factores y que el jugador arme la configuración necesaria para cancelar las unidades respectivas y que la respuesta quede en términos de cantidad de turdones grandes o pequeños, es decir que deba arrastrar los diferentes componentes del factor de conversión, de manera que se garantice que el estudiante sabe hacer análisis dimensional.

Finalmente, Morphy debe recoger los turdones y como en la misión 1 (con el fin de reciclar mecánica) seguirá los pasos a continuación:

Los turdones deben ser recogidos del área cercana al laboratorio (se propone que estén ubicados en zonas de diferentes dificultades de acceso)

Se propone que en el entorno aparezca un animal (o un personaje de los asset) que robe los turdones de manera que Morphy deba competir con él.

Una vez recolectados los turdones, los lleva al laboratorio en donde los recolectarán para ponerlos en el equipo extractor de turdolina.

Morphy ingresa al laboratorio y coloca los turdones en el extractor en donde después de oprimir un botón, se observa que se trituran los turdones y por un lado sale la turdolina, un compuesto de color púrpura brillante con una capa energética y de otro lado salen los desperdicios, es decir el resto de los turdones, una mezcla de color café.

Murphy recolecta la cantidad de turdolina, es decir, 1 kg y coloca la roca en frente de la mesa en donde está la turdolina, y observa como la roca se va cargando de energía mística hasta que el sensor alcanza el 100 %.

En ese momento, desaparece el mundo Vonaunk y Morphy aparece de nuevo en la sala de control de la nave espacial donde inició la historia y los seres etéreos le informan que ha completado su misión y es momento de regresar el tiempo.