

IMPLEMENTATION OF AN IMMERSIVE ASTRONOMY VIRTUAL LABORATORY BAY USING "GAMIFICATION" TECHNIQUES FOR HIGH SCHOOL STUDENTS

Mg. C. Olha Sharhorodska

Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa – Perú;
osharhorodska@unsa.edu.pe

Abstract– Peruvian education is at an important moment of transformation and development in order to improve the indicators that measure the quality of education in the sciences worldwide (mathematics, physics, chemistry, astronomy). To achieve this goal, it is essential to strengthen the preparation of both teachers and students in the use of educational tools and information and knowledge technologies (ITK) which, in the 21st century, are already an unavoidable priority for the system Peruvian education and Arequipa in particular. The National University of San Agustín (UNSA), in Arequipa, imposed of all these challenges undertakes the development of a project that integrates the university and the school in a common task - to promote the interest of the students in the sciences, for it is necessary change the perception of these subjects as boring and not very understandable to interesting and fascinating courses. All this is possible by changing the model of the teaching and learning process and using the technology we have at our fingertips - cell phones, where virtual worlds can be created, which allow us to explain complex and abstract concepts in an illustrative and novel way. achieve the motivation and learning of students in the area of astronomy in case of our project. Mobile devices, 3D modeling of virtual reality (VR) and the use of gamification techniques are some of the educational innovation tools that can help in this process and that are part of the research project that exposes in this work its first results The experience that is presented is developed by the professors, university students and other actors, they are a convincing sample of the changes that want to be achieved in the UNSA and simultaneously the great challenges that still have to be faced for the educational improvement to which the university education aspires.

Keywords— Gamification, Virtual Reality, Astronomy, ITK, educational tools, secondary education.

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.61>
ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

Implementación de Un Laboratorio Virtual Inmersivo de Astronomía Usando Técnicas de "Gamification" Dirigido a Alumnos de Secundaria

Mg. C. Olha Sharhorodska

Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa – Perú;

osharhorodska@unsa.edu.pe

Resumen

La educación peruana se encuentra en un momento importante de transformación y desarrollo en función de mejorar los indicadores que miden a nivel mundial la calidad de la educación en las ciencias (matemática, física, química, astronomía).

Para alcanzar esa meta es indispensable fortalecer la preparación tanto de los docentes como de los estudiantes en el uso de herramientas educativas y de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), las cuales desde el siglo XXI, se han convertido en una prioridad ineludible para el sistema educativo peruano en particular. La Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA) se impuso todos estos retos para emprender el desarrollo del proyecto que integra la universidad con los colegios secundarios en una tarea común que es la de fomentar el interés de los estudiantes en las ciencias. Para ello es necesario cambiar la percepción de dichas materias como cursos aburridos y poco entendibles a interesantes y fascinantes. Como podemos lograr estos cambios - cambiando el modelo del proceso de enseñanza y aprendizaje. El equipo del proyecto propone utilizar las nuevas tecnologías para tales fines, específicamente los dispositivos móviles en combinación con la realidad virtual (RV) y técnicas de gamificación. La creación de los mundos virtuales permite explicar los conceptos complejos y abstractos de manera ilustrativa y novedosa para lograr la motivación y el aprendizaje de los alumnos. En este trabajo se presentan los primeros resultados obtenidos por el equipo del proyecto.

Palabras clave: Gamificación, Realidad Virtual, Astronomía, herramientas educativas, educación secundaria.

Abstract

Peruvian education is at an important moment of transformation and development in order to improve the indicators that measure the quality of education in the sciences worldwide (mathematics, physics, chemistry, astronomy).

To achieve this goal it is essential to strengthen the preparation of both teachers and students in the use of educational tools and information and communication technologies (ICT), which since the 21st century, have become an unavoidable priority for the Peruvian education system and Arequipa in particular. The National University of San Agustín de Arequipa (UNSA) imposed all these challenges undertakes the development of the project that integrates the

university and the school in a common task - to promote the interest of students in the sciences. For this it is necessary to change the perception of these subjects as boring and not very understandable to interesting and fascinating courses. How can we achieve these changes - changing the model of the teaching and learning process. The project team proposes to use the new technology for such purposes, specifically mobile devices in combination with virtual reality (VR) and gamification techniques. The creation of virtual worlds allow to explain the complex and abstract concepts in an illustrative and novel way to achieve the motivation and learning of the students. In this work the first results obtained by the project team are presented.

Keywords: Gamification, Virtual Reality, Astronomy, educational tools, secondary education.

I. INTRODUCCIÓN

“El juego es la principal actividad a través de la cual el niño lleva su vida...”

Jean Piaget

El modelo educativo tradicionalista, cada vez más censurado y en vías de extinción, abre paso a novedosas propuestas para una pedagogía diferente, que utilice las TIC y en ellas los dispositivos móviles en aras de lograr las competencias que necesitan los estudiantes y los profesionales para desenvolverse y transformar la sociedad que hoy enfrentan. Para Marc Prensky¹, los jóvenes de hoy no pueden aprender como los jóvenes de ayer, porque son diferentes sus cerebros y cultura. Por tanto; si se aprende de manera diferente, debe enseñarse también con disímiles y variadas metodologías, formas, métodos y medios.

