

Augmented reality applied in the design of learning activities in zoology

Diego Alonso Iquirá Becerra
E. P. Ingeniería de Sistemas
Universidad Nacional de San Agustín
Arequipa, Perú
diegoquirab@gmail.com

Briseida Danitza Sotelo Castro
Facultad de Cs. de la Educación
Universidad Nacional de San Agustín
Arequipa, Perú
danitzasotelo@gmail.com

Michael Mario Flores Conislla
E. P. Ingeniería de Sistemas
Universidad Nacional de San Agustín
Arequipa, Perú
mfloresconi@unsa.edu.pe

Carlo Corrales-Delgado
E. P. Ingeniería de Sistemas
Universidad Nacional de San Agustín
Arequipa, Perú
ccorrales@unsa.edu.pe

Abstract—This work describes the development of an application based on virtual reality for zoology education focused on children of five years, after evaluating the traditional teaching method it was determined how to adapt it to this new technology. Tests were carried out before and after the use of the application, focused on determining what is the best learning method (traditional, unguided and guided) for teaching the names and habitats of animals, these tests demonstrated the importance of complementing and adapting the traditional educational process with technology.

Index Terms—Realidad Virtual, Zoología, Educación

I. INTRODUCCIÓN

En las instituciones educativas la aparición de nuevas tecnologías genera una necesidad de adaptar nuevas estrategias en el salón de clases, las cuales complementan el proceso del aprendizaje con el objetivo de mejorar el modo de enseñar.

En este artículo se realiza un caso de estudio de una herramienta educativa, la cual hemos desarrollado con el objetivo de mejorar el proceso de aprendizaje de zoología con el uso de realidad aumentada.

Para el diseño de la aplicación se ha basado en el método tradicional de enseñanza donde se usa tarjetas con descripciones de los animales, las cuales han sido transformadas en marcadores, dichos marcadores mediante el uso de un dispositivo móvil generan un modelo del animal y su hábitat en 3D.

El caso de estudio se realizó en una institución educativa donde se dividieron a los estudiantes en tres grupos a los cuales se les realizó una prueba antes y después de usar el aplicativo.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

Actualmente se ha proliferado mucho el uso de la realidad aumentada para la enseñanza en niños y jóvenes. Veremos como en diferentes investigaciones previas se han construido

aplicaciones mediante programas como Unity usado en conjunto con bibliotecas de realidad aumentada como Vuforia. En un estudio [1] se muestra una aplicación móvil de realidad aumentada para reforzar el aprendizaje y experiencia de estudiantes, entre las actividades que se podían realizar en la aplicación se encontraba la visualización en 3D de la Tierra al enfocar la vista en la enciclopedia, otra actividad permitía que imágenes del esqueleto en 2D puedan ser percibidas en 3D y también se podía visualizar un modelo de animal en 3D usando como marcadores billetes de diferentes países. Todo ello permitió aumentar la curiosidad del estudiante al estimular su memoria ya que relaciona los modelos 3D virtuales con los elementos físicos.

En otro estudio se desarrolló un software educativo en Unity para la enseñanza de física donde se propuso una metodología para la evaluación de la usabilidad didáctica [2].

Otro estudio [3] trata sobre cómo crear software educativo usando la realidad aumentada combinada con la Taxonomía de Bloom, cuyo propósito principal era estimular el razonamiento espacial mejorando el proceso de aprendizaje de los niños, en otra investigación se ha creado una aplicación la cual toma una imagen fija específica de un atlas de anatomía y la visualiza como un modelo tridimensional y dinámico [4] lo cual permite mejorar la interactividad del estudiante en el proceso de aprendizaje, en dicho sistema se guardan en una base de datos las diferentes fotos escaneadas del atlas de anatomía y luego son consultadas por la aplicación, realizaron los modelos tridimensionales en Unity3D y Maya, uno de los puntos más importantes de esa investigación es que fomenta el aprendizaje de los estudiantes, promoviendo una atención más interactiva al facilitar la transmisión de contenidos educativos en ciencias de la salud, específicamente en el campo de la Anatomía Humana.

