

HERRAMIENTA DE AYUDA AL APRENDIZAJE, UTILIZANDO TÉCNICAS EVOLUTIVAS

Héctor Villarreal Rodríguez

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Mexicali

Hectorvr90@gmail.com

Verónica Quintero Rosas

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Mexicali

veronicaquintero@itmexicali.edu.mx

Claudia Martínez Castillo

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Mexicali

Claudia_mc@itmexicali.edu.mx

Carlos López Castellanos

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Mexicali

Carlos_lopez@itmexicali.edu.mx

Francisco Ibáñez Salas

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Mexicali

pacoisalas@itmexicali.edu.mx

Miguel Muñoz López

Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial

miguellopez@cbtis.edu.mx

Resumen

Una de las problemáticas que se enfrenta la educación a nivel global, son los altos índices de reprobación. La educación en México actualmente está teniendo un grave problema en cuanto al aprovechamiento escolar que tienen los jóvenes; la enseñanza impartida por los maestros no parece ser suficientemente efectiva para el alumno, generando que tengan graves problemas en cuanto a

competencias adquiridas y que va repercutiendo en niveles educativos posteriores e incluso en el ámbito profesional. De acuerdo a la prueba enlace realizada en las escuelas primarias, secundarias y preparatorias, los índices de reprobación son alarmantes, habiendo jóvenes en niveles superiores que tienen problemas para realizar operaciones matemáticas básicas, e incluso la competencia de la habilidad lectora no está desarrollada, El propósito de este proyecto, es apoyar a los usuarios a desarrollar diferentes competencias, mediante una serie de actividades y juegos; buscamos crear un perfil individual que ayude a la aplicación móvil a entender las deficiencias del usuario y actuar en cuanto a estas, utilizando algoritmos genéticos de autoaprendizaje para detectar problemas en el usuario de matemáticas utilizando técnicas evolutivas. Como cualquier ejercicio y técnica de estudio, realizar sesiones y prácticas regularmente, en este caso las diferentes actividades de la mano del proyecto, repercutirá directamente en la agilidad y dominio de las diferentes áreas en las que el usuario tenga problemas.

Palabra(s) Clave(s): *técnicas evolutivas; algoritmos genéticos; educación; prueba enlace.*

Abstract

Currently education in Mexico, is having a serious problem in terms of student achievement that young people; education provided by teachers not appear to be effective enough for the pupil, resulting with serious problems in terms of skills acquired and that is impacting subsequent educational levels and even in the professional field. According to the link test in primary, secondary and high schools, failure rates are alarming, having young people at higher levels who have trouble performing basic math operations, and even the competence of reading ability is not developed the purpose of this project is to support users to develop different skills through a series of activities and games; we seek to create an individual profile that will help the mobile application to understand the shortcomings of the user and act as these, self-learning using genetic algorithms to detect problems in mathematics user using evolutionary techniques. Like any exercise and study technique, practice sessions and regularly perform, in this case

the different activities of the project hand, will directly affect the agility and mastery of different areas in which the user has problems.

Keywords: evolutionary; techniques; genetic algorithms; education; Test link.

1. Introducción

México en la actualidad no se encuentra posicionado en un nivel favorable con otros países en cuanto a niveles de educación [INEGI, 2016], la enseñanza está en una etapa de estancamiento, acarreado problemas de hace muchos años y enfrentándose a nuevos obstáculos provocados por las reformas internas que han sufrido las instituciones mexicanas en los últimos años. Un cambio y mejora completa en nuestro sistema de educación es algo que probablemente está lejos de suceder pronto, sin embargo la concientización de los ciudadanos es cada vez mayor; estos buscan alternativas que beneficien a sus allegados en forma directa o complementaria a mejorar y aumentar su nivel de aprendizaje. El aprovechamiento escolar de los jóvenes en la actualidad (tabla 1), muestran claras deficiencias en áreas que deberían ser completamente dominadas al término de la educación media; indispensable para la educación superior y también para el desarrollo profesional e incluso personal en la sociedad actual. Estudios muestran que habilidades básicas como matemáticas y comprensión lectora son los principales factores de deficiencia, dejando a los mexicanos en clara desventaja junto a los profesionistas y alumnos de otros países.

Tabla 1 índices de reprobación a nivel nacional [2].