En este orden de ideas, ha cobrado auge en estos tiempos la utilización del juego como una poderosa herramienta educativa. Se ha demostrado que proporciona alegría y placer, que absorbe, entretiene, que genera retos y oposición, que permite ver los resultados y consecuencias de los actos de los jugadores y que al utilizar sus reglas fomentan la disciplina. De diversas maneras, el juego con fines educativos, ayuda además a aprender con la práctica y las variadas repeticiones, también son valiosos al fomentar el trabajo en equipo, la colaboración y la búsqueda del resultado de todos

aprendizaje en todo el mundo. Es un extraordinario orador y conferenciante, escritor, consultor y diseñador de juegos de aprendizaje, muchos de los cuales ya se utilizan en el mundo de la educación.

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.61>
ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

¹ El norteamericano MARC PRENSKY es fundador y director ejecutivo de Games2train - compañía de aprendizaje basado en el juego - y fundador de The Digital Multiplier - organización dedicada a eliminar o paliar la brecha digital que subyace hoy en la enseñanza y en el

incentivando la automotivación y el autoaprendizaje, unido a ello motivan y facilitan la continuidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. Innegable también su contribución al desarrollo de la creatividad e ingenio y su incidencia al asumir riesgos, aprendiendo a tomar decisiones de forma individual y colectiva. Todas estas potencialidades de la actividad lúdica descritas por números pedagogos, psicólogos y sociológicos históricamente se complementan con las competencias que exige hoy la sociedad a todos los profesionales.

Estas razones justifican la incorporación las tendencias pedagógicas actuales que tienen como lema “enseñar a aprender a aprender” entre las que se destaca la gamificación, una corriente que reivindica el papel de los juegos y especialmente los videojuegos, como vehículo de ayuda para la tarea educativa. Como dice un proverbio chino “Dímelo, y lo olvidaré. Muéstrame, y lo recordare. Involúcrame, y lo aprenderé”. La gamificación permite exactamente involucrar al alumnado en el trabajo práctico dentro del aula y por qué no en su casa, de este modo los mismos estudiantes construyen su proceso de enseñanza y aprendizaje. Por esa razón la gamificación es tan atractiva y se puede aplicarse en diversas disciplinas.

Otro elemento invaluable para el proceso de enseñanza-aprendizaje ha sido la Realidad Virtual Inmersiva, ya que ayuda a los estudiantes a visualizar e interactuar con todos los procesos y fenómenos de diverso grado de dificultad, inalcanzable con los métodos tradicionales. El uso de la realidad virtual fue pasando de los usuarios de élite (militares, grandes centros de investigación en medicina, biotecnología, e ingeniería compleja) a los usuarios comunes, en estos últimos años [1]. Este tipo de experiencias constituye la mayor parte de la interacción diaria con el mundo. Su uso plantea una serie de ventajas, retos y oportunidades para superar los problemas en la educación [2]. Oportunidades que aprovecha el proyecto de investigación que se presenta y que defiende como objetivo general: Diseñar e implementar una plataforma virtual educativa enfocada en el aprendizaje fundamental del tema de Astronomía usando Realidad Virtual Inmersiva con técnicas de gamificación, simulando distintos ambientes virtuales permitiendo educar y motivar a los estudiantes de nivel secundario sobre la importancia de la Astronomía y temas asociados con la contribución y apoyo de la NASA.

La elección de Astronomía fue hecha por una motivación específica, ya que integra varios cursos de la ciencia que se enseñan en colegio y además presente una oportunidad única de simular ambientes virtuales que impresionen y motiven a los estudiantes.

De ello se deriva el reto esencial para el equipo del proyecto que consiste en crear una herramienta computacional que incrementa el aprendizaje de la astronomía y del emocionante mundo de las estrellas, planetas, galaxias y nebulosas utilizando las bondades de las técnicas de gamificación y de la realidad virtual.

II. LA ASTRONOMÍA Y SU IMPORTANCIA PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIANTE

“Toda la ciencia moderna es hija de la Astronomía: ella ha descendido del Cielo a la Tierra a lo largo del plano inclinado de Galileo.”
Henry Bergson.

El ser humano, desde tiempos ancestrales ha observado el mundo que lo rodea, y las estrellas siempre han atraído la atención de las personas, a veces maravillándolas y otras asustándolas. Los antepasados aprendieron a relacionar la periodicidad de algunos eventos estelares con sus labores, tales como siembra, cosecha, etc. Se escribieron historias a través de infinitas cantidades de mitos, leyendas y cuentos relacionados con el cielo. Al observar la esfera nocturna ellos formaban los grupos de estrellas, constelaciones, imaginaban ver allí sus ancestros, sus héroes y villanos. La mítica estrella del Oriente guio a los Reyes Magos a Belén y muchas otras estrellas siguen orientando a los viajeros en su camino. En este contexto nace una de las ciencias, más antiguas del mundo – la Astronomía (que al traducir del griego literalmente significa: la ley de las estrellas).