Enseñar un alfabeto puede ser complicado a veces, pero la realidad aumentada también sirve para estos casos, como en [5] donde se desarrolla un proceso de aprendizaje atractivo

e interesante del alfabeto Hijaiyah a través de una aplicación móvil usando tecnología de realidad aumentada. El objetivo de dicha aplicación es fomentar el interés de los niños en aprender el alfabeto Hijaiyah. Dicha aplicación utiliza teléfonos inteligentes y marcadores como medio. Fue construido usando Unity y la biblioteca Vuforia, además de Blender para el modelado de objetos 3D. El resultado generado a partir de esta investigación es la aplicación de aprendizaje de letras Hijaiyah usando realidad aumentada. Para usar la aplicación, la cámara del teléfono inteligente rastrea el marcador y una vez que este sea identificado, el marcador habrá proyectado los objetos del alfabeto Hijaiyah en forma tridimensional. Por último, el usuario puede aprender y comprender la forma y la pronunciación del alfabeto Hijaiyah tocando el botón virtual en el marcador.

La realidad aumentada también se puede usar para visualizar de otra forma una tabla periódica, como lo presenta [6] con su aplicación llamada PeriodikAR. PeriodikAR es una aplicación desarrollada para la plataforma Android mediante el uso de la biblioteca Vuforia. La técnica de seguimiento que se emplea es sin marcador. Esta aplicación se ejecuta dinámicamente para proporcionar cierta información de los elementos en un video animado. La información incluye el nombre de cada elemento, número atómico, punto de ebullición, punto de fusión, densidad, masa atómica, peso atómico estándar, estado de oxidación, símbolo, fase, categoría de elemento, configuración de electrones y visualización del orbital de electrones. En este caso, el término dinámico significa que todos los marcadores y videos animados de la aplicación se pueden agregar o restar sin modificar el código fuente de la aplicación. Es porque todos los marcadores y el almacenamiento de videos animados se colocan en un lugar diferente del almacenamiento de la aplicación. Esta aplicación tiene como objetivo aumentar el interés de estudiar los elementos químicos.

Existen otros trabajos sobre realidad aumentada como en [7] que propone una aplicación multimedia para aprender el movimiento básico de danza balinesa al que pueden acceder los usuarios con teléfonos inteligentes, haciendo que el aprendizaje de movimientos básicos de danza balinesa sea más interactiva e interesante. Esta aplicación usa Vuforia que es capaz de reproducir sonido y mostrar objetos tridimensionales de la imagen de danza balinesa básica como un marcador, en un entorno real. Finalmente otro trabajo interesante se aprecia en [8] que presenta una aplicación de Android que puede ayudar a aprender a tocar con instrumentos musicales. Esta aplicación se realizó utilizando tecnologías como realidad aumentada Vuforia, modelado 3D con Blender y Unity 3D.

III. EDUCACIÓN EN ZOOLOGÍA

Los niños desde que nacen tienen un interés científico por explorar y conocer los objetos y seres de su entorno, por tal motivo la enseñanza de ciencia y tecnología incentiva su curiosidad, el descubrimiento y el gusto por aprender, al igual que fomenta una sensibilidad y respeto por el medio ambiente y los seres vivos, específicamente en el área de zoología la cual se enfoca en los estudio de los animales.