Año		Reprobación (%)		Tasa de terminación (%)	
		2012-2013	2013-2014	2012-2013	2013-2014
Nivel Escolar	Educación Primaria	0.9	0.3	108.6	110.4
	Educación Secundaria	6.0	5.2	80.9	82.4
	Educación Media Superior	14.7	14.2	51.0	52.1

Cada individuo posee capacidades, destrezas y cualidades diferentes, no todos los estudiantes son igual de susceptibles a los mismos métodos de enseñanza; por lo que mucho depende de nuestra propia disposición al estudio y disciplina. Para mejorar nuestro nivel académico tradicionalmente se contemplan grupos de

estudio, repasos, lectura, clases suplementarias, tutorías etc. son algunos de los típicos métodos que ayudan a reforzar el aprendizaje; no se duda de la efectividad de estos, pero usualmente suelen venir acompañados de presiones extras para el alumno, estas presiones se acumulan con las ya impuestas por las propias jornadas escolares mexicanas y otros factores como los listados en la tabla 2.

Tabla 2 Estresores académicos [3].

<i>Barraza (2003)</i>	<i>Polo, Hernández y Pozo (1996)</i>
<ul style="list-style-type: none">● Competitividad grupal● Sobrecarga de tareas● Exceso de responsabilidad● Interrupciones de trabajo● Ambiente físico desagradable● Falta de incentivos● Tiempo limitado para hacer el trabajo● Problemas o conflictos con los asesores● Problemas o conflictos con los compañeros● Las evaluaciones	<ul style="list-style-type: none">● Realización de un examen● Exposición de trabajo en clase● Intervención en el aula (responder una pregunta del profesor, realizar preguntas)● Sobrecarga académica● Masificación de las aulas● Falta de tiempo para poder cumplir las actividades académicas● Competitividad académica● Realización de trabajos obligatorios para aprobar las asignaturas● La tarea de estudio● Trabajar en grupo.

Contar entonces con la posibilidad de mejorar los niveles académicos, sin presiones; resultaría totalmente beneficioso para el alumno. Para lograr esto, necesitamos un método de estudio que actúe de la forma más discreta posible; es decir, de manera implícita en las actividades que se estén realizando, esto puede ser llevado a cabo mezclando técnicas de estudio con actividades de entrenamiento. Como se ha hecho desde hace ya tiempo en el sector de contenido multimedia educativo, pero aprovechando las tecnologías con mayor inmersión en la actualidad; como dispositivos móviles, Smartphone, tabletas, etc. Las diferentes plataformas móviles que utilizamos en la actualidad, cuentan cada una con su respectivo repertorio de aplicaciones y software; el apartado educativo se encuentra ya bien establecido en las diversas tiendas, la difusión y aprovechamiento de este tipo de aplicaciones. Es claramente visible que los estudiantes y las personas en general, ya se encuentran acostumbradas a esta nueva tecnología; ya que el funcionamiento de las aplicaciones es sencilla y en

dos fases: visualizar la problemática y ofrecer en una forma entretenida la resolución, el aprovechamiento, la agilidad mental o destreza. Así el usuario resulta beneficiado con la actividad en cuestión.

Trabajo Relacionado

Ya existen diversos proyectos realizados con la utilización de este tipo de contenidos, por ejemplo, en la universidad metropolitana [Jaime Sánchez et al, 2013], en el departamento de ciencias de la computación, realizaron una publicación donde describen cómo se utilizó un videojuego colaborativo para la resolución de problemas en la materia de ciencias de octavo año de una escuela primaria; donde se trabajó en conjunto con los profesores de la escuela y la aplicación que fue desarrollada para dicha actividad.

Con la investigación de estos artículos se puede considerar como viable el desarrollo de estas aplicaciones, ya que se demostró en ambos que la interacción tanto de un asesor que resuelva dudas como la de una herramienta que proporcione entretenimiento y ayude a enseñar; el contenido multimedia en estos casos está siendo utilizado para tareas específicas, así está diseñado. No obstante la creación de una plataforma que considere diversos factores como técnicas de aprendizaje, enseñanza y actividades dedicadas al aprovechamiento de estos puntos, es un concepto que se encuentra joven. Un ejemplo de este tipo de plataformas que existe en el mercado y es muy aceptada por la comunidad, es "Yogome" [Yogome Inc, 2016], la cual es una aplicación móvil que está dirigida para niños de nueve a once años; esta aplicación apoya a los niños en su aprendizaje mediante juegos, todas estas actividades fueron creadas con la ayuda de expertos en la educación y en pedagogía. Esta aplicación también cuenta con una interfaz de información donde los padres pueden observar el avance de sus hijos y así tener mayor información sobre sus actividades.