En la actualidad es cada vez más difícil ver las estrellas (ver fig.1) por el brillo de las luces de la ciudad. El hombre moderno no mira ni observa el cielo. El estudio de la Astronomía en los colegios es esporádico, distribuido en las diferentes materias. Sin embargo, se consideran muy valiosas las ideas de Gonzalo Vicino² cuando dice... “la Astronomía es una ciencia integradora



Fig. 1. La Vía Láctea desde un observatorio en el hemisferio Sur (Observatorio de Arequipa)

por excelencia, en donde los estudiantes pueden encontrar notorios vínculos con casi todas las ramas del saber, tanto con las ciencias exactas y naturales, como con las ciencias sociales, la filosofía y el arte, siendo ésta una puerta que puede conducir a los jóvenes y niños por el camino de las ciencias con una visión multidisciplinaria.”

Es en la escuela donde los estudiantes tienen contacto por primera vez con los conceptos científicos, determinantes para sus futuras experiencias de aprendizaje en cualquiera de las disciplinas científicas. Se comienzan a definir los conceptos sobre un fenómeno natural dado y a compararlos con lo que la Ciencia dice sobre ese mismo hecho. Según Irma Hannula [3], la astronomía ha sido un motor clave en el avance de la ciencia y el progreso humano, se verá que esta ciencia

² Gonzalo Vicino - científico uruguayo, astrónomo, director del Observatorio Eta Carinae, en Villa Serrana, Lavalleja

parece haber estado conectada a la vida y a los eventos sociales todo el tiempo. Especialmente durante los periodos de grandes revoluciones, el impacto de la Astronomía ha sido bastante fuerte; ha cambiado la concepción de las personas acerca del Universo, a pesar de que alguien podría decir que esos descubrimientos no tenían una influencia directa e inmediata en las personas de la época. Hannula también afirma que la Astronomía es la base para el desarrollo de la Física y que ha impulsado a otras ciencias; así como, a la cultura en general.

El estudio de la Astronomía fomenta la observación del espacio (es decir, medir, y cuantificar) como fuente de conocimiento; facilita la vinculación a los temas específicos de la distintas asignaturas, como por ejemplo: el origen y la denominaciones de las constelaciones, las distancias de las estrellas, su composición química (la estructura atómica de la materia y el análisis espectral), las temperaturas superficiales de las estrellas (deduciendo las leyes de radiación a partir de experimentos sencillos) y busca relacionar en forma deductiva cada descubrimiento con el siguiente, hasta llegar a temas como la evolución estelar y sus consecuencias.

También, al presentar una visión global del universo, partiendo de la forma en que se acumula la materia (nebulosas y cúmulos estelares) para llegar a la imagen de la Vía Láctea, conduce a los estudiantes al conocimiento de algunas teorías sobre Cosmología, fomentando la discusión tanto en el terreno científico como filosófico sobre el origen del universo.

Otros temas de enorme interés como el problema de la posible existencia de otras formas de vida en otros mundos, permiten introducir a los estudiantes en el origen y la esencia de la vida, y vincular esto con sus conocimientos de Biología y Química.

Finalmente, al recorrer las etapas de la Ciencia, partiendo de la antigua Astronomía Religiosa y su derivación mística, la Astrología, pasando por su etapa calendario, relacionada con la agricultura y la náutica, vinculada con el comercio, etc.

Una visión histórica de la Astronomía permite estudiar a los griegos, los árabes y el renacimiento; discutiendo el problema de los movimientos planetarios, los sistemas geocéntrico y heliocéntrico, y los grandes avances de Copérnico, Kepler, Galileo, y Newton. Además, permite el abordaje de conceptos estructurales tales como: materia, energía, sistemas, interacción y cambio; y favorece la sensibilización y respeto hacia todas las manifestaciones del entorno natural.

A nivel mundial se han desarrollado variados e interesantes programas y recursos web que permiten adentrarse en el mundo de la Astronomía tal es el caso de los programas Stellarium (2012) y Celestia (2010). Los cuales son softwares gratuitos que permiten obtener desde los diferentes puntos del planeta una visión del cielo en 3D, además de esto, se puede calcular la posición del Sol, la Luna, y los planetas. Permite observar claramente las constelaciones y estrellas vistas en el cielo a diferentes horas de la noche y tener datos exactos de la ubicación de cada astro.

En la web es posible encontrar algunos recursos virtuales muy completos, que principalmente son dirigidos al proceso de enseñanza-aprendizaje de la

Astronomía en la educación superior y que resultan ser herramientas muy útiles para su desarrollo. En los países de habla hispana, estos recursos web han sido desarrollados mayormente en países como Chile y España. Pero aun con todos esos recursos disponibles hay un amplio campo para explorar e investigar.