En los primeros años de edad a los niños se les desarrolla su capacidad de comprender la naturaleza en su entorno, donde el alumno cuestiona, reflexiona y opina acerca de los seres que habitan en ella, por tal motivo el Ministerio de Educación de Perú (MINEDU) propone el uso de rutas de aprendizaje para orientar la correcta enseñanza de los alumnos [9]. Para que el alumno pueda progresar en las rutas de aprendizaje del área de zoología se busca que sean capaces de explicar los seres de la naturaleza fundamentados en evidencias provenientes de diversas fuentes de información y que logren describir con sus propias palabras las características o cualidades de los seres vivos de su entorno en base a conocimientos previos [9]. Otro eje central dentro de las rutas de aprendizajes son los mapas de progreso que son instrumentos que permiten identificar el progreso de los estudiantes, a fin de tener mayor claridad respecto a las expectativas que se espera de ellos respecto a cada competencia establecida [9]. A un nivel más específico en los mapas de progreso se encuentra una definición clara y consensuada de las metas de aprendizaje que deben ser logradas por todos los estudiantes al concluir un ciclo de aprendizaje, de esta manera podemos determinar que los mapas de progreso nos brinda toda la información necesaria de los estudiantes según cada competencia [10]. Según el MINEDU las rutas del aprendizaje para la enseñanza de ciencia y ambiente se enfocan en tres ejes centrales los cuales son: Materia y energía, Mecanismos de los seres vivos y biodiversidad, tierra y universo; en la enseñanza de zoología se toma en cuenta las competencias, capacidades e indicadores las cuales son [9]:

- Competencia: Se busca que el alumno explique el mundo físico basado en sus conocimientos científicos y que comprenda y aplique conocimientos sus científicos, argumentándolos de manera científica.
- Capacidad: El alumno debe ser capaz de reconocer a los animales según sus características y debe ser capaz de relacionar un animal según su entorno.
- Indicadores: El alumno debe describir las características de los animales, debe mencionar sus semejanzas entre sus descendientes y progenitor y debe relacionarlos según su entorno.

Una vez cumplida la ruta de aprendizaje los alumnos serán capaces de: aprender las características y necesidades de los seres vivos, entender que los seres vivos nacen de otro ser vivo, crecen y se desarrollan, las semejanzas entre progenitores y descendientes y los nombres de los animales y el lugar que habitan. Finalmente los materiales que usarán en las clases son [9]:

- Tablero metálico y piezas imantadas de animales.
- Tarjetas con descripciones de los animales.
- Papelotes, plumones y cinta adhesiva.
- Cartulinas de colores.
- Libro Ciencia y Ambiente proporcionado por el MINEDU

IV. IMPLEMENTACIÓN

A. Descripción general de la aplicación

La aplicación fue desarrollada para dispositivos móviles con el uso de la cámara para reconocer los marcadores que se encuentran en tarjetas, los marcadores poseen las imágenes de los animales con su entorno, está dirigido a alumnos de inicial donde el alumno logra interactuar con los animales virtuales los cuales aparecen con su hábitat en modelos 3D como se observa en la figura 1.

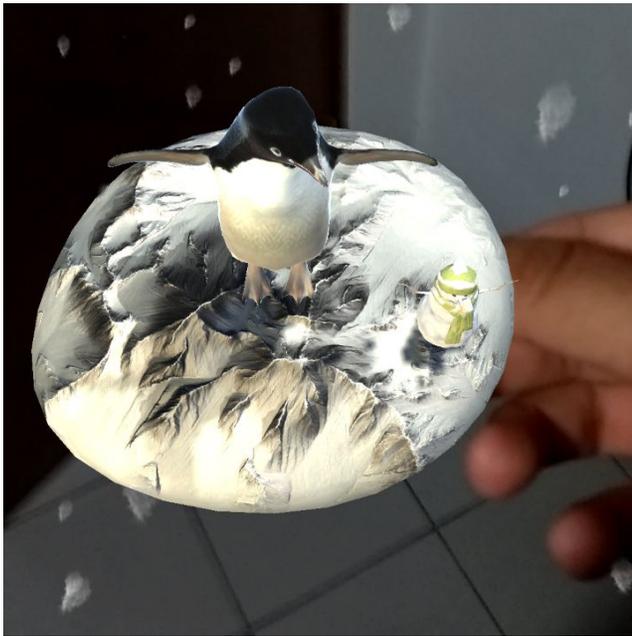


Fig. 1. Marcador del animal pingüino al ser reconocido con la aplicación mostrando el modelo 3D del animal y su ambiente (Elaboración propia)

