

ISSN 2523-2460

Volumen 4, Número 12 — Abril — Junio — 2020

Revista de Educación Técnica

ECORFAN®

ECORFAN-Perú

Editor en Jefe

CHIATCHOUA, Cesaire. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

REYES-VILLO, Angélica. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Revista de Educación Técnica,

Volumen 4, Número 12, de Abril a Junio - 2020, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Perú. La Raza Av. 1047 No.- Santa Ana, Cusco-Perú. Postcode: 11500. WEB: www.ecorfan.org/republicoferu, revista@ecorfan.org. Editor en Jefe: SUYO-CRUZ, Gabriel. PhD. ISSN: 2523-2460. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLABOUCHÁN, Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 30 de Junio, 2020.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y Protección de la Propiedad Intelectual.

Revista de Educación Técnica

Definición del Research Journal

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Humanidades y Ciencias de la Conducta, en las Subdisciplinas de evaluación, enseñanza y docencia, aprendizaje y desarrollo de los procesos cognitivos, planificación para la potencialización del aprendizaje, desarrollo de competencias mediante aprendizajes esperados.

ECORFAN-Mexico S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

Alcances, Cobertura y Audiencia

Revista de Educación Técnica es un Research Journal editado por ECORFAN-Mexico S.C en su Holding con repositorio en Perú, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de evaluación, enseñanza y docencia, aprendizaje y desarrollo de los procesos cognitivos, planificación para la potencialización del aprendizaje, desarrollo de competencias mediante aprendizajes esperados con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Humanidades y Ciencias de la Conducta. El horizonte editorial de ECORFAN-Mexico® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

OROZCO - RAMIREZ, Luz Adriana. PhD
Universidad de Sevilla

MOLAR - OROZCO, María Eugenia. PhD
Universidad Politécnica de Catalunya

AZOR - HERNÁNDEZ, Ileana. PhD
Instituto Superior de Arte

BOJÓRQUEZ - MORALES, Gonzalo. PhD
Universidad de Colima

SANTOYO, Carlos. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

MONTERO - PANTOJA, Carlos. PhD
Universidad de Valladolid

MARTINEZ - LICONA, José Francisco. PhD
University of Lehman College

HERNANDEZ-PADILLA, Juan Alberto. PhD
Universidad de Oviedo

MERCADO - IBARRA, Santa Magdalena. PhD
Universidad de Barcelona

ARELLANEZ - HERNÁNDEZ, Jorge Luis. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

Comité Arbitral

GARCÍA - Y BARRAGÁN, Luis Felipe. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

VILLALOBOS - ALONZO, María de los Ángeles. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

ROMÁN - KALISCH, Manuel Arturo. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

CHAVEZ - GONZALEZ, Guadalupe. PhD
Universidad Autónoma de Nuevo León

DE LA MORA - ESPINOSA, Rosa Imelda. PhD
Universidad Autónoma de Querétaro

GARCÍA - VILLANUEVA, Jorge. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

CORTÉS - DILLANES, Yolanda Emperatriz. PhD
Centro Eleia

FIGUEROA - DÍAZ, María Elena. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

DELGADO - CAMPOS, Genaro Javier. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

LINDOR, Moïse. PhD
El Colegio de Tlaxcala

PADILLA - CASTRO, Laura. PhD
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

CORTÉS, María de Lourdes Andrea. PhD
Instituto Tecnológico Superior de Juan Rodríguez

BAZÁN, Rodrigo. PhD
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

MEDA - LARA, Rosa Martha. PhD
Universidad de Guadalajara

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista de Educación Técnica emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Perú considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

Detección de Plagio

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandará a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homólogo de CONACYT para los capítulos de América-Europa-Asia-África y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Área del Conocimiento

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de Evaluación, enseñanza y docencia, aprendizaje y desarrollo de los procesos cognitivos, planificación para la potencialización del aprendizaje, desarrollo de competencias mediante aprendizajes esperados y a otros temas vinculados a las Humanidades y Ciencias de la Conducta.

Presentación del Contenido

En el primer artículo presentamos *Impacto de la realidad aumentada en el rendimiento académico de los estudiantes de educación primaria en la enseñanza de las ciencias naturales*, por DOMÍNGUEZ-GUTU, Jesús, GORDILLO-ESPINOZA, Emmanuel, TREJO-TREJO, Gilberto Abelino y CONSTANTINO-GONZÁLEZ, Fernando Exiqui, con adscripción en la Universidad Tecnológica de la Selva, como segundo artículo presentamos *Desarrollo de competencias profesionales en alumnos TSU en energías renovables área solar, durante el proyecto de instalación fotovoltaica de la Universidad Tecnológica de Aguascalientes*, por CASTILLO-ZARATE, Ma. Alicia, con adscripción en la Universidad Tecnológica de Aguascalientes, como tercer artículo presentamos *Plataforma educativa para desarrollo de sistemas de software radio mediante modulación QPSK en Octave y Arduino*, por SILVA-CRUZ, Eric Mario, CABALLERO-JULIÁN, Franco Gabriel, PÉREZ-SOLANO, Miguel Ángel y PÉREZ-OJEDA, Cristian, con adscripción en la Instituto Tecnológico de Oaxaca, como cuarto artículo presentamos *Evaluación comparativa de los resultados de la aplicación del cuestionario del estilo de aprendizaje Honey-Alonso a estudiantes del área de las ciencias computacionales*, por ESQUIVEL-SALAS, Abraham, ÁBILA-AGUILAR, Verenice, MOLINA-WONG, María del Refugio y SALAS-GUZMÁN, Manuel Ignacio, con adscripción en el Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte.

Contenido

	Artículo	Página
	Impacto de la realidad aumentada en el rendimiento académico de los estudiantes de educación primaria en la enseñanza de las ciencias naturales DOMÍNGUEZ-GUTU, Jesús, GORDILLO-ESPINOZA, Emmanuel, TREJO-TREJO, Gilberto Abelino y CONSTANTINO-GONZÁLEZ, Fernando Exiqui <i>Universidad Tecnológica de la Selva</i>	1-12
	Desarrollo de competencias profesionales en alumnos TSU en energías renovables área solar, durante el proyecto de instalación fotovoltaica de la Universidad Tecnológica de Aguascalientes CASTILLO-ZARATE, Ma. Alicia <i>Universidad Tecnológica de Aguascalientes</i>	13-21
	Plataforma educativa para desarrollo de sistemas de software radio mediante modulación QPSK en Octave y Arduino SILVA-CRUZ, Eric Mario, CABALLERO-JULIÁN, Franco Gabriel, PÉREZ-SOLANO, Miguel Ángel y PÉREZ-OJEDA, Cristian <i>Instituto Tecnológico de Oaxaca</i>	22-31
	Evaluación comparativa de los resultados de la aplicación del cuestionario del estilo de aprendizaje Honey-Alonso a estudiantes del área de las ciencias computacionales ESQUIVEL-SALAS, Abraham, ÁBILA-AGUILAR, Verenice, MOLINA-WONG, María del Refugio y SALAS-GUZMÁN, Manuel Ignacio <i>Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte</i>	32-40

Impacto de la realidad aumentada en el rendimiento académico de los estudiantes de educación primaria en la enseñanza de las ciencias naturales

The impact of augmented reality on elementary school students' academic performance in teaching natural sciences

DOMÍNGUEZ-GUTU, Jesús†*, GORDILLO-ESPINOZA, Emmanuel, TREJO-TREJO, Gilberto Abelino y CONSTANTINO-GONZÁLEZ, Fernando Exiquio

Universidad Tecnológica de la Selva, México.