Todos los criterios esbozados hasta aquí dirigen la intencionalidad del proyecto y permiten su materialización en la selección de la Astronomía.

III. REALIDAD VIRTUAL Y GAMIFICACIÓN EN LA EDUCACIÓN

La selección del software educativo, está dada por considerarse una herramienta tecnológica muy utilizada en la educación actual [4], desde lo institucional hasta el aula, buscando el uso apropiado de la misma. La simulación en entornos virtuales es otro instrumento poderoso para situar a los estudiantes en escenarios "prácticos" que no se pueden acceder en la realidad [5]. Los entornos virtuales son mundos autónomos e intercomunicados que interactúan con un usuario que también se encuentra dentro de la computadora. Hay varios tipos de aplicaciones de entornos virtuales que pueden aplicarse a la educación entre ellos se subrayan los simuladores y videojuegos.

En los diferentes niveles de la educación, la realidad virtual tiene el potencial de participar en el proceso de enseñanza-aprendizaje, conducir a los estudiantes a nuevos descubrimientos, motivar y estimular el proceso de aprendizaje [1]. De hecho, las principales características de la realidad virtual son la inmersión y la presencia, que se centran en generar la sensación de encontrarse en un lugar simulado, lo que permite dar un punto de vista enfocado en términos de experiencia humana. Sin embargo, el concepto de presencia no se refiere a lo que rodea al ser humano, como en el mundo físico, sino a la percepción del ambiente a través de un proceso mental automático y controlado [6], por otro lado, la inmersión puede definirse como el sentimiento de estar presente en un cierto ambiente.

Evidentemente, debido a la versatilidad de la tecnología de la realidad virtual, los usos de ella no están limitados en un área específica. Por tal razón entre las áreas en las que se puede utilizar son: entrenamiento militar, educación, salud, entretenimiento, moda, museos, negocios, ingeniería, deportes, medios de comunicación, visualización científica, telecomunicaciones y construcción [7].

El concepto que históricamente fue tratado como actividad lúdica, o visto como el juego en las formas de organización del proceso de enseñanza y aprendizaje (PEA), hoy es más abordado como gamificación. El que consiste en aplicar conceptos y dinámicas propias del diseño de juegos que estimulan y hacen más atractiva la interacción del alumno con el PEA, con el objetivo de que éste consiga adquirir de forma adecuada determinados resultados. Utilizando la predisposición natural del ser humano hacia la competición y el juego para hacer menos aburridas determinadas tareas que, gracias a estos métodos, pasan a ser realizadas de forma más dinámica y efectiva. De hecho, el uso de la gamificación en la educación, ayuda a mejorar la motivación de los

estudiantes para aprender a través de elementos de juego en entornos de aprendizaje, con el objetivo de maximizar el entretenimiento y atraer al estudiante e inspirarlos a continuar aprendiendo [8].

Los elementos referidos anteriormente relativos a las potencialidades de la gamificación en la educación permiten resumirse a partir de las siguientes ventajas:

- Libertad de ensayo y error sin repercusiones negativas, aumentando la diversión en el aula.
- Educación diferenciada de acuerdo con las habilidades del estudiante.
- Visualización del aprendizaje realizado, proporcionando un conjunto de tareas y subtareas
- Motivar a los estudiantes a continuar su aprendizaje y dar la libertad de desarrollar su propio aprendizaje.

Está demostrado por diferentes estudios que con estímulos verbales (clase tradicionalista / lección magistral) obtenemos un 10% de tasa de recuerdo a las 72 horas. Es decir, de todo lo que “se dice” en las clases aproximadamente un año después ya no se recuerda casi nada. Pero si a esos mismos estudiantes se les muestra un total de 2.500 imágenes, con una frecuencia de 10 segundos por imagen, ¡la tasa de recuerdo de dichas imágenes a las 72 horas sería del 90%! Y al cabo de un año, todavía recordarían el 63% de las imágenes visualizadas. Si se analiza el cono de Aprendizaje de Edgar Dale (ver. Fig. 2) se aprecia que la mayor tasa de aprendizaje se logrará con un sujeto activo y que se enfrenta a simulaciones o situaciones reales.

Son incontables y muy valiosas todas las posibilidades que ofrece hoy la Didáctica sobre la base de las ideas anteriores: la utilización de diversos y variados métodos y técnicas que propicien la participación, la diversidad de medios de enseñanza reales y virtuales, las disímiles formas de organización, entre otras.