El objetivo de la aplicación se ha enfocado en adaptar el material usado en las clases específicamente las tarjetas con descripciones de los animales, las cuales fueron convertidas en marcadores de realidad virtual, donde según la rutas de aprendizaje la aplicación ayuda al alumno a reconocer los animales según sus características y su entorno, se agregaron otros elementos adicionales a la aplicación enfocados en el aprendizaje libre donde el estudiante debe reconocer un animal en base a su sombra, donde adquiere una puntuación en base a los animales que ha identificado y mostrando un mensaje de éxito cuando lo consigue esto con la finalidad de generar una retroalimentación por parte de la aplicación con el alumno.

B. Hardware y software

El aplicativo está diseñado para ejecutarse en celulares Android de API mínimo 19 (KitKat), la plataforma escogida para el desarrollo del aplicativo es Unity3D debido a que al ser multiplataforma da una mayor libertad sobre la plataforma objetivo, adicionalmente se escogió Vuforia como el framework para el control de los marcadores con realidad aumentada ya que es compatible con Unity y permite el uso de marcadores

que contengan imágenes y colores a diferencia de los marcadores tradicionales código QR y el lenguaje escogido será el español debido a que es el idioma oficial en Perú donde se han realizado las pruebas.

C. Escenarios

Se realiza una breve descripción de las diferentes escenas en la aplicación, definiendo su uso y diseño:

Escena de Reconocimiento de Animales: Para acceder a esta escena el alumno debe abrir la aplicación con la cual se activará la cámara, seguidamente deberá apuntar la cámara a uno de los trece marcadores de animales, seguidamente el dispositivo móvil reconoce el animal y genera el ruido del animal, reproduce un audio con el nombre del animal y nos muestra el modelo en 3D del animal en su hábitat como se muestra en la figura 1, cuando el estudiante hace clic en la pantalla el animal reacciona mediante una animación.

Escena de Buscar el Animal: Para acceder a esta escena el alumno en la aplicación debe apuntar la cámara a la tarjeta de pregunta con la cual se mostrará la silueta de un animal escogido de manera aleatoria y se presentará una interfaz que en la parte superior izquierda tiene el puntaje de los animales encontrados, en la parte inferior izquierda un botón para salir de la escena y en la parte inferior derecha un botón para buscar un nuevo animal aleatorio como se ve en la figura 2, para poder completar la actividad es necesario encontrar al animal correspondiente a la silueta, una vez que se identifica el marcador correspondiente al animal de la silueta se sumará un punto como se ve en la figura 3, el objetivo de esta actividad es que el alumno pueda realizar un aprendizaje libre.

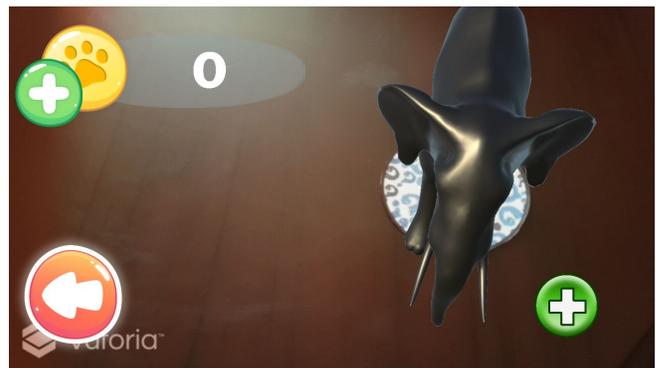


Fig. 2. Marcador de buscar animal al ser reconocido por la aplicación mostrando un modelo de animal escogido de manera aleatoria (Elaboración propia)

V. METODOLOGÍA

A. Participantes

Un total de 45 niños de 5 años, que son estudiantes de inicial de un colegio nacional participaron en el estudio. Hubo una mayor cantidad de hombres (62.2%) que mujeres, los estudiantes fueron pertenecientes a dos salones de educación inicial de 5 años.