ID 1^{er} Autor: *Jesús, Domínguez-Gutu* / ORC ID: 0000-0001-8025-6089, CVU CONACYT ID: 524210

ID 1^{er} Coautor: *Emmanuel, Gordillo-Espinoza* / ORC ID: 0000-0002-2467-8209, CVU CONACYT ID: 657274

ID 2^{do} Coautor: *Gilberto Abelino, Trejo-Trejo* / ORC ID: 0000-0003-2808-3939, CVU CONACYT ID: 334014

ID 3^{er} Coautor: *Fernando Exiquio, Constantino-González* / ORC ID: 0000-0002-9701-1990, CVU CONACYT ID: 79617

DOI: 10.35429/JOTE.2020.12.4.1.12

Recibido 10 de Abril, 2020; Aceptado 30 de Junio, 2020

Resumen

La realidad aumentada es una tecnología que permite combinar la vida real con información digital, a través de otras tecnologías como las computadoras, tablets o smartphones. Actualmente, se utiliza en diversas áreas como la publicidad, medicina, artes, educación, entre otras. Esta investigación se realizó en la ciudad de Ocosingo, Chiapas, México, en un contexto donde es difícil tener acceso a la tecnología y sobre todo a la conectividad, se centró en utilizar a la realidad aumentada en una secuencia didáctica para el proceso de enseñanza y aprendizaje de los aparatos circulatorio, respiratorio y digestivo, de la materia de Ciencias Naturales, con el fin de demostrar si el uso de esta tecnología como una herramienta didáctica, permite a los estudiantes del 4^o. grado de primaria mejorar su rendimiento académico. El estudio se efectuó bajo un enfoque cuantitativo cuasiexperimental y descriptivo, utilizando como herramientas de recolección de datos, pruebas diseñadas con respuestas dicotómicas (pre-test y pos-test) y encuestas con preguntas cerradas bajo la escala de Likert. Los resultados demuestran que usar la realidad aumentada dentro del aula de clases en el proceso de enseñanza y aprendizaje, incrementa significativamente el rendimiento académico de los estudiantes, comparado con la enseñanza tradicional de éstos temas en la materia mencionada.

Realidad aumentada, Secuencia didáctica, Rendimiento académico, Educación primaria, Ciencias naturales

Abstract

Augmented reality is a technology that allows combining real-world life with digital information, through other technologies such as computers, tablets or smartphones. Currently, it is used in diverse areas such as advertising, medicine, arts and education, among others. This research was carried out in the city of Ocosingo, Chiapas, Mexico, in a context where it is difficult to access technology and, above all, connectivity. It focused on using augmented reality in a didactic sequence for the teaching and learning process of the circulatory, respiratory and digestive systems in the Natural Sciences subject, in order to demonstrate whether the use of this technology as a didactic tool allows 4th grade students to improve their academic performance. The study was carried out under a quantitative, quasi-experimental and descriptive approach, using data collection tools such as tests designed with dichotomous responses (pre-test and post-test) and surveys with closed-ended questions under the Likert scale. The results show that using augmented reality in the teaching and learning process, within the classroom, significantly increases the academic performance of students compared to the traditional way of teaching these topics in the aforementioned subject.

Augmented reality, Didactic sequence, Academic performance, Elementary school, Natural sciences

Citación: DOMÍNGUEZ-GUTU, Jesús, GORDILLO-ESPINOZA, Emmanuel, TREJO-TREJO, Gilberto Abelino y CONSTANTINO-GONZÁLEZ, Fernando Exiquio. Impacto de la realidad aumentada en el rendimiento académico de los estudiantes de educación primaria en la enseñanza de las ciencias naturales. Revista de Educación Técnica. 2020. 4-12:1-12.

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jdominguez@laselva.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Al paso de los años, las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han tenido presencia en diversas áreas como la Economía, Finanzas, Negocios, Mercadotecnia, Industrias, Educación, entre otras. En el sector educativo, se ha aplicado en áreas como la medicina, biología, química, geometría, física, matemáticas, astronomía, historia, etc. (Hamiyet y Rabia, 2019).

Algunos países de Europa, Asia y América han modificado sus políticas educativas para su incorporación en los procesos educativos, con el fin de implementar estrategias didácticas y pedagógicas innovadoras que apoyen el aprendizaje y el desarrollo de competencias.

En México, la implementación de las TIC en la educación ha sido un proceso muy lento, sin embargo, existen Universidades que han implementado diversas tecnologías en el aula como apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje, tales como, herramientas Web 3.0, plataformas LMS (Learning Management System), entre otras; caso contrario en la educación básica (primaria y secundaria) y media superior, donde la resistencia de los docentes al uso de las TIC y la falta de infraestructura tecnológica en éstos niveles educativos (Domínguez y Sandoval, 2017), han dificultado esta implementación.

La incorporación de las tecnologías de la información y comunicación como apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje están empezando a ser utilizadas dentro de las aulas. Los docentes tienen que buscar nuevas estrategias que permitan despertar el interés en los alumnos por las materias que imparten.

Dentro de estas herramientas tecnológicas se encuentra la realidad aumentada conocida como RA, siendo una tecnología que ha sido ampliamente utilizada por los países de primer mundo y se utiliza en las áreas de medicina, música, historia, educación, entre otras.

En la actualidad, algunas instituciones de educación superior y medio superior están incursionado en la utilización de nuevas tecnologías en el aula como la realidad aumentada, a través del uso de dispositivos como tablets y smartphones, para la manipulación de aplicaciones de software que ayudan a los estudiantes a adquirir nuevas habilidades y conocimientos, permitiéndoles aprender en entornos difíciles de contextualizar dentro del aula de clases de manera tradicional.

Mirete (2010) menciona que el uso de la tecnología en las aulas se ha convertido en una realidad, pero presentan obstáculos como la falta de cultura y alfabetización digital, además de una inadecuada formación docente para la implementación de las TIC (p. 36). Avendaño (2015) afirma que “de un 82% de docentes que siguen utilizando el método de enseñanza de pizarrón, en primaria el 51% de los maestros y en secundaria el 68% afirma que muy frecuentemente exponer la clase para que después los alumnos tomen nota dando a entender que se vuelve a recaer en el método tradicional de enseñanza” (p. 41); por lo que, en la educación básica (primaria y secundaria), no se ha aprovechado la tecnología existente para innovar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Zorro, Torres y Rivera (2019) mencionan “La realidad aumentada es una tecnología que puede ayudar a los procesos pedagógicos y didácticos en las aulas de clase, debido a la gran aceptación que tienen las tecnologías de información y comunicación entre los estudiantes contemporáneos” (p. 15), esta tecnología permite plantear situaciones dentro del aula que tradicionalmente no se podría hacer, como en el caso de la materia de Ciencias Naturales, específicamente en la enseñanza del cuerpo humano, que permite demostrar cómo funcionan los diferentes aparatos (circulatorio, digestivo, respiratorio, etc.) y los órganos que lo conforman, detallando su forma, color y textura de una manera visual, permitiendo al estudiante descubrirlos de manera interactiva.

Marco Teórico

La realidad aumentada se empezó a utilizar desde la década de los 60's en el área militar y la medicina, hoy en día, se presenta en diversas áreas como la publicidad, geolocalización, educación, entre otras. (Bursali y Yilmaz, 2019). Diversos autores han definido la Realidad Aumentada, Azuma (1997) menciona que “un sistema de RA debe contener las siguientes características para considerarse como tal: combinar la realidad y lo virtual, ser interactivo en tiempo real y ser registrado en forma de 3D” (p. 356); Van Krevelen y Poelman (2010) mencionan la “RA complementa el mundo real con objetos virtuales creados por una computadora, que parecen coexistir en el mismo espacio que el mundo real” (p. 1).

Por lo que, la Realidad Aumentada permite combinar la vida real con información digital, a través de otras tecnologías como las computadoras, tablets o smartphones que permiten visualizar una nueva realidad donde se integran textos, videos, sonidos, entre otros, que posibilitan la interactividad entre todos estos elementos.

La realidad aumentada en la educación

En países de Europa, han realizado estudios en el sector educativo usando la realidad aumentada, en la Universidad Nacional de Educación a Distancia en España, utilizaron la realidad aumentada como recurso didáctico en el área de las ciencias sociales, específicamente en la presentación de contenidos de historia del arte (Sáez, Cózar y Domínguez, 2018). En la Universidad de Córdoba en España, Marín (2018) realizó un estudio para determinar si el uso de la realidad aumentada mejora la educación inclusiva en la educación primaria, tanto en los estudiantes como en los docentes; en ésta última, también realizaron un estudio para incluir a la realidad aumentada en el aula infantil como una innovación docente, a través de la aplicación ChromVille para el aprendizaje del cuerpo humano (Marín y Muñoz, 2018). En Turquía, realizaron un estudio para determinar los niveles de comprensión lectora, permanencia del aprendizaje y actitudes de los estudiantes de secundaria, a través de la lectura con materiales de realidad aumentada. (Bursali y Yilmaz, 2019)

En países de Latinoamérica, en la Corporación Universitaria Minuto de Dios de Colombia, realizaron un estudio donde utilizaron la realidad aumentada para evaluar su efecto en el rendimiento académico de los estudiantes de educación básica, diseñaron una experiencia didáctica en el tema de las regiones naturales de ese país en la asignatura de Ciencias Sociales (López y Gutiérrez, 2018). En la Universidad Pedagógica y Tecnológica del mismo país, aplicaron la realidad aumentada a través de la aplicación Arloon Anatomy como apoyo de la enseñanza de las ciencias naturales en la educación primaria, diseñando una secuencia didáctica para el proceso de enseñanza y aprendizaje del aparato digestivo (Angarita, 2018).