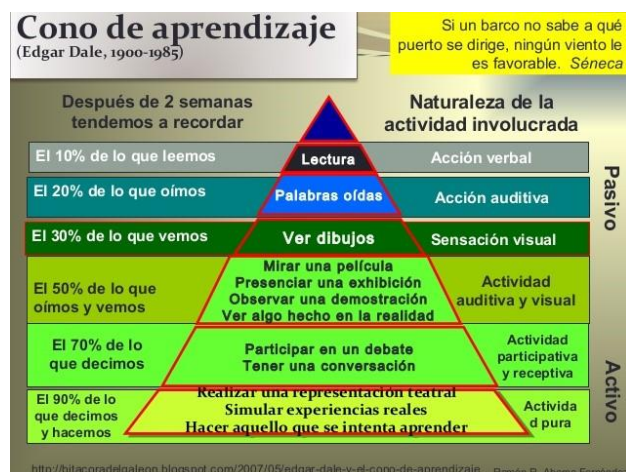


Fig.2. Cono de Aprendizaje de Edgar Dale

De ellas se selecciona, en este caso la gamificación ya que su utilización educativa tributa al desarrollo de los siguientes aspectos:

- Participación:** una de las primeras consecuencias de la gamificación es el incremento de la participación en las actividades para conseguir los objetivos propuestos.
- Personalización del proceso de enseñanza-aprendizaje:** la gamificación permite incluir retos

individuales y de grupo, así como establecer las mecánicas de manera personalizada para el estudiante y sus procesos de asimilación de comportamientos, valores, sentimientos, conocimientos, habilidades, etc.

- Motivación:** quizá una de las bondades principales unida a la participación, en tanto que genera un entorno conocido a los estudiantes y permite establecer retos para cada uno de ellos y en comparación con el resto para cumplir los objetivos marcados.
- Creación de equipo:** si los objetivos se plantean unidos para el grupo y se realizan actividades de socialización, el estudiante aprende a trabajar en equipo, así como a conocerse, motivarse unos a otros y generar entornos colaborativos.
- Evaluación personalizada:** al personalizar los procesos, la evaluación también se individualiza. El proceso evolutivo de consecución de los objetivos puede ser creado de manera individual según el aprendizaje de cada estudiante.
- Compromiso:** las dinámicas de juego permiten una mayor implicación del estudiante en las actividades realizadas ya que comprenden el proceso y se establece de manera previa la evaluación con recompensas o notificaciones de manera continuada.
- Aprendizaje significativo:** asumido a partir de la definición dada por el teórico (Ausubel, D., 2009) como el proceso por el que un estudiante relaciona los conocimientos nuevos con los que ya posee y se van reajustando para adquirir nueva información de manera comprensible y afianzándola. Evidente durante la planificación y el juego en general.
- Toma de decisiones:** mantener las normas de juego claras permite que el estudiante conozca qué decisiones debe tomar o no, para conseguir determinadas recompensas o evitar las penalizaciones. Así, el aprendizaje también se convierte en su decisión y control personal.
- Progresión de dificultad:** ya que el aprendizaje y la evaluación se personaliza y, además, se permite la consecución de los objetivos a través de los distintos niveles, las actividades se plantean con dificultad de manera progresiva.
- Desarrollo de la creatividad:** Innegable también su contribución al desarrollo del pensamiento divergente como base para la creatividad y el progreso del ingenio que permita la búsqueda de diversas soluciones fundamentadas.
- Manejo de la incertidumbre:** el aumento constante de los niveles de profundidad y complejidad, conduce a la necesidad de buscar nuevos conocimientos para encontrar soluciones sin la seguridad de su éxito.
- Reconstrucción de su aprendizaje:** el trabajo colaborativo y la discusión colectiva permite valorar posiciones diferentes a las concebidas y aprendidas anteriormente, que con el éxito del resultado se acentúan y modifican.
- Liderazgo:** el desarrollo de este importante valor se aprecia en cada acción que desarrolla dentro del equipo, al asumir responsabilidades y buscar argumentos para sus decisiones.

Adicionalmente, la gamificación en el aula provee beneficios como:

- El alumno asume el control sobre su propio proceso de aprendizaje.
- Libertad para equivocarse sin consecuencias negativas.
- Tolerancia ante el fracaso y la frustración = resiliencia.
- Incremento de la motivación con respecto a los temas de la clase.
- Refuerza su capacidad de toma de decisiones basadas en información disponible.

Por sus características, el juego resulta una herramienta natural para propiciar que los alumnos pongan en práctica y perfeccionen habilidades fundamentales como la creatividad, la colaboración, la comunicación y el pensamiento crítico. Finalmente el componente secreto que convierte la gamificación en una experiencia verdaderamente especial es la diversión. La diversión es una consecuencia de la adaptación del cerebro al reconocimiento de patrones, es decir, al aprendizaje. La creencia tradicional es que la diversión favorece el aprendizaje, pero realmente la diversión tiene un papel esencial en el desarrollo de este proceso, demostrado históricamente y que avala la presente investigación.