Fig. 3. Escena de buscar animal al reconocer el marcador de animal correspondiente a la pregunta (Elaboración propia)

B. Procedimiento

Los alumnos fueron divididos en tres grupos escogido de manera aleatoria, a dichos grupos se le realizó una primera prueba para evaluar sus conocimientos sobre la zoología, dicha prueba se enfocó en presentarles un grupo de trece tarjetas de animales, de las cuales los alumnos debían reconocer el nombre y hábitat de los animales. Posteriormente a este prueba a cada grupo se le asignó un método de enseñanza distinto para evaluar el aprendizaje de los estudiantes, a un primer grupo se le presentó el método tradicional donde la profesora usaba tarjetas con descripciones de los animales para enseñarles sobre la zoología, a el segundo grupo se les brindó dispositivos móviles y un conjunto de marcadores que contenían figuras de animales con las cuales los alumnos debían aprender sobre los animales de manera más libre, finalmente el tercer grupo usaron los dispositivos móviles y marcadores pero su aprendizaje fue dirigido por un profesor el cual los guiaba y explicaba sobre los diferentes animales. Luego de haber finalizado la sesión de aprendizaje se procedió a hacer una segunda evaluación a los alumnos en la cual se evaluaba sus nuevos conocimientos adquiridos.

VI. RESULTADOS

Para analizar los resultados obtenidos del pre test y el post test se decidió por aplicar la regresión y correlación de datos, los cuales se aplicaron tanto a los nombres de los animales como el hábitat de los animales de los siguientes trece animales: vaca, tiburón, rana, pingüino, oso polar, león, jirafa, gorila, foca, elefante, cocodrilo, caballo de mar y búho. En la primera figura 4 se procesaron los datos con la herramienta STATA donde se usó una ecuación de regresión que permite explicar el aprendizaje de los alumnos respecto a los nombres de los animales el cual resultó estar en función inversa al método de educación libre, es decir que al aplicar el método de educación libre se reduce el aprendizaje de los nombres de los animales pero existe una relación directa con los métodos de educación dirigida y tradicional.

```
. regress NOMBREDELANIMAL EDUCACIONLIBRE EDUCACIONDIRIGIDA EDUCACIONTRADICIONAL
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	45
Model	6.94039066	3	2.31346355	F(3, 41)	=	41.17
Residual	2.30405378	41	.056196434	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.7508
				Adj R-squared	=	0.7325
Total	9.24444444	44	.21010101	Root MSE	=	.23706

NOMBREDELANIMAL	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
EDUCACIONLIBRE	-.0088418	.0183371	-0.48	0.632	-.0458744 .0281908
EDUCACIONDIRIGIDA	.1384828	.0125899	11.00	0.000	.1130569 .1639087
EDUCACIONTRADICIONAL	.0203049	.0201384	1.01	0.319	-.0203553 .0609652
_cons	-.5299198	.1554088	-3.41	0.001	-.8437742 -.2160653

Fig. 4. Regresión del aprendizaje del nombre de animales entre los diferentes métodos de aprendizaje (Elaboración propia)

$$\begin{aligned}
 APRENDIZAJENOMBREDELANIMAL(\hat{=}) & \\
 & - 0.0088418Educaciónlibre \\
 & + 0.1384828Educacióndirigida \\
 & + 0.203049Educacióntradicional + u
 \end{aligned}$$

Por tal motivo el modelo es significativo en su totalidad, ya que su p-valor de F es 0.0000 que es inferior al nivel de significancia del 5%.

Las variables independientes (educación libre; educación dirigida; educación tradicional) explican a la variable aprendizaje de los nombres de los animales en un 75,08%.

Con lo cual se pudo determinar lo siguiente:

- La variable educación libre no es significativa para el modelo ya que el p-valor de su coeficiente es de 0.632 que es inferior al 5%.
- La variable educación dirigida es significativa para el modelo ya que el p-valor de su coeficiente es de 0.000 que es inferior al 5%.
- La variable educación tradicional no es significativa para el modelo ya que el p-valor de su coeficiente es de 0.319 que es mayor al 5%

De igual manera se realizó otro análisis con los datos correspondientes a los nombres de animales donde se afirma que la variable que tiene mayor correlación con el aprendizaje del nombre de los animales como se ve en la figura 5, donde se observa que el método de educación dirigida con un 86,21% y la variable que tiene una correlación negativa de -5.99% es el método de educación libre.