Nuestros mayores competidores serán el sinfín de aplicaciones móviles para propósito escolar que se encuentran en la tienda de aplicaciones de dispositivos móviles, pero este sin fin de aplicaciones no cuentan con uno de nuestros

mayores puntos fuertes, no cuentan con la capacidad de analizar en qué tema es donde el usuario falla, algo que nuestra aplicación será capaz de realizar.

Además, contamos con la ventaja de que nuestra aplicación contará con múltiples juegos y actividades, por lo que se podrá suponer que la aplicación cuenta con múltiples niveles que hay que superar por lo que los usuarios no verán actividades repetidas y adquirirán la sensación de querer llegar hasta el final, de querer completar todos los niveles.

Otro competidor son las grandes empresas, como Microsoft [Microsoft, 2016]; ya que esta cuenta con una serie de actividades web para niños que les ayudan en ciertas actividades escolares por medio de juegos y actividades como pintar un dibujo. Tomamos esto como competencia ya que nuestra aplicación contará con algunas actividades web, donde ofreceremos juegos parecidos a los móviles pero, para ser ejecutados en equipos de escritorio o laptops; esto con el objetivo, de evitar privar a los usuarios que no cuenten con el acceso a un dispositivo móvil y tener un mayor campo de acción para dar a conocer nuestro proyecto.

Otra competencia que estamos tomando en cuenta es, el gran número de juegos desarrollados para consolas portátiles y de sobremesa; aunque este proyecto no fue desarrollado para este tipo de equipos, los debemos de tomar en cuenta. En la actualidad a un gran número de usuarios les interesa más jugar en este tipo de equipos que en computadoras o celulares/tabletas, principalmente por el motivo de que estas consolas fueron desarrolladas exclusivamente para jugar; por lo que están optimizadas para esto. Los equipos móviles y las computadoras no son dedicadas a juegos, aunque puedan contar con mayores capacidades, es más cómodo jugar en una consola que en un celular.

2. Desarrollo

Este proyecto analiza y desarrolla el uso de una aplicación, capaz de analizar al usuario y ayudarlo a este a identificar sus principales deficiencias académicas [Sylvia Schmelkes del Valle, 2012], haciéndolo de la forma menos tediosa posible para no hacer parecer esto solo una distracción más, sino algo en lo que invertir tiempo valga la pena y sea sencillo, pero sobre todo entretenido.

La aplicación en cuestión deberá canalizar diversas corrientes de estudio y aprendizaje [Página pedagógicas, 2016.], en actividades que sean entretenidas para la mente y al mismo tiempo le ayuden de manera sutil a mejorar la comprensión del usuario hacia el sector de aprendizaje en el que este sea más deficiente.

Para poder llevar un control eficiente sobre las actividades del usuario, esta contará con una inteligencia [Nespoli et al, 2016] [Nicolas Pickering et al, 2016], capaz de identificar los problemas y deficiencias del usuario mediante actividades preliminares, y en base a esta se generará un perfil del usuario; en base a este perfil las actividades se ajustaran a sus necesidades para así fortalecerlo en las competencias necesarias. Además esta evaluación será constante, por lo que con el tiempo este perfil se actualizará y se modificara con las nuevas necesidades y con los niveles avanzados a los que empezó el estudiante. Para poder identificar dichas deficiencias se utilizará un sistema de retroalimentación en la aplicación, que asociada con la inteligencia artificial esta puede detectar los problemas del usuario; basada en un examen diagnóstico de escuela donde los ejercicios se realizarán en forma de actividades y juegos. Después de identificar las deficiencias, el algoritmo de inteligencia se encargará de adaptar los juegos y actividades de acuerdo al perfil obtenido mediante la retroalimentación; a su vez se le proporcionara ayuda al usuario en forma de pequeños tips, de cómo resolver un problema o consejos para hacerlo más rápido, además de algunas recomendaciones de lecturas para fortalecer al estudiante.