IV. PROPUESTA DEL DESARROLLO DEL LABORATORIO VIRTUAL

Las lecciones que se hacen en las aulas no siempre son apreciadas por los estudiantes. El aprendizaje y la motivación como del estudiante tanto del profesor pueden verse afectados por estímulos externos o por falta de atención e interés. El proceso de experimentación y desarrollo de las prácticas en los laboratorios es de vital importancia, pues le permite verificar la validez de los conocimientos teóricos, deducir mediante la observación nuevas relaciones, tomar decisiones y desarrollar habilidades de operación y manipulación de equipos, así como, de resolución de problemas. Pero los colegios no cuentan con la infraestructura y condiciones reales para mantener los laboratorios necesarios, además que hay muchos procesos y fenómenos imposibles de llevar a una práctica de laboratorio en tiempo real y condiciones objetivas. Teniendo en cuenta la evolución de la capacidad de atención de los estudiantes, la falta de tiempo y recursos para adquirir conocimientos a través de la práctica, una alternativa que se da es la aplicación de laboratorios virtuales en los que las clases pueden ser llevadas a cabo de forma remota, estos laboratorios buscan consolidar el aprendizaje en clase y adquirir conocimientos adicionales [9].

Existen numerosas investigaciones que describen las ventajas del uso de laboratorios virtuales. A continuación, se resumen algunas de ellas a partir de las posiciones de Bonde [10]:

- A. Económicos: Los sistemas virtuales resultan ser una alternativa más rentable en las escuelas y universidades, ya que permiten tomar clases en un laboratorio de alta calidad.

- B. Flexibles: Puede crear fácilmente diferentes experimentos virtuales y éstos pueden implicar diferentes componentes.
- C. De múltiples accesos: diferentes estudiantes pueden utilizar el mismo laboratorio virtual al mismo tiempo.
- D. Configurabilidad: Es posible modificar los parámetros, permitiendo la creación de ejercicios más adaptables.
- E. Resistencia a Daños: Permite la interacción con los diferentes componentes sin correr el riesgo de dañar el equipo si una interacción incorrecta es hecha por el usuario.
- F. Visibilidad de los componentes: Debido a que trabaja en un entorno virtual, es posible ver la estructura interna de los diferentes componentes.

En esta investigación, se espera que los estudiantes del colegio nivel secundario utilicen la realidad virtual para aprender conceptos de astronomía a través de un entorno virtual en el que interactúan con Google Cardboard. En términos de competencias, los estudiantes deben lograr de acuerdo a los estándares nacionales de aprendizaje, establecer mapas de progreso donde se definen los objetivos específicos, para identificar lo que se espera lograr con cada competencia. Sobre esta base se utiliza el motor de juego Unity para el desarrollo del sistema, el cual está orientado a los alumnos de secundaria. El proyecto se realizó en conjunto con los profesores de la escuela encargados de la enseñanza de las ciencias y bajo la orientación de los especialistas en astronomía.

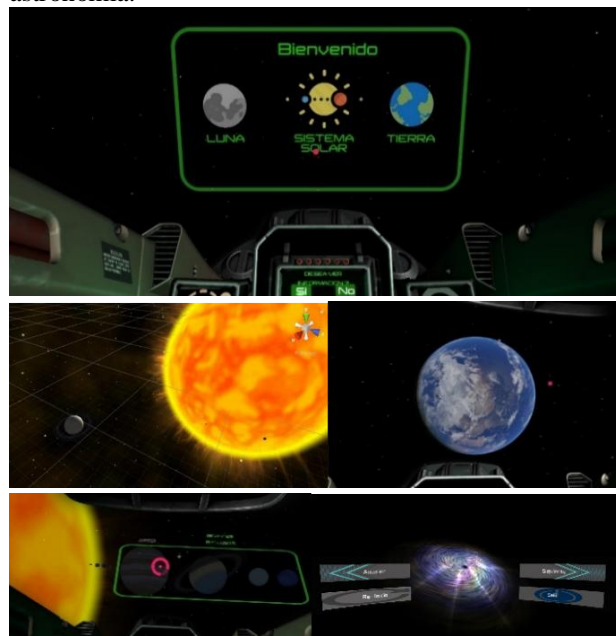


Fig. 3. La pantalla de bienvenida de la aplicación y algunas vistas de temas de estudio

La arquitectura del sistema consiste en un dispositivo móvil con una resolución de 2560 x 1440 píxeles con un sensor giroscópico, una versión Android de 4.1 o superior, que en conjunto con el Google Cardboard permite la visualización de la realidad virtual y lograr la interacción con el sistema, un controlador Bluetooth se conectará al dispositivo móvil.

La decisión de utilizar Google Cardboard fue para lograr una mayor accesibilidad mediante la aplicación, ya

que no se limita a una sala física. Antes de comenzar a utilizar el programa, el usuario debe colocar el dispositivo móvil en su VR Box y comenzar la aplicación. Cuando se inicia su viaje interestelar de aprendizaje, se muestra una pantalla de bienvenida (ver fig. 3); después de esto, el usuario debe seleccionar el tema que quieren aprender.

En cuanto a la visualización con el casco, Google Cardboard da al usuario libertad con respecto al espacio físico para poder realizar un giro de su cabeza de 360 grados y poder observar toda la escena.

Una vez seleccionado el tema a estudiar, se presenta una pantalla en la que una voz guiará al usuario con las acciones a realizar para resolver la actividad.