```
. corr NOMBREDELANIMAL EDUCACIONLIBRE EDUCACIONDIRIGIDA EDUCACIONTRADICIONAL (obs=45)
```

	NOMBRE-L	EDUCAC-E	EDUCAC-A	EDUCAC-L
NOMBREDELA-L	1.0000			
EDUCACIONL-E	-0.0599	1.0000		
EDUCACIOND-A	0.8621	-0.0263	1.0000	
EDUCACIONT-L	0.1079	0.0031	0.0342	1.0000

Fig. 5. Correlación del aprendizaje del nombre de animales entre los diferentes métodos de aprendizaje (Elaboración propia)

Por otro lado se realizó otra ecuación de regresión sobre el aprendizaje de la ubicación del animal está en relación a los métodos de aprendizaje como se ve en la figura 6.

```

. regress UBICACIONDELANIMAL EDUCACIONLIBRE EDUCACIONDIRIGIDA EDUCACIONTRADICIONAL

```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	45
Model	8.27600752	3	2.75866917	F(3, 41)	= 49.14
Residual	2.30177026	41	.056140738	Prob > F	= 0.0000
				R-squared	= 0.7824
				Adj R-squared	= 0.7665
Total	10.5777778	44	.24040404	Root MSE	= .23694

UBICACIONDELANIMAL	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
EDUCACIONLIBRE	.0153236	.0201697	0.76	0.452	-.0254098 .0560571
EDUCACIONDIRIGIDA	.1841973	.015174	12.14	0.000	.1535529 .2148417
EDUCACIONTRADICIONAL	-.0155931	.0183617	-0.85	0.401	-.0526744 .0214902
_cons	-.7618375	.1579508	-4.82	0.000	-1.080826 -.4428494

Fig. 6. Regresión del aprendizaje del hábitat de animales entre los diferentes métodos de aprendizaje (Elaboración propia)

$$\begin{aligned}
 &UBICACIONDELANIMAL^{(=)} \\
 &0.0153236Educaciónlibre \\
 &+ 0.1841973Educacióndirigida \\
 &- 0.0155931Educacióntradicional + u
 \end{aligned}$$

El modelo es significativo en su totalidad, ya que su p-valor de F es 0.0000 que es inferior al nivel de significancia del 5%. Las variables independientes (educación libre; educación dirigida; educación tradicional) explican a la variable aprendizaje de la ubicación de los animales en un 78,24%.

Con lo cual se puede concluir lo siguiente:

- La variable educación libre no es significativa para el modelo ya que el p-valor de su coeficiente es de 0.452 que es inferior al 5%.
- La variable educación dirigida es significativa para el modelo ya que el p-valor de su coeficiente es de 0.000 que es inferior al 5%.
- La variable educación tradicional no es significativa para el modelo ya que el p-valor de su coeficiente es de 0.401 que es mayor al 5%

De igual manera se realizó otro análisis con los datos correspondientes a los hábitat de los animales como se ve en la figura 7, donde se afirma que la variable que tiene mayor correlación con el aprendizaje de la ubicación de los animales es el método de educación dirigida con un 88,07% y las variables que tiene una correlación negativa de -1,62% y -0,74% son las de educación libre y tradicional respectivamente.

Finalmente se realizó una comparativa entre las mejoras del pre-test en comparación de pro-test entre los diferentes tipos de aprendizaje como se ve en la figura 8, en la cual la educación dirigida fue la que obtuvo un mayor porcentaje de mejora llegan a mejorar la comprensión de animales y el hábitat en un 48.6% seguido de la educación libre con un 30.5% de mejora y por ultima la educación tradicional que obtuvo solamente un 21%.