En México, en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, desarrollaron una aplicación que usa la realidad aumentada para el aprendizaje del tiro parabólico de la materia de física, aplicado en estudiantes de educación superior (Parroquín *et al.*, 2013). En la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, desarrollaron un simulador virtual implementando la realidad aumentada, a través del desarrollo de marcadores que representaban a los elementos químicos de la tabla periódica, instrumentos de laboratorio y diferentes materiales que se usan en los laboratorios de química (Zarate *et al.*, 2013).

La UNAM en colaboración con la Universidad Católica de Valparaíso de Chile, realizaron un estudio sobre el diseño de secuencias de enseñanza y aprendizaje para la materia de química, utilizando la realidad aumentada (Merino *et al.*, 2015). En Instituto Tecnológico de Oaxaca, desarrollaron una aplicación móvil para el aprendizaje del idioma inglés utilizando la realidad aumentada dirigida esencialmente a niños (Morales *et al.*, 2015). En la Universidad Autónoma de Chihuahua, desarrollaron una aplicación con realidad aumentada para la enseñanza de cuerpos geométricos en la educación primaria (Carrillo y Cortés, 2016). En la Universidad Autónoma de Querétaro, desarrollaron una aplicación con realidad aumentada para tabletas y smartphones, con el fin de crear conciencia en la sociedad para la conservación de la biodiversidad de las áreas naturales de Querétaro (Pérez *et al.*, 2016).

En el Instituto Politécnico Nacional, desarrollaron una aplicación móvil de RA como complemento didáctico en el área de Geometría en la materia de Cálculo del nivel medio superior (Gómez, Medel y García, 2018).

Como se observa, la Realidad Aumentada representa actualmente una potente herramienta que ha mostrado su versatilidad en un amplio abanico de aplicaciones en diferentes áreas de conocimiento, donde ha encontrado grandes posibilidades para la difusión y conocimiento de contenidos que se presenta de una forma atractiva y pedagógica al mismo tiempo (Ruiz, 2011), sin embargo, son muy pocas investigaciones que han estudiado a la RA en el área de las ciencias naturales en la educación primaria.

Aplicaciones de realidad aumentada

En la actualidad, existen diversas aplicaciones de RA para la enseñanza de las ciencias naturales, específicamente del cuerpo humano, entre ellas, Chromville y Arloon Anatomy. Chromville son una serie de aplicaciones que se puede utilizar en educación primaria, básicamente para primer y segundo grado, en el cual los estudiantes pueden colorear los diversos dibujos existentes que funcionan como marcadores para tablets o smartphones, para trabajar con los estudiantes el tema que se requiera.



Figura 1 Chromville cuerpo humano
Fuente: Chromville (2015), obtenido de <https://chromville.com/chromvillescience/>



Figura 2 Marcador de Chromville cuerpo humano
Fuente: Chromville (2015), obtenido de <https://chromville.com/2016/03/01/5-reasons-why-ar-should-be-used-by-every-child/>

Arloon Anatomy, es una aplicación más desarrollada que la anterior, que puede utilizarse desde tercer grado de primaria, inclusive hasta la secundaria, debido al detalle que presenta en cada uno de los aparatos del cuerpo humano, esta aplicación, maneja contenido audiovisual y se trabaja mediante marcadores donde los estudiantes interactúan con la aplicación.

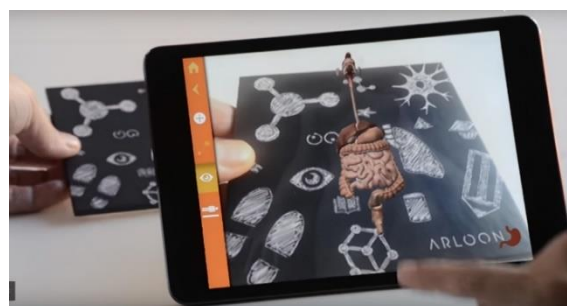


Figura 3 Arloon Anatomy
Fuente: Arloon (2019), obtenido de <http://www.arloon.com/apps/arloon-anatomy/>

Rendimiento académico

Jiménez (2000) define al rendimiento académico como un nivel de conocimientos demostrado en un área o materia comparado con la norma de edad y nivel académico, sin embargo, de acuerdo con Osorio (2012) la idea que se tiene actualmente sobre el rendimiento académico, es una calificación obtenida en un examen de conocimientos al que es sometido un alumno, únicamente relacionado al aspecto intelectual.

Osorio (2012), menciona que el rendimiento escolar se ve afectado por una serie de factores, éstos pueden ser divididos en dos aspectos: en el entorno familiar, la desatención de los padres que demuestran poco interés en sus hijos al dejarle la responsabilidad de su formación a la escuela y al docente, impactando en la conducta de éstos que se ve reflejado en su bajo rendimiento académico; los hogares destruidos (divorcios), cambian la conducta del estudiantes, al carecer de atención en su hogar por la usencia de uno de los padres; el nivel socioeconómico, afecta el rendimiento del estudiante por la falta de apoyo económico para la realización de actividades en casa, escasos recursos didácticos para el aprendizaje como libros, diccionarios, enciclopedias, computadora e internet, ha impactado en la entrega de tareas extraescolares, aunque no aplica para todos, ya que existen estudiantes de bajos recursos económicos muy inteligentes y estudiantes con todos los recursos didácticos disponibles que no tienen el mejor desempeño en la escuela.

Por otro lado, en el entorno escolar, el impacto del bajo rendimiento académico de los estudiantes es originado por el compromiso del docente en la formación de éstos, la falta de innovación en el proceso de enseñanza o el desinterés por preparar su tema, puede ocasionar el desinterés del estudiante por aprender; otro factor es la infraestructura escolar, la falta de bibliotecas, salas de cómputo, energía eléctrica, sanitarios, malas condiciones de las aulas, etc., ha impactado notablemente en el rendimiento escolar, sobre todo en las zonas rurales e indígenas donde la infraestructura escolar es deficiente.

Aunque existen políticas públicas que atacan los diferentes aspectos mencionados, aún existe inequidad en el otorgamiento de los apoyos por parte de las autoridades gubernamentales en las zonas rurales, para el mejoramiento de la calidad de la educación en el país.

Planteamiento del problema

En México, se ha implementado el uso de las TIC en el sector educativo, a través de la oferta educativa a nivel superior, con el uso de plataformas educativas, así como la oferta de cursos online masivos y abiertos (MOOC¹) como formación profesional y empresarial. En educación básica, se implementó Enciclomedia como una iniciativa del Gobierno Federal para implementar las TIC en el salón de clases, con la consulta de libros de texto gratuitos que tenían relación con los contenidos del programa oficial de estudios, la versión 1 en el 2003, la versión 1.2 en el 2004 y la versión 2 en el sexenio del Lic. Felipe Calderón Hinojosa. (Hernández y Bautista, 2017)

En el 2013, el Gobierno Federal implementó el Programa de Inclusión y Alfabetización Digital denominado micompu.mx, que buscaba impactar en el proceso de enseñanza – aprendizaje al incluir computadoras e internet en las escuelas de nivel primaria para 5o. y 6o. grado. (Linares, 2014)

Sin embargo, como concluye Edgar Vásquez (s.f.) en su artículo “Las TIC en la educación pública de México, un esfuerzo disparejo”, en el portal u-gob.com:

“Aunque el esfuerzo que el gobierno mexicano ha hecho para utilizar las TIC para mejorar la educación pública es loable, me queda la impresión de que lo hecho es aún pequeño para el tamaño de país que somos y que en la elaboración de contenidos educativos no sólo prevalece un criterio centralista, sino que al mismo tiempo no utiliza las posibilidades del crowdsourcing o inteligencia colectiva, pues si se involucrará a alumnos y maestros de todo México la producción de material pedagógico crecería exponencialmente al tiempo que se ahorraría tiempo y recursos tanto humanos como económicos.”