Con el fin de mejorar el interés del usuario en la realización de las actividades educativas, optamos por utilizar las diversas técnicas y dinámicas de gamificación. En cuanto a la mecánica de juego, la cual se refiere a la forma de recompensar al usuario en función de los objetivos alcanzados hay que mencionar los siguientes:

- **Acumulación de puntos:** se determinó el desarrollar un sistema de puntuación para evaluar el desempeño de cada actividad mediante puntos en base al tiempo para completar un ejercicio y las respuestas correctas
- **Escalado de niveles:** se creó varias actividades, las cuales están distribuidos por niveles donde el estudiante comienza con actividades básicas hasta llegar a las avanzadas.
- **Obtención de premios:** se han determinado recompensas y premios como objetos virtuales dentro de la aplicación que los alumnos obtienen al completar las niveles
- **Clasificaciones:** se crea un sistema de clasificaciones que permite ver el avance de cada estudiante y permite la competencia entre ellos
- **Misiones y retos:** existen retos dentro de la aplicación los cuales son acumulativos, al completar uno se crea un nuevo desafío con un mayor nivel de complejidad.

En cuanto a la dinámica de juego, que hace referencia a la motivación del propio usuario para jugar y seguir adelante en la consecución de sus objetivos trazados, hay que señalar los siguientes:

- **Recompensas:** se ofrecen las recompensas de distinta naturaleza para obtener el beneficio merecido.
- **Estatus:** se establece un nivel jerárquico según los resultados alcanzados.
- **Logros:** se ha definido las distintas misiones que se deben ser cumplidas para llegar a los objetivos trazados como retos personales de cada estudiante.
- **Competición:** por el simple afán de competir e intentar de ser mejor que los demás.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

Cada etapa de desarrollo de software fue acompañada por la evaluación pedagógica y las pruebas del campo. Para estos fines fueron contactados los colegios nacionales de la ciudad de Arequipa. Se conformaron los grupos de prueba integrados por los estudiantes de segundo grado de secundaria y los profesores encargados

de los cursos de ciencia. Al inicio, fue necesario realizar el entrenamiento tanto de los jóvenes como de los profesores en el uso de las herramientas digitales. Los escolares mostraron el gran interés en aprender el manejo correcto de los equipos y posteriormente del software educativo. Durante de las pruebas fueron recogidos las opiniones y recomendaciones de ambos partes de cómo mejorar la experiencia del usuario y también sobre los contenidos temáticos y técnicas didácticas a usar. Para validar el aplicativo fue utilizada la metodología desarrollada por Abreu [11], que se aplicó en otros trabajos, donde se quería evaluar el punto de vista didáctico de un material educativo [12].

Los criterios que se utilizaron para la evaluación del software educativo son los siguientes:

- Calidad del entorno y interface de usuario
- Contenido y relevancia de la información
- Control del estudiante
- Aprendizaje colaborativo
- Orientación de objetivos
- Aplicabilidad
- Motivación
- Flexibilidad
- Feedback
- Evaluación del conocimiento previo

Después de las pruebas preliminares en los colegios obtuvimos, por ejemplo, las siguientes respuestas a las preguntas formuladas (ver fig. 4).

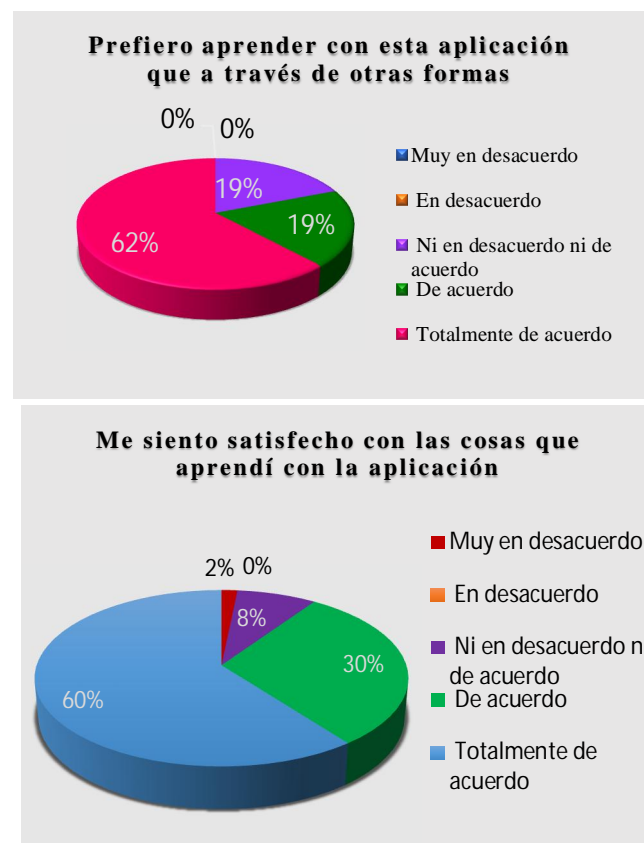


Fig. 4. Algunos resultados de encuesta obtenidos después de las pruebas preliminares de la aplicación

VI. CONCLUSIONES

- A. La didáctica de las ciencias básicas debe fortalecerse y nutrirse de novedosos y variados métodos, técnicas, medios y formas que propicien la participación del estudiante como centro del proceso de formación, entre ellas se subraya el estudio de la Astronomía.
- B. La gamificación del proceso docente constituye hoy práctica sistemática e ineludible en las innovaciones educativas, pero sobre todo porque puede hacerlas sostenibles.
- C. El laboratorio virtual se fortalece en la actualidad al ofrecer la posibilidad de practicar, probar y experimentar los procesos y fenómenos más complejos e insospechados, como forma de combinar los elementos para producir experiencias motivadoras y provechosas para un proceso de enseñanza-aprendizaje significativo y desarrollador.
- D. Los fundamentos y resultados del proyecto de investigación dedicado a la implementación de un Laboratorio Virtual Inmersivo de Astronomía usando técnicas de "gamification", se constituyen valiosos referentes para el perfeccionamiento del proceso educativo que enfrenta sistema educativo peruano y la UNSA.

VII. AGREDESICIMIENTO

El equipo del proyecto agradece a la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa por el apoyo brindado en la realización de trabajo y apoyo prestado en el desarrollo del proyecto

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Freina, Laura & Ott, Michela. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: State of the art and perspectives. Presentado en eLSE Conference, Bucharest.
- [2] Anastasova, M., Panëls, S., & Souvestre, F. (2016). Methods for User Involvement in the Design of Augmented Reality Systems for Engineering Education. In *Embedded Engineering Education* (pp. 81-91). Springer International Publishing.
- [3] Hannula, Irma. Need and possibilities of astronomy teaching in the finnishcomprehensive school. University of Helsinki. 2005. (Pdf-Version): http://ethesis_helsinki.fi/
- [4] Colegio, M. C., & Minnaard, V. (2016). Evaluación por competencias en Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA). *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*.
- [5] Saxena, N., Kyaw, B. M., Vseteckova, J., Dev, P., Paul, P., Lim, K. T. K., Kononowicz, A., Masiello, I., Tudor Car, L., Nikolaou, C. K., et al. (2016). Virtual reality environments for health professional education.
- [6] Gibson, J. J. (2014). *The ecological approach to visual perception: classic edition*. Psychology Press.
- [7] Cummings, J. J. and Bailenson, J. N. (2016). How immersive is enough? a meta-analysis of the effect of immersive technology on user presence. *Media Psychology*, 19(2):272–309.
- [8] Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., and Angelova, G. (2015). Gamification in education: a systematic mapping study. *Educational Technology & Society*, 18(3):1–14.
- [9] Ballu, A., Yan, X., Blanchard, A., Clet, T., Mouton, S., and Niandou, H. (2016). Virtual metrology laboratory for e-learning. *Procedia CIRP*, 43:148–153.
- [10] Bonde, M. T., Makransky, G., Wandall, J., Larsen, M. V., Morsing, M., Jarmer, H., and Sommer, M. O. (2014).
- [11] Abreu, A. d. (2010). Avaliação de usabilidade em softwares educativos. Master's thesis, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. Retrieved July, 12:2012.
- [12] Aceituno, R. G. A. and Bruschi, S. M. (2013) Aplicação da metodologia aim-cid nos conceitos da disciplina sistemas operacionais, no domínio de gerenciamento de processos.
- [13] Ausubel, D., Novak, J., y Hanesian, H. (2009). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México, Trillas.
- [14] Basu, A., & Johnsen, K. (2014, March). Ubiquitous virtual reality 'To-Go'. In *2014 IEEE Virtual Reality (VR)* (pp. 161-162). IEEE.
- [15] Huang, H. M., Liaw, S. S., & Lai, C. M. (2016). Exploring learner acceptance of the use of virtual reality in medical education: a case study of desktop and projection-based display systems. *Interactive Learning Environments*, 24(1), 3-19.
- [16] Lau, K. W., & Lee, P. Y. (2015). The use of virtual reality for creating unusual environmental stimulation to motivate students to explore creative ideas. *Interactive Learning Environments*, 23(1),
- [17] MacIsaac, D. et al. (2015). Google cardboard: A virtual reality headset for 10? *The Physics Teacher*, 53(2):125–125.
- [18] Newman, F., & Scurry, J. E. (2015). Higher education and the digital Rapids. *International Higher Education*, (26).
- [19] Ohta, Y. and Tamura, H. (2014). *Mixed reality: Merging real and virtual worlds*. Springer Publishing Company, Incorporated.
- [20] Santos, B. S., Dias, P., & Madeira, J. (2015). A Virtual and Augmented Reality Course Based on Inexpensive Interaction Devices and Displays. *Eurographics-Education Papers*.
- [21] Stefan, L. (2016, April). Virtual Worlds in Online Education and Training-An Evaluation Report. in the International Scientific Conference eLearning and Software for Education (Vol. 2, p. 453). "Carol I" National Defence University.