```

. corr UBICACIONDELANIMAL EDUCACIONLIBRE EDUCACIONDIRIGIDA EDUCACIONTRADICIONAL
(obs=45)

```

	UBICAC-L	EDUCAC-E	EDUCAC-A	EDUCAC-L
UBICACIOND-L	1.0000			
EDUCACIONL-E	-0.0162	1.0000		
EDUCACIOND-A	0.8807	-0.0792	1.0000	
EDUCACIONT-L	-0.0074	0.0229	0.0600	1.0000

Fig. 7. Correlación del aprendizaje del hábitat de animales entre los diferentes métodos de aprendizaje (Elaboración propia)

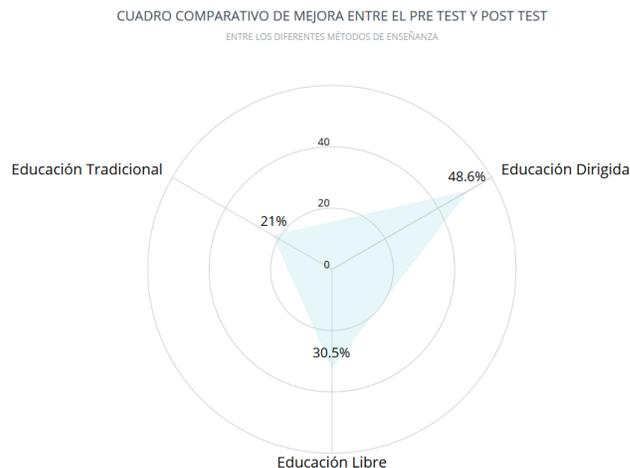


Fig. 8. Cuadro comparativo de mejora entre el pretest y postest entre los diferentes métodos de aprendizajes evaluados (Elaboración propia)

VII. CONCLUSIONES

Al analizar los resultados obtenidos en las pruebas se obtuvo que para el reconocimiento de nombres de animales un método de aprendizaje dirigido resulta ser mejor que uno libre, lo cual se debió a que la aplicación no logró explicar de manera correcta el nombre ya que no se repetía y al ser escuchada al mismo tiempo que el sonido que genera el animal causó una distracción en los alumnos y no tomaron la atención correspondiente a diferencia del aprendizaje dirigido donde el profesor les indicaba el animal que debían buscar y explicaba información sobre el animal que se complementa con la visualización del modelo 3D, por otro lado en cuanto al hábitat resultó de igual manera mejor el método de aprendizaje dirigido, lo cual se debió a que con el método tradicional el alumno no podía identificar de una manera visual el ambiente donde vivía el animal, el cual solo era descrito por el profesor de manera oral, por otro lado en el método libre el alumno sí podía reconocer el ambiente, pero como no presentó ningún diálogo que indicará información del ambiente el alumno tenía que basarse en sus conocimientos previos para identificar el nombre correcto del ambiente, finalmente al comparar el post-test y el pre-test se pudo identificar que el método de educación dirigida obtuvo un puntaje mayor llegando a un 48.3% de mejora de respuestas.

Con lo cual hemos podido concluir que el uso de realidad

aumentada si presenta mejoras en cuanto a la educación tradicional, pero el mejor método para realizar la educación por medio de esta tecnología es que el profesor guíe al alumno sobre qué debe hacer, con lo cual se sugiere adaptar más actividades donde el profesor sea el que tenga el control y pueda indicar qué acciones debe realizar cada alumno.

VIII. TRABAJOS FUTUROS

Se propone como trabajo futuro:

- Realizar nuevas actividades educativas que se enfoquen en Machine Learning para mejorar el proceso de educación libre y sirva como complemento para la educación dirigida.
- Buscar nuevas tecnologías de realidad aumentada que no solo se enfoquen en marcadores como ARCore para la creación de nuevas actividades educativas enfocadas en el tema de zoología.
- Se propone la creación de otros aplicativos de realidad aumentada que expliquen fenómenos naturales que acontecen en el entorno de estudiante.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación es parte del proyecto IBA-0006-2017 "ZOODEX: Enciclopedia Interactiva para la Enseñanza de Conceptos Básicos de Zoología dirigido a estudiantes de Nivel Inicial usando Realidad Aumentada" y fue posible gracias al financiamiento otorgado por el programa Científica del CONCYTEC en convenio con la Universidad Nacional de San Agustín. Agradecemos también al laboratorio de investigación Citesoft "Centro de investigación, Transferencia de tecnologías y Desarrollo de Software I+D+i" por las instalaciones y equipamiento tecnológico proporcionados para el desarrollo de nuestra investigación.

REFERENCES

- [1] "An educational augmented reality app to facilitate learning experience." *2017 International Conference on Computer and Applications (ICCA), Computer and Applications (ICCA), 2017 International Conference on*, p. 279, 2017.
- [2] D. Alonso Iquira Becerra, J. Herrera Quispe, R. Guillermo Apaza Aceituno, G. Mary Poma Vargas, F. Gabriela Fernandez Zamora, J. Luis Huilca Mango, G. Paulina Ancasi Figueroa, A. Alexis Perez Vizcarra, and J. Willian Torres Chana, "Evaluation of a gamified 3d virtual reality system to enhance the understanding of movement in physics," 01 2017, pp. 395–401.
- [3] "Playful and interactive environment-based augmented reality to stimulate learning of children." *2016 18th Mediterranean Electrotechnical Conference (MELECON), Electrotechnical Conference (MELECON), 2016 18th Mediterranean*, p. 1, 2016.
- [4] J. A. Juanes, D. Hernández, P. Ruisoto, E. García, G. Villarrubia, and A. Prats, "Augmented reality techniques, using mobile devices, for learning human anatomy," in *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, ser. TEEM '14. New York, NY, USA: ACM, 2014, pp. 7–11.
- [5] R. F. Rahmat, F. Akbar, M. F. Syahputra, M. A. Budiman, and A. Hizriadi, "An interactive augmented reality implementation of hijaiyah alphabet for children education," in *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 978, 2018.
- [6] A. A. K. Oka Sudana, A. Setiawan, and I. P. A. E. Pratama, "Augmented reality for chemical elements: Periodikar," *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, vol. 90, no. 1, pp. 88–92, 2016, cited By :2.

- [7] N. P. S. Franza, A. A. K. Oka Sudana, and K. S. Wibawa, "Application of basic balinese dance using augmented reality on android," *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, vol. 90, no. 1, pp. 61–66, 2016, cited By :2.
- [8] M. K. Zhaparov and U. Assanov, "Augmented reality based on kazakh instrument "dombyra"," in *8th IEEE International Conference on Application of Information and Communication Technologies, AICT 2014 - Conference Proceedings*, 2014.
- [9] MINEDU. (2016) Programa curricular educación inicial. [Online]. Available: <http://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/programa-curricular-educacion-inicial.pdf>
- [10] M. J. Ramos Haro, G. García Figueroa, E. Y. Quinteros Hajar, M. J. Niño Correa, M. Ventura Panduro, W. Palomino Noa, J. M. Camavilca Vega, J. A. Pezo de la Cuba, L. Velasco Taipe, C. Yupán Cárdenas *et al.*, "Rutas del aprendizaje¿ qué y cómo aprenden nuestros niños y niñas?: II ciclo. área curricular ciencia y ambiente, 3, 4 y 5 años de edad. versión 2015," 2015.