¹ MOOC acrónimo en inglés de Massive Online Open Courses

Chiapas ocupa el primer lugar a nivel nacional en rezago educativo con el 47.9% de su población con edad de 15 años en adelante, que no sabe leer y escribir o que no concluyó la primaria o secundaria. En el Plan de Desarrollo Estatal 2019 – 2024 menciona que, uno de los principales problemas de la educación básica es el abandono escolar, esto obedece a diversas causas como la falta de interés por estudiar o asistir a clases, motivando al deficiente rendimiento escolar que muestran los alumnos; por otro lado, y no menos importante, el poco interés en la profesionalización del docente y la falta de propuestas innovadoras en el proceso de enseñanza – aprendizaje, incrementan este problema. (Secretaría General de Gobierno, 2019).

Objetivo

Atendiendo a una de las problemáticas existentes en el estado de Chiapas, los investigadores se centraron en implementar la realidad aumentada como una innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje, teniendo como objetivo de esta investigación demostrar que el uso de la realidad aumentada como una herramienta didáctica, permite a los estudiantes del 4º. grado de primaria federal de la cabecera municipal de Ocosingo, mejorar su rendimiento académico en la materia de ciencias naturales, específicamente en el aprendizaje del sistema circulatorio, respiratorio y digestivo.

Metodología

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), esta investigación se realizó bajo un enfoque cuantitativo, en la dimensión 1, se utiliza un diseño cuasiexperimental con un grupo experimental y un grupo de control, teniendo como variable independiente a la realidad aumentada y la variable dependiente al rendimiento académico, para el cual se planteó la hipótesis “La herramienta de realidad aumentada mejora el rendimiento académico de los estudiantes del 4º. grado de primaria federal de la cabecera municipal de Ocosingo, Chiapas”; en la dimensión 2, se utiliza un diseño descriptivo para medir la percepción de los estudiantes sobre el uso de esta herramienta.

Muestra

La muestra de este estudio fue no probabilística e intencional, ésta se determinó con base al rendimiento académico obtenido en el ciclo escolar 2018 – 2019², en la materia de Ciencias Naturales del 3^{er} grado de las escuelas primarias federales de la cabecera municipal de Ocosingo, Chiapas, eligiéndose a 3 escuelas primarias, una con el mejor rendimiento académico, otra con un rendimiento promedio y la otra con el rendimiento más bajo, obteniéndose así un total de 149 alumnos con edades de 9 y 10 años del 4º. grado de primaria, 74 de ellos en el grupo experimental y 75 en el grupo de control, segmentados por género en 78 hombres y 71 mujeres, de ellos, 40 hombres y 34 mujeres son del grupo de experimento, y 38 hombres y 37 mujeres del grupo de control.

Escuela	Sexo		Total
	Masculino	Femenino	
Cuauhtémoc	31	36	67
Marcos Villanueva	19	16	35
Niños Héroes	28	19	47
Total	78	71	149

Tabla 1 Distribución del género de los alumnos por escuelas

Fuente: *Elaboración propia, 2020*

Instrumentos de recopilación de información

En la dimensión 1, se utilizó un pre-test y post-test diseñado para el estudio, con respuestas dicotómicas para los aparatos circulatorio, respiratorio y digestivo, con el fin de medir el rendimiento académico de los estudiantes; para medir el impacto de la realidad aumentada, los resultados obtenidos por los estudiantes en las pruebas, se convirtieron en puntajes con escala de 0 a 10, con el fin de realizar una prueba T de Student.

² Datos proporcionados por la Delegación Regional en Ocosingo, de la Secretaría de Educación del Estado de Chiapas

Para esta dimensión, se calculó la fiabilidad del instrumento dicotómico de manera general, a través del coeficiente de Kuder Richardson (KR20) usando el software estadístico SPSS, arrojando un valor de 0.862, siendo un instrumento con coeficiente de confiabilidad Muy Alto (Ruíz, 2013); se realizaron las pruebas de confiabilidad KR20 de los instrumentos por separados, los del pre-test arrojan un valor de 0.771 y los del pos-test 0.841, teniendo un coeficiente de confiabilidad Alto y Muy Alto, respectivamente.

En la dimensión 2, se aplicó una encuesta dividida en dos secciones, la primera sección denominada uso de la tecnología, consta de 4 preguntas dicotómicas, la segunda sección denominada uso de la aplicación, consta de 4 preguntas bajo la escala de Likert, con el fin de medir la percepción de los estudiantes del grupo experimental que utilizaron la herramienta de realidad aumentada.

Desarrollo

La intervención efectuada en el grupo experimental fue diseñada con una secuencia didáctica centrada en el estudiante, a través de una constante participación durante su proceso de aprendizaje (Ontoria, 2004), ésta estuvo desarrollada en tres fases:

Fase de diseño

Los investigadores diseñaron la intervención apegado a los contenidos del libro de texto gratuito de la SEP para el 4º. grado de primaria, se realizó la búsqueda de una aplicación de realidad aumentada, encontrando la mejor opción en la aplicación de Arloon Anatomy, que maneja diversos aparatos del cuerpo humano, tales como, respiratorio, circulatorio, digestivo, excretor, nervioso, esquelético, muscular y reproductivo, eligiéndose los tres primeros, que están incluidos en el libro de texto antes mencionado. Se diseñó una presentación para la explicación de cada uno de los aparatos, utilizando imágenes GIF, esquemas, enriqueciéndolos con videos que se encuentran en la aplicación de Arloon Anatomy.

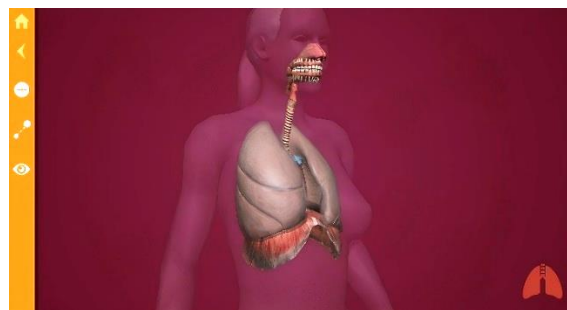


Figura 4 Aplicación de realidad aumentada Arloon Anatomy: Aparato respiratorio
Fuente: Arloon

Fase de intervención

Antes de realizar la intervención, se aplicó el pre-test a ambos grupos, con el fin de medir los conocimientos previos que tenían en cada uno de los aparatos circulatorio, respiratorio y digestivo; posteriormente, en el grupo de control, el docente procedió a la explicación del tema de manera tradicional, en el grupo experimental los investigadores realizaron la intervención diseñada para el estudio, donde los estudiantes interactuaron con la aplicación de realidad aumentada, a través del marcador de la aplicación. Una vez terminada la intervención, se procedió a aplicar el pos-test para medir los conocimientos adquiridos en ambos grupos.



Figura 5 Aplicación del pre-test
Fuente: Elaboración propia, 2020



Figura 6 Intervención: Explicación del aparato circulatorio
Fuente: Elaboración propia, 2020



Figura 7 Interacción con la aplicación de realidad aumentada

Fuente: *Elaboración propia, 2020*



Figura 8 Aplicación del pos-test

Fuente: *Elaboración propia, 2020*

Fase de Recolección de datos

Después de la intervención en el grupo experimental, se aplicó una encuesta final para conocer el uso de la tecnología y el uso de la aplicación, con el fin de medir la percepción de los estudiantes que utilizaron la herramienta de realidad aumentada.



Figura 9 Aplicación de la encuesta final

Fuente: *Elaboración propia, 2020*

Resultados

Dimensión 1

Para la determinación de la prueba a utilizar, con el fin de medir el impacto de la herramienta realidad aumentada en el rendimiento académico de los estudiantes, se realizó la prueba de normalidad de Kolgomorov – Smirnov, encontrando que los datos son normales, ya que el valor de $p=0.200 > \alpha=0.05$. Para probar la hipótesis planteada, se realizó la prueba T de Student para muestras independientes entre el grupo de experimento y el grupo de control, utilizando el software estadístico SPSS, con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

Los resultados obtenidos de la prueba T de Student, arroja que el valor de $p=0.000$ es menor que el nivel de significancia establecido de $\alpha=0.05$, por lo que, se rechaza la hipótesis nula, ya que los datos sustentan que existe diferencia significativa entre ambos grupos, aceptándose la hipótesis planteada en la investigación.

Se realizó la misma prueba T de Student en los diferentes aparatos (circulatorio, respiratorio y digestivo) del cuerpo humano por separado, obteniéndose en el aparato circulatorio un valor de $p=0.319$ siendo mayor que el nivel de significancia establecido de $\alpha=0.05$, por lo que, no existe diferencia significativa entre ambos grupos; en el aparato respiratorio, se obtuvo un valor de $p=0.000$ siendo mayor que el nivel de significancia establecido de $\alpha=0.05$, por lo que, existe diferencia significativa entre ambos grupos; para el aparato digestivo, se obtuvo un valor de $p=0.000$ siendo mayor que el nivel de significancia establecido de $\alpha=0.05$, por lo que, existe diferencia significativa entre ambos grupos.

Los datos anteriores muestran que, para el aparato circulatorio la herramienta de realidad aumentada no impacta en el rendimiento académico de los estudiantes, mientras que, en los aparatos respiratorio y digestivo, impacta significativamente en su rendimiento.

Dimensión 2

En la primera sección uso de la tecnología, de los 74 estudiantes del grupo experimental el 63.5% cuenta con una Tablet o Smartphone en su casa, el 51.4% cuenta con Internet en su casa, el 25.7% mencionó que conocía una aplicación de realidad aumentada como la que usó y el 32.4% mencionó que había utilizado una aplicación de realidad aumentada para aprender algún tema que vio en la escuela. En la Tabla 2, se puede observar los resultados del uso de la tecnología por escuela, donde se observa que en la escuela seleccionada con el rendimiento académico más bajo (Marcos Villanueva), son muy pocos alumnos que cuentan con un dispositivo móvil e internet en su casa, por lo que para la mayoría fue la primera ocasión que interactuaron con una Tablet y una aplicación de realidad aumentada.

Escuela	Tienen un dispositivo móvil	Tienen Internet en casa	Conocen una aplicación de RA	Han utilizado una aplicación de RA
Cuauhtémoc	26	26	8	10
Marcos Villanueva	8	4	6	4
Niños Héroes	13	8	5	10
Totales	47	38	19	24

Tabla 2 Uso de la tecnología de los estudiantes por escuela.

Fuente: *Elaboración propia, 2020*

La percepción del estudiante fue fundamental para conocer si la aplicación de realidad aumentada fue útil, agradable y sencilla de usar, los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 3, donde el 82.4% le gustó usar la aplicación, el 77% cree que le ayudó a aprender más, el 56.8% se le facilitó usar la aplicación y 78.4% le gustaría seguir utilizando este tipo de aplicación para aprender Ciencias Naturales.

Ítem	Muchísimo	Mucho	Ni si, ni no	Poco	Nada
¿Qué tanto te gustó utilizar esta aplicación para aprender las partes de tu cuerpo?	61 82.4%	9 12.2%	3 4.1%	0 0.0%	1 1.4%
Al utilizar esta aplicación, ¿Qué tanto te ayudó a aprender las partes de tu cuerpo?	57 77.0%	12 16.2%	0 0.0%	4 5.4%	1 1.4%
¿Qué tanto se te facilitó utilizar esta aplicación?	42 56.8%	17 23.0%	2 2.7%	11 14.9%	2 2.7%
¿Qué tanto te gustaría continuar aprendiendo Ciencias Naturales utilizando una aplicación como ésta?	58 78.4%	7 9.5%	2 2.7%	6 8.1%	1 1.4%

Tabla 3 Percepción de los estudiantes para el uso de la aplicación de Realidad Aumentada.

Fuente: *Elaboración propia, 2020*

Agradecimientos

El presente estudio fue financiado con recursos propios de la Universidad Tecnológica de la Selva, a través de la Convocatoria Fomento a la Formación de Recursos Humanos de Alta Calidad y Desarrollo de Proyectos de Investigación. Por lo anterior, se extiende un agradecimiento a la misma por el apoyo brindado.

Por otro lado, se hace un agradecimiento especial a la Delegación Regional de la Secretaría de Educación Pública, quienes proporcionaron información esencial para el proyecto, así como, a los Directores y Docentes de las 3 escuelas, por las facilidades proporcionadas para efectuar esta investigación.

Se hace un agradecimiento particular a la Lic. Guiomar Camaras Martínez, por las revisiones y correcciones realizadas a la traducción del resumen del presente artículo.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en el estudio demuestran que utilizar una herramienta como la realidad aumentada en el proceso de enseñanza y aprendizaje, los estudiantes obtienen mejores resultados en su rendimiento académico, comparado con los estudiantes que aprenden de manera tradicional. Otros estudios, también han demostrado que el rendimiento de los estudiantes mejora cuando en el proceso de enseñanza se utiliza una tecnología como ésta (López y Gutiérrez, 2018; Parroquín *et al.*, 2013; Bursali y Yilmaz, 2019).

La percepción de los estudiantes que interactuaron con la aplicación de realidad aumentada, demuestra que el 73.6% le gustó muchísimo usar esta tecnología en clases para aprender, el 15.2% le gustó mucho, el 2.4% se mostró indiferente, 7.1% le gustó poco y el 1.7% no le gustó utilizarla.

Por lo anterior, se concluye que los docentes de educación básica (primaria y secundaria) deben hacer esfuerzos para incluir la tecnología en el quehacer educativo, ya que diversos estudios han demostrado que los estudiantes mejoran sus calificaciones al incluir una tecnología en el aula de clases, mejor aún, si se trata de una aplicación de realidad aumentada, ya que tiene la posibilidad de plantear escenarios que no pueden ser percibidos cotidianamente en el aula de clases, tales como, trabajar a fondo los diversos aparatos del cuerpo humano que las láminas o imágenes dentro de los libros de texto, no pueden especificar formas, tamaños o colores reales, por otro lado, trabajar el sistema solar, es muy difícil plantear este escenario en clases, mientras que una aplicación de realidad aumentada podría hacerlo.

A las autoridades educativas Estatales y Federales, se les exhorta a destinar recursos para la infraestructura tecnológica de manera equitativa a todas las regiones de los estados, con el fin de estar a la vanguardia internacional en el uso de las TIC en el aula de clases, asimismo, destinar recursos para la capacitación docente, para facilitar la implementación de las TIC en su labor docente, innovar el proceso de enseñanza y aprendizaje, y despertar el interés de los estudiantes en asistir a clases y utilizarlas en la construcción de su aprendizaje.

Líneas abiertas de investigación

La realización de este estudio deja abiertas algunas líneas de investigación para explorar, como la percepción de los docentes de educación básica para utilizar la realidad aumentada en el aula de clases, así como, el diseño de una secuencia didáctica para el uso de la realidad aumentada en la vida cotidiana del docente.

Referencias

- Angarita, J. J. (2018). Apropiación de la realidad aumentada como apoyo a la enseñanza de las ciencias naturales en educación básica primaria. *Boletín Redipe*, 7(12), 144-157
- Avendaño, V. C. (2015). Implementación y uso escolar de las tecnologías de la información y la comunicación en la Meseta Comiteca Tojolabal del estado de Chiapas. Primera Edición. México: División de Investigación y Posgrado, CRESUR.
- Azuma, R. (1997). A Survey of Augmented Reality. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. 6, 4 August 1997, 355-385. Recuperado de <https://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>
- Bursali, H. y Yilmaz, R. M. (2019). Effect of augmented reality applications on secondary school students' reading comprehension and learning permanency, *Comput. Human Behav.* 95(2019), 126-135. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.01.035>
- Carrillo, J. L. y Cortés, J. A. (2016). Secuencias didácticas con realidad virtual: En el área de geometría en educación básica. *F@ro: Revista Teórica del Departamento de Ciencias de la Comunicación*, 1(23), 279-304
- Domínguez, M. I. y Sandoval, M. (2017). ¿Lograrán las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC's) apoyar en la calidad educativa en las Instituciones de Educación Básica? En García, J. L. C., Barraza, I. y Jaik, A. (Edición 1, p. 52-53). México: Red Durango de Investigadores Educativos A. C.

- Gómez, I., Medel, R. y García, R. (2018). Realidad Aumentada como herramienta didáctica en geometría 3D. *Latin-American Journal of Physics Education*, 12(4), 4003-1-4003-8
- Hamiyet, B. y Rabia, M. Y. (2019). Effect of Augmented Reality Applications on Secondary School Students' Reading Comprehension and Learning Permanency. *Computers in Human Behavior*, 15, 126-135. doi: 10.1016/j.chb.2019.01.035
- Hernández, H. y Bautista, S. (2017). Las TIC en el sistema Educativo Mexicano. *Revista Electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad*. 4(7). Recuperado de <http://www.ctes.mx/index.php/ctes/article/view/656/742>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación (Sexta edición)*. México: McGraw-Hill.
- Jiménez, M. (2000) Competencia social: intervención preventiva en la escuela. *Infancia y Sociedad*. 24, 21-48.
- Linares, G. (2014). Programa "Mi Compu.Mx": alfabetización digital para todos. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*. Publicación #2. Recuperado de <https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/viewFile/216/264>
- López, J. D., y Gutiérrez, D. (2018). Efecto del uso de la herramienta "realidad aumentada" en el rendimiento académico de estudiantes de Educación Básica. *Revista Perspectivas*, 3(1), 6-12. <https://doi.org/10.22463/25909215.1464>
- Marín, V. (2018). La realidad aumentada al servicio de la Inclusión Educativa. Estudio de caso. *Revista RETOS XXI*, 2(1), 60-72. <https://doi.org/10.33412/retosxi.v2.1.2060>
- Marín, V. y Muñoz, V. P. (2018). Trabajar el cuerpo humano con realidad aumentada en educación infantil. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (9), 148-158
- Merino, C., Pino, S., Meyer, E., Garrido, J. M. y Gallardo, F. (2015). Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química. *Educación Química*, 26(2), 94-99. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.04.004>
- Mirete, A. B. (2010). FORMACIÓN DOCENTE EN TICS. ¿ESTÁN LOS DOCENTES PREPARADOS PARA LA (R)EVOLUCIÓN TIC?. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 4(1),35-44
- Morales, M., Benítez, C., Silva, D., Altamirano, M. y Mendoza, H. M. (2015). Aplicación móvil para el aprendizaje del inglés utilizando realidad aumentada. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, Recuperado de <https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/513>
- Ontoria, A. (2004). Aprendizaje centrado en el alumno (ACA) nueva mentalidad docente en la convergencia europea. *ED.UCO: revista de investigación educativa*, 1, 38-61
- Osorio, M. C. (2012). Principales factores que determinan el bajo rendimiento en la escuela primaria (Tesis de Licenciatura). Universidad Pedagógica Nacional, Campeche, México.
- Parroquín, P., Ramírez, J., González, V., y Mendoza, A. (2013). Aplicación de realidad aumentada en la enseñanza de la física. *Cultura Científica y Tecnológica*, 10(51), 182-192
- Pérez, L. A., Flores, C., Tovar, S., Sánchez M. A., Ayala, I. J. y Sagaz, M. A. (2016). Técnicas aplicadas de realidad virtual y realidad aumentada para el fomento de la biodiversidad de áreas naturales protegidas de Querétaro. *La Mecatrónica en México*, 5(1), 10 – 15
- Ruíz, C. J. (2013). Instrumentos y Técnicas de Investigación Educativa. Un Enfoque Cuantitativo y Cualitativo para la Recolección y Análisis de Datos. Tercera Edición. Editorial DANAGA Training and Consulting. Houston, Texas, USA.
- Ruiz, D. (2011). Realidad Aumentada, Educación y Museos. *REVISTA ICONO* 14. 9(2), 212-226.

Sáez, J. M., Cózar, R. y Domínguez, M. C. (2018). Realidad aumentada en Educación Primaria: comprensión de elementos artísticos y aplicación didáctica en ciencias sociales. *Digital Education Review*, 34, 59-75.

Secretaría General de Gobierno (2019). Plan de Desarrollo Estatal 2019-2024. Disponible en https://congresochiapas.gob.mx/legislaturalxvii/files/Plan%20Estatal%20de%20Desarrollo%20Chiapas%202019-2024_opt.pdf

Van Krevelen, D., y Poelman, R. (2010). A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. *International Journal of Virtual Reality*, 9(2), 1 - 20.

Vásquez, E. (s.f.). Las TIC en la educación pública de México, un esfuerzo disparado. Recuperado de <https://u-gob.com/las-tic-en-la-educacion-publica-de-mexico-un-esfuerzo-disparado/>

Zarate, M. R., Mendoza, C. F., Aguilar, H. y Padilla, J. M. (2013). Marcadores para la Realidad Aumentada para fines educativos. *ReCIBE. Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica*, 2(3). Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=5122/512251564004>

Zorro, D. P., Torres, D. A. y Rivera, C. E. (2019). Realidad Aumentada como herramienta para la educación Socioambiental de estudiantes de 6to grado. (Tesis de Especialidad). Universitaria Agustiniana, Facultad de Humanidades, Ciencias Sociales y Educación. Bogotá, D.C.

Desarrollo de competencias profesionales en alumnos TSU en energías renovables área solar, durante el proyecto de instalación fotovoltaica de la Universidad Tecnológica de Aguascalientes

Development of professional skills in TSU students in renewable energies solar area, during the photovoltaic installation project of the Universidad Tecnológica de Aguascalientes

CASTILLO-ZARATE, Ma. Alicia†*

Universidad Tecnológica de Aguascalientes, México.

ID 1^{er} Autor: Ma. Alicia, Castillo-Zarate / ORC ID: 0000-0003-0812-1125

DOI: 10.35429/JOTE.2020.12.4.13.21

Recibido Abril 15, 2020; Aceptado Junio 30, 2020

Resumen

Con base en el enfoque de educación basada en competencias y atendiendo el interés de formación profesional del alumno de Energías Renovables Área Solar de la Universidad Tecnológica de Aguascalientes, en el presente artículo se describe una experiencia didáctica que contribuye al desarrollo de la competencia profesional, a través de la participación de alumnos del quinto cuatrimestre, en la primera Instalación Fotovoltaica (IFV) de 118 módulos fotovoltaicos en la Institución. Esta experiencia se apoya en las estrategias de aprendizaje por proyectos, aprendizaje situado y aprendizaje significativo, enfocadas a promover el desarrollo de habilidades, conocimientos y actitudes que integran la competencia profesional requerida en el perfil de egreso de los estudiantes de Energías. La metodología empleada incluye actividades de aprendizaje orientadas al desarrollo del saber, saber hacer y saber ser, mismos que al integrarse contribuyen a desarrollar la competencia profesional del egresado de Energías; además implica el desarrollo de cuatro productos de aprendizaje indicados en los Resultados, en los cuales se describen habilidades desarrolladas, conocimientos técnicos adquiridos y aspectos actitudinales modificados o fortalecidos por los estudiantes. Finalmente cabe destacar, con la opinión de los estudiantes, que esta estrategia estimula y motiva el desempeño del estudiante para culminar su formación.

EBC, Competencia profesional, Habilidades

Abstract

Based on the focus of competency-based education and attending the interest of professional training of the student of Renewable Energies Solar Area of the Technological University of Aguascalientes, this article describes a didactic experience that contributes to the development of professional competence, to Through the participation of students of the fifth semester, in the first Photovoltaic Installation (IFV) of 118 photovoltaic modules in the Institution. This experience is supported by project learning strategies, situated learning and meaningful learning, focused on promoting the development of skills, knowledge and attitudes that integrate the professional competence required in the graduation profile of Energy students. The methodology used includes learning activities aimed at developing knowledge, knowing how to do and knowing how to be, which, when integrated, contribute to developing the professional competence of the Energy graduate; it also implies the development of four learning products indicated in the Results, which describe developed skills, acquired technical knowledge and attitudinal aspects modified or strengthened by students. Finally, it should be noted, with the opinion of the students, that this strategy stimulates and motivates student performance to complete their training.

EBC, Professional competence, Skills

Citación: CASTILLO-ZARATE, Ma. Alicia. Desarrollo de competencias profesionales en alumnos TSU en energías renovables área solar, durante el proyecto de instalación fotovoltaica de la Universidad Tecnológica de Aguascalientes. 2020. 4-12:13-21.

* Correspondencia del Autor: (Correo electrónico: alicecastillo@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Ante la tendencia de la generación del conocimiento acelerado en un entorno globalizado, la Universidad Tecnológica de Aguascalientes, pretende permanecer al tanto de los requerimientos que el entorno demanda para el desempeño laboral en el perfil de sus egresados. Para ello, mantiene su responsabilidad de formación bajo el enfoque del modelo de Educación Basado en Competencias (EBC), contexto en el cual, además de promover la creación de estructuras cognitivas en el alumno, se busca el desarrollo de la autonomía e independencia del aprendizaje, así como el desarrollo de habilidades para cumplir e incluso superar los requerimientos laborales del entorno.

De acuerdo con Tobón³, las competencias son un enfoque para la educación y no un modelo pedagógico, ya que sólo se orientan en algunos aspectos específicos de la docencia, del aprendizaje y de la evaluación, como son:

- La integración de conocimientos, procesos cognoscitivos, destrezas, habilidades, los valores y las actitudes en el desempeño de actividades y problemas.
- La construcción de los programas de formación acorde con los requerimientos disciplinares, investigativos, profesionales, sociales, ambientales y laborales del contexto.
- La orientación de la educación por medio de estándares e indicadores de calidad en todos sus procesos.

En este sentido, de acuerdo con (Tobón, 2012) el enfoque de competencias puede llevarse a cabo desde cualquiera de los modelos pedagógicos existentes, o también desde una integración de ellos, lo cual implica comprometerse con una docencia de calidad, buscando asegurar el aprendizaje de los estudiantes

El concepto de competencias surge en la década de los setenta, ante la necesidad de educar y formar la mano de obra calificada (competencia laboral); sin embargo, para la década de los noventa el concepto se orienta hacia las competencias profesionales, en donde la capacidad de aprender se convierte en una cualidad básica y primordial en las empresas, ya que representa una posibilidad de desarrollo organizacional en el sector productivo. Por ello se da prioridad a dos tipos de aprendizaje estratégicos: la capacidad de aprender y el aprendizaje de saberes utilizables, fundamentos de las Competencias Profesionales.

En este sentido, el contexto de aplicación práctica de competencias profesionales en alumnos de TSU, implica el desarrollo de su capacidad de aprendizaje en escenarios reales, tangible en resultados de aprendizaje, para que en su contexto laboral desempeñe competentemente su trabajo, integrando y movilizándolo conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes para solucionar problemas propios de su ejercicio laboral.

En esta noción de competencias se integran los saberes⁴:

- SABER: Conocimiento teórico (dimensión disciplinaria).
- SABER HACER: Aplicación práctica de conocimiento para el desarrollo de habilidades y destrezas (dimensión profesional).
- SABER SER: Desarrollo o fortalecimiento de valores y actitudes en la interacción del medio social (dimensión personal).

De acuerdo con (Gallego, 1999), la integración de estos saberes conforma las Competencias Profesionales, definidas por él como "Procesos complejos en acción-actuación-creación para resolver y realizar actividades, aportando construcción y transformación de la realidad, integrando el saber ser, saber conocer y saber hacer, considerando requerimientos del entorno y necesidades personales para buscar el bienestar humano".

³ Tobón, Sergio. Talca: Proyecto Mesesup, 2006.

⁴ Tobón, 2008. Formación Basada en Competencias

Dada la dimensión y alcance del modelo, en la Universidad Tecnológica el enfoque educativo se orienta hacia la formación de Competencias Profesionales, lo cual implica el desempeño multidimensional para realizar con responsabilidad, actividades y resolver o proponer soluciones a problemas en diferentes contextos.

Para ello, las tendencias en los “saberes” que la Universidad gestiona constituyen verdaderos retos, para conducirlos hacia un modelo formativo que reintegre la visión académica, la profesional y la vital, que tenga un enfoque integrador y constructivo y que sea capaz de concebir la relación teoría-práctica, buscando espacios curriculares de integración y metodologías de aprendizaje y enseñanza, que propicien un acercamiento a la realidad profesional como vía para conseguir un aprendizaje significativo, constructivo y permanente, que le permita al alumno afrontar complejos retos y problemas en su vida profesional y personal.

Para esta gestión, Gómez (2002), propone tres metodologías para realizar trabajo por competencias:

- Trabajo por proyectos: Hay una situación problema para desarrollar procesos de aprendizaje y construcción de conocimiento, vinculados al contexto interno y externo de la Institución.
- Resolución de problemas: La solución de problemas permite la activación, promoción y valoración de los procesos cognitivos.
- Enseñanza para la comprensión: Desde la perspectiva de Perkins, implica organizar imágenes y la representación en diferentes niveles para lograr la comprensión por parte de los estudiantes.

Método de proyectos

Los métodos de proyectos y solución de problemas se basan en una filosofía pragmática, en la que es posible observar el aprendizaje derivado de un contacto directo con la realidad. Algunas bondades del método de proyectos utilizado como estrategia de aprendizaje son:

- El alumno toma mayor responsabilidad de su aprendizaje dado su contacto con proyectos reales.
- En este proceso de aprendizaje el alumno se ve obligado a integrar sus conocimientos y habilidades adquiridos en clase o en su entorno.
- El alumno aprende a investigar información que no tiene, en fuentes diversas, fidedignas y confiables, para atender situaciones reales presentadas durante el desarrollo del proyecto, orientando con ello, su formación hacia un aprendizaje integral, autónomo e independiente.
- El desarrollo de proyectos involucra a los estudiantes en actividades significativas sobre todo técnicas, útiles en su formación.
- El desarrollo de proyectos permite la integración y colaboración de sus compañeros, docentes y personal técnico especializado en la ejecución del proyecto.
- Los escenarios de aprendizaje en contextos reales para el desarrollo de proyectos representan un aliciente en el desarrollo de habilidades, adquisición de conocimientos y fortalecimiento de actitudes de los estudiantes, para su formación profesional.

Estas razones son las que justifican la aplicación del método de proyectos para el desarrollo de la competencia profesional en los estudiantes, mediante el perfeccionamiento de habilidades, conocimientos y destrezas, al involucrarse en la primera Instalación Fotovoltaica de la Institución.

La experiencia se coordina con el desarrollo de la asignatura Integradora 2 y con la empresa YRN-Solar, responsable del proyecto de Instalación de 118 paneles en la Institución.

La problemática que atiende este proyecto es el frecuente apagón de energía eléctrica del edificio del Área de Sistemas Informáticos de la Universidad, situación que provoca la interrupción frecuente o mala recepción del servicio de internet a la Institución, por este motivo la Autoridad competente de la Universidad aprueba la Instalación Fotovoltaica que alimente el Centro de carga de este edificio.

Bajo este contexto, la hipótesis central de esta propuesta para atender la problemática, presume que la puesta en marcha de la Instalación fotovoltaica (IFV) interconectada a la red, de acuerdo a lineamientos especificados en estándar de competencia EC-0586, suministrará de manera inmediata el consumo de energía que requiere este edificio, y al mismo tiempo se espera que el costo por consumo de energía en la Institución disminuya de manera gradual en los recibos sucesivos de CFE.

El desarrollo del proyecto, se ejecuta enfocando las actividades hacia el desarrollo de la competencia profesional bajo las siguientes etapas:

- Selección del tema y definición del producto de aprendizaje a generar.
- Formación de equipos y planificación de actividades con desarrollo de saberes indicados en la hoja de asignatura de la materia Integradora 2.
- Ejecución de su proyecto e investigación de información necesaria para su producto de aprendizaje.
- Elaboración del producto de aprendizaje y seguimiento de proyecto a través de la retroalimentación de su información.
- Presentación, evaluación del producto y autoevaluación del desempeño.

Objetivo principal de la experiencia de aprendizaje

Contribuir a la formación de la competencia profesional del perfil de egreso de alumnos TSU de Energías Renovables Área Solar, mediante la generación de productos de aprendizaje propios de la Instalación Fotovoltaica realizada en instalaciones de la Universidad Tecnológica de Aguascalientes.

Objetivos específicos

- Adquirir de conocimientos técnicos específicos (SABER), con base a lineamientos establecidos en el EC-0586.1 y normatividad vigente, a través de la participación activa de los estudiantes en la primera Instalación Fotovoltaica de la Institución.
- Desarrollar habilidades técnicas de la función de instalador fotovoltaico (SABER HACER), con base a lineamientos establecidos en el EC-0586.1 a través de la participación activa de los estudiantes en la primera Instalación Fotovoltaica de la Institución.
- Fortalecer de actitudes de la competencia profesional (SABER SER), durante el desarrollo de la Instalación Fotovoltaica

Competencia profesional de egreso

Desarrollar sistemas fototérmicos y fotovoltaicos con base en los requerimientos de la industria y la sociedad para contribuir a satisfacer con la demanda de energía y disminuir el impacto ambiental.

Metodología

Existen diversas metodologías para desarrollar la estrategia de aprendizaje bajo el Aprendizaje Basado en Proyectos, en esta ocasión de acuerdo a la naturaleza del proyecto se desarrolla en las siguientes etapas:

A. Selección del tema y definición del producto final

De común acuerdo con el proveedor y con base a su experiencia técnica, se definen cuatro proyectos con su respectivo producto a generar, durante el tiempo en el que se realiza la IFV, los cuales se indican en la sección de Resultados.

B. Formación de equipos y planificación de actividades (con desarrollo de saberes indicados en la hoja de asignatura de la materia Instalaciones Fotovoltaicas)

Se conforman equipos de dos o tres personas y se da oportunidad de elegir el tema de su interés. Por equipo, se establecen el plan de actividades para el desarrollo de su Reporte de la asignatura y el desarrollo del Producto final.

#	Actividad	Semana 1 - Actividades Finales (10/01/2020)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Selección del tema y definición del producto final															
2	Formación de equipos y planificación de actividades															
3	Selección del tema y definición del producto final															
4	Formación de equipos y planificación de actividades															
5	Selección del tema y definición del producto final															
6	Formación de equipos y planificación de actividades															
7	Selección del tema y definición del producto final															
8	Formación de equipos y planificación de actividades															

Tabla 1 Cronograma de actividades

Fuente: Elaboración propia

C. Ejecución de su proyecto e investigación de información necesaria para su producto.

Para atender la prioridad del proyecto, respecto al desarrollo de habilidades para la formación de la competencia profesional, se involucra a los TODOS los estudiantes en todas las etapas de la instalación, con la finalidad de que identifiquen y desarrollen de manera precisa su resultado de aprendizaje. Para ello de común acuerdo se establece con el proveedor un horario de ejecución de actividades. Las siguientes son algunas ilustraciones que muestran la participación de los alumnos en el desarrollo del proyecto.

La Figura 1, muestra la participación de los alumnos en la primera etapa de la instalación, en la cual el proveedor, una vez que analiza la superficie, diseña las cadenas o strings de la instalación, posteriormente analiza la orografía de la superficie, fabrica y coloca estructuras metálicas (comúnmente llamadas tacones) para la nivelación de la superficie donde se coloca la estructura metálica que soporta la instalación fotovoltaica.



Figura 1 Trazo para colocación de rieles de estructura metálica

Fuente: Elaboración propia

Una vez que se realiza la nivelación y colocación de la estructura metálica que soporta los módulos fotovoltaicos, el proveedor instruye a los alumnos sobre la importancia y la forma de realizar la medición de parámetros de amperaje y voltaje en corto circuito de cada uno de los módulos fotovoltaicos, como se muestra en la Figura 2. Cabe mencionar que estos parámetros quedan registrados en una base de datos para control del sistema.



Figura 2 Medición de parámetros eléctricos en módulos

Fuente: Elaboración propia

Con base al diseño de strings y una vez colocada la estructura de aluminio anodizado, en la Figura 3, se muestra la colaboración de los alumnos en la colocación y sujeción de los módulos fotovoltaicos.



Figura 3 Instalación de módulos
Fuente: Elaboración propia

Una actividad importante durante la colocación de módulos fotovoltaicos es la alineación de éstos a lo largo de la estructura de aluminio anodizada, donde el panel debe colocarse simétrica y alineadamente en la parte superior e inferior de la estructura, cuidando la estética de la formación de strings (cadenas), como se muestra en la Figura 4.



Figura 4 Alineación de módulos
Fuente: Elaboración propia

Después de colocar los módulos fotovoltaicos sobre la estructura de aluminio, los alumnos realizan las conexiones entre éstos (Figura 5) para conectar las cadenas o strings diseñadas desde la primera etapa.



Figura 5 Conexión de módulos
Fuente: Elaboración propia



Figura 6 Instalación de cable e inversores
Fuente: Elaboración propia



Figura 7 Conexión a centro de carga
Fuente: Elaboración propia



Figura 8 Instalación terminada
Fuente: Elaboración propia

- D. Elaboración del producto y seguimiento de proyecto a través de la retroalimentación de su información

Semanalmente se realiza una revisión de los avances de su Reporte del proyecto y de su producto a entregar.

- E. Presentación, evaluación del producto y autoevaluación del desempeño.

Al final del cuatrimestre se programa una presentación formal de su producto, que se expone en el idioma inglés, ante en el director de la Carrera de Energías, el docente de la asignatura y personal de la empresa YRN-Solar.

Resultados

Productos de aprendizaje

Los productos que se desarrollan y se generan durante la IFV son los siguientes:

- Manual de procedimientos para instalación de estructuras de todos los componentes de un Sistema Fotovoltaico.
- Manual de Procedimientos para realizar conexiones de componentes eléctricos en la IFV.
- Manual de consulta y seguimiento para realizar los trámites ante Comisión Federal de Electricidad (CFE).
- Manual de consulta de Normatividad vigente para una Instalación Fotovoltaica.

Desarrollo de saberes y competencia profesional

Considerando los objetivos planteados en esta experiencia didáctica, se muestran a continuación, algunas opiniones de los alumnos, respecto a los aprendizajes de los diferentes saberes identificados por ellos:

Saber (Conocimientos)

- Con la colaboración de esta instalación me di cuenta de lo importante que es colocar adecuadamente la estructura para un arreglo fotovoltaico. Es el soporte de los paneles, por lo que si no se ajustan bien las bases, existe el riesgo de que todo colapse. Eso supone una gran pérdida económica, pues hay una gran inversión que se tiene de todo el sistema y el resultado sería fatal
- Si el ángulo de inclinación más óptimo es de 21° y se coloca la estructura de manera que al momento de instalar los paneles, no se llegue al ángulo deseado, el panel tendrá pérdidas significativas en cuanto al aprovechamiento de la luz solar, y los resultados esperados no se cumplirán.

- Si esto no se hace con detenimiento puede llegar a provocar algún daño en la estructura o a un panel, en pocas palabras la parte de conexión si se hace bien puede ser la parte más rápida de la instalación fotovoltaica.

Saber hacer (Habilidades)

- Es mi primera experiencia en este campo y en verdad lo que me deja es conocer que, aunque la teoría salga bien, la practica siempre te deja en claro que no hay modelos lineales, siempre hay complicaciones, bastante variables, pero a pesar de todo eso si las cosas se hacen bien con paciencia compromiso y dedicación se pueden lograr grandes cosas como la instalación realizada.
- De cierta manera, el realizar una correcta forma de instalar con normativas y certificaciones te proyecta como empleado hacia la excelencia poniendo en alto el nombre de la empresa y haciendo que el trabajo hable por sí mismo.
- Considero que este proyecto trajo consigo mucho conocimiento. Tal vez emplear herramientas sea de lo más básico, pero aprendí cuándo y cómo usarlas en una instalación.
- Fue un poco más educativo poder ver el cómo se realizan las conexiones a diferencia de lo que se ve de manera teórica en las clases ya que por lo visto no es solo poner cables, hay que saber poncharlos y asegurarse que estén bien sujetos a las pastillas o