La aplicación en sí, no pretende sustituir o ser una alternativa completamente eficiente a los métodos de estudio tradicionales. Debido a la gran diversidad que hay en formas de aprendizaje, dependiendo de cada individuo; este proyecto es un complemento y una herramienta de autoevaluación, y mejora pasiva a través de entretenimiento.

Además, contará con un record online donde el usuario podrá observar y comprender las diferentes actividades que ha estado realizando, y ver cómo ha estado evolucionando y mejorando con el tiempo, de igual manera podrá observar cuáles son sus mayores deficiencias y en qué área, podrá recibir apoyo en el

ámbito de recomendaciones de lecturas y observar como es el perfil de sus amigos si alguno de ellos cuenta con el acceso a la aplicación. Los elementos principales se muestran en la figura 1.

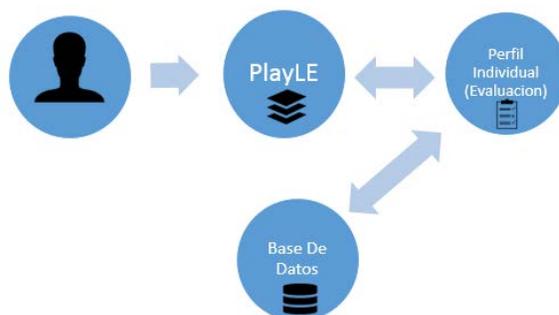


Figura 1 Diagrama de funcionamiento de la aplicación.

El usuario es la principal entidad del modelo, mediante su interacción con la aplicación podremos obtener información acerca de él; que será procesada para crear un perfil individual y ajustar el comportamiento de la aplicación PlayLe para maximizar su aprovechamiento. Los datos obtenidos para la creación del perfil y el seguimiento del usuario se almacenan para tareas que lo requiera, pudiendo ser estas reevaluaciones para nuevos ajustes al perfil o simplemente para la generación de estadísticas y resultados visibles para el usuario.

Como se puede observar en la figura 2, se muestra un ejemplo de juegos y actividades que tendría la aplicación, este juego consiste en ingresar la hora que indica el reloj, este ayuda a los usuarios a adquirir la competencia de poder leer los relojes analógicos, no solo los digitales. El seudocódigo se muestra en la tabla 3.

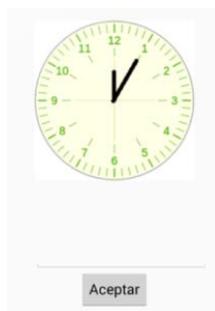


Figura 2 Ejemplo de juegos en la aplicación.

Tabla 3 Algoritmo Validad_hora.

```
algoritmo validad_hora
variables
    edittext et1
    button bt1
inicio
    escribir(se ingresa la hora respecto a la imagen)
    presionar bt1
    leer(et1)
    et1.equals(hora de la imagen)
    verdadero: "bien hecho"
    falso: "mal, intente de nuevo"
fin
```

Como se puede observar, al ingresar el valor en el edittext y presionar el botón, se comparan el valor ingresado con el valor que representa la imagen; de esta forma si ambos coinciden se muestra un mensaje de acierto, si no es así nos indica que está mal la respuesta. Este es un ejemplo sencillo, pero en las actividades de los exámenes de INEA [INEA, 2016], este reactivo tiene un alto índice de reprobación. Este simple ejemplo utiliza un algoritmos genético con método adaptativo (tabla 4), para verificar el número de errores del usuario y verificar cual competencia atacar utilizando el algoritmo.

Tabla 4 Algoritmo genético con método adaptativo.

```
Begin juego /*población basada en los primero 5 juegos*/
While not stop do
Begin
    Seleccionar padres de la población.
    /*Almacenamiento de estadística promedio por cada 5 juegos*/
    Producir hijos a partir de los padres seleccionados.
    /*fallos que realizo el usuario en el juego*/
    Mutar los individuos hijos.
    /*redefinir dependiendo de los hijos (fallos) si avanza o retrocede
    en el siguiente nivel de juego*/
End
End juego
```

El algoritmo es quien define el nivel del juego y si avanza o retrocede de juego. Este algoritmo se define en un dominio finito D y una función $f: D \rightarrow \mathbb{R}$ donde la función f encuentra el mejor valor de la función f en el dominio D .

De tal forma que:

$$x \in D \text{ donde } f(x) \leq f(y) \forall y \in D$$

Para definir el número de fallos que tuvo el usuario en el juego se utiliza:

$$\text{Max}\{f(x)\} = - \text{Min}\{-f(x)\}$$

La forma mínima local para retroalimentar el algoritmo es mediante la función f que tiene un mínimo local en:

$$\hat{x} \in D \text{ para } \exists E(x), \text{ entorno de } x$$

Tal que sí:

$$y \in E(x), \Rightarrow f(x) \leq f(y)$$

Donde la función $f(x) = g(e(x))$ se denomina función objetivo.

Óculos Rift

La multiplataforma del proyecto es una de las características a las que se le tiene especial atención, esta afecta directamente sobre la capacidad que tendría de expansión y el alcance al público en general. Las últimas tendencias en tecnologías de entretenimiento están orientadas hacia aplicaciones con realidad virtual o realidad aumentada; la oferta de estos dispositivos así como kits de desarrollo para los mismos cada vez es más común. Uno de los dispositivos con más alcance es el visor de realidad aumentada Óculos Rift [Tony Parisi et al, 2015].

Óculos rift fue creado originalmente para juegos de realidad virtual, tiene un campo muy amplio de vista, pantalla de alta resolución, y seguimiento de ultra baja latencia de la cabeza. La programación e interfaz de Óculos permite ser una herramienta muy importante en los Sistemas Ciber Físicos [Peter Marwedel et al, 2014] los cuales integran la computación con procesos físicos.

La realidad virtual con el nivel de inmersión que ofrece, es una plataforma bastante tentativa para desarrollar proyectos de carácter educativo ya que muchas

personas aprenden más por métodos en los que se les permite experimentar y utilizar sus cinco sentidos.

En la figura 3 se muestra un ejemplo de juego, pero queda en nuestras manos sacarle el mejor provecho y poder descubrir o implementar algo que beneficie realmente a los estudiantes con problemas de aprendizaje específico.

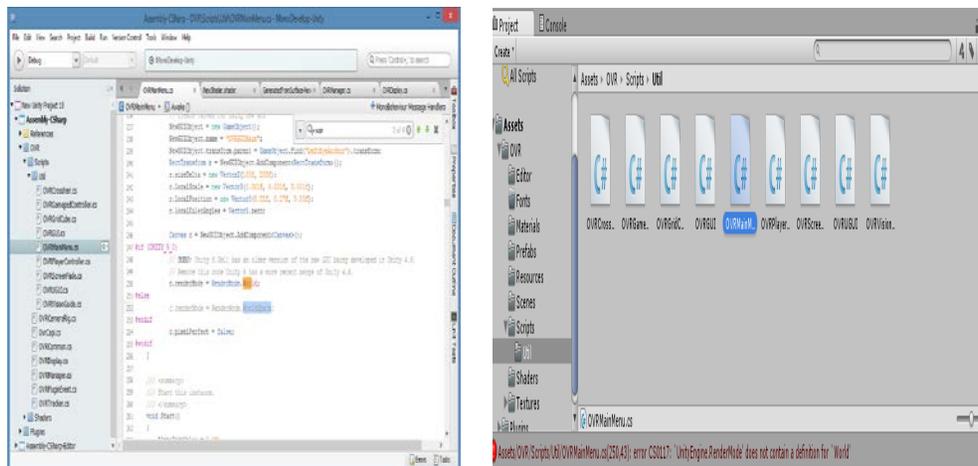


Figura 3 Programación de juegos en óculos rift, utilizando el programador Unity.

Este proyecto aún está en fase de experimentación, para el uso de aplicaciones de juegos en Óculos Rift ya que la integración y uso de sensores de gafas necesita interfaces; y para ello se necesita diseñar comunicaciones específicas con algún otro dispositivo. El algoritmo desarrollado en esta investigación define:

- Entrenamiento de algoritmo: Para verificar deficiencias académicas.
- Juego de inicio: Detecta nivel esperado del usuario.
- Alimento al algoritmo.
- Planificación de acciones.
- Juego de entrenamiento.
- Puntuación.
- Verificación de fallos.
- Reprogramación de siguiente juego mediante los fallos obtenidos en el punto 6 y 7.
- Juego de entrenamiento.

- Verificación de fallos- paso 5 repite.

3. Resultados

Se necesita hacer más experimentos, ya que la muestra fue de 20 niños y solo es representativa; también se necesita experimentar con las evidencias de maestros, ya que la muestra de maestros fueron de diez, los cuales se analizó como detectaban deficiencias en sus alumnos, por ejemplo solo 1% de los maestros identificaba el estilo de aprendizaje, el 2% aplicaba examen diagnóstico; lo cual implica problemas de detección desde un inicio (figura 4). El algoritmo diseñado define desde el primer juego el diagnóstico y estilo de aprendizaje el cual se modifica respecto al número de juegos y aciertos y desaciertos del niño, como lo muestra la figura 5.



Figura 5 Gráfica de profesores que estiman y diagnostican.

Es importante destacar, que el algoritmo de juegos diseñado aprende respecto al número de repeticiones del juego. Actualmente los niños cada vez más utilizan la tecnología a temprana edad, según la American Academy of Pediatrics se puede empezar a temprana edad a estimular el área del hemisferio izquierdo del cerebro el cual está relacionado con la parte verbal, aritmética y lógica. El cerebro de los niños crece durante los primeros tres años de vida, la masa del cerebro se triplica sólo en los primeros 12 meses. La experiencia estimulante de los niños durante este período influye en gran manera en el desarrollo del cerebro según HealthyChildren. Es por ello que se necesitan hacer más experimentos en grupos de niños desde los 3 años hasta los de niños de tercer y cuarto año de primaria.

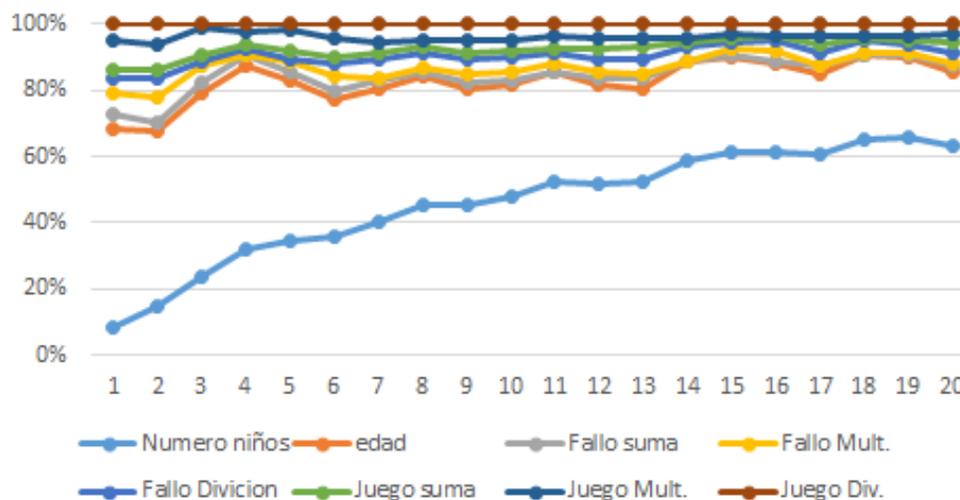


Figura 5 Correlación de los resultados de las diferentes deficiencias mediante juegos.

Trabajos futuros

Este proyecto está en fase de experimentación del algoritmo de inteligencia artificial, para poder detectar las deficiencias de los usuarios; además de generar su perfil y dar un trato personalizados a estos. Cada usuario realizara diferentes actividades o juegos dependiendo de la necesidad académica que necesite, además de proporcionar información y ayuda al usuario mediante recomendaciones de lecturas o actividades fuera del juego.

La aplicación utilizará la tecnología de Big Data [SAS, 2016] ya que todos los perfiles, todos los datos y actividades de los usuarios se almacena para que estos cuenten con información detallada y exacta de sus actividades, para así poder observar como ya se mencionó la evolución que ha tenido durante el tiempo que ha utilizado la aplicación, además se pretende conservar los datos de todos los usuarios para así poder desarrollar estadísticas.

Las estadísticas se desarrollarán con programación R [Julio Sergio Santana et al, 2011] (entorno y lenguaje de programación), este nos ayudará a poder graficar los índices de actividades tanto de un usuario en específico, como lo de los usuarios en general; poder identificar la deficiencia de los usuarios, los momentos del día que más se utiliza la aplicación, todo esto graficado mediante el lenguaje R. Son muchos los temas que se deben de introducir en la aplicación, por lo que a futuro se agregaran más temas desde niveles de primaria hasta niveles avanzados

como, por ejemplo, geografía, química, física, lenguas extranjeras, programación, entre otras. Todo esto para tener un mayor campo de acción y hacer menos monótonas las actividades de esta.

En futuros proyectos se puede integrar la opción de obtener una certificación para adolescentes y adultos, donde podrán obtener su certificado de primaria o secundaria, pero este sería un proyecto en asociación con INEA quien es la encargada de la educación de adultos, de esta manera ellos pueden aprender sin la necesidad de ir a algún lugar físico, todo desde sus hogares, o mejor aún desde sus celulares. Otro trabajo a futuro que actualmente se está trabajando, es el uso de juegos interactivos educativos utilizando la herramienta Óculos Rift, aquí se tiene planeado experimentar diferentes juegos de matemáticas, figura 6, utilizando los brazos y piernas para definir quebrados aritméticos sencillos; pero se necesita la opinión y experimentación de pedagogos, sicólogos e inclusive la opinión de diferentes estudiantes para el buen funcionamiento de la aplicación óculos.



Figura 6 Juego de aritmética utilizando el cuerpo del estudiante para dar respuesta.

7. Bibliografía y Referencias

- [1] Lastiri Xanath, El modelo educativo en México es obsoleto: SEP; la evaluación de alumnos y maestros tampoco sirve: expertos. /www.sinembargo.mx/07-04-2014/952542.

- [2] SEP: Secretaria de Educación Pública, Estadística del Sistema Educativo República Mexicana Ciclo Escolar 2013-2014. www.sniesep.gob.mx/descargas/estadistica_e_indicadores/estadistica_e_indicadores_educativos_33Nacional.pdf.
- [3] Barraza Macias Arturo, Silerio Quiñonez Jesus. El estrés académico en alumnos de educación media superior: un estudio comparativo. <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2358918.pdf>.
- [4] Sanchez Jaime, Saenz Mauricio, Salinas Alvaro. Videojuegos móviles para aprender y pensar en ciencias. ISSN: 1315-4109, 2013.
- [5] Yogome Inc. Who we are. <http://yogome.com/about.html>.
- [6] Schmelkes del Valle Sylvia. Los grandes problemas de la educación básica en México. www.inidedelauia.org/2012/01/los-grandes-problemas-de-la-educacion.html.
- [7] Página: pedagógicas. <http://es.slideshare.net/dianamr841/enfoques-y-corrientes-pedaggicas>.
- [8] Baptista Nespoli Zilea. Ciencia, inteligencia artificial e pos-modernidade. www2.pucpr.br/reol/pb/index.php/dialogo?dd1=758&dd99=view&dd98=pb.
- [9] Pickering Nicolas, Pincheira Luna, Valdes Erick. Posibles aplicaciones de la inteligencia artificial en la Educación. <https://efitecnologia.wordpress.com/2011/05/12/posibles-aplicaciones-de-la-inteligencia-artificial-en-laeducacion/>.
- [10] Microsoft. Empoderando a todos los alumnos para que logren más. www.microsoft.com/es-xl/education/default.aspx.
- [11] SAS Institute Inc. What is Big Data? www.sas.com/en_th/insights/big-data/what-is-big-data.html.
- [12] Santana Julio Sergio, Mateos Farfan Efrain. El arte de programar en R: un lenguaje para la estadística. cran.r-project.org/doc/contrib/Santana_El_arte_de_programar_en_R.pdf.
- [13] ENLACE: Evaluación Nacional para el Logro Académico. www.elance.sep.gob.mx.
- [14] INEGI: Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática. <http://www.inegi.org.mx>.

- [15] INEA, Instituto Nacional para la Educación de los Adultos
<http://www.inea.gob.mx>.
- [16] Parisi Tony, Learning Virtual Reality: Developing Immersive Experiences and Applications for Desktop, Web, and Mobile Paperback– June 25, 2015 by ISBN-13: 978-1491922835
- [17] Marwedel Peter, Embedded System Design: Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems 2nd ed., ISBN-13: 978-9400702561, 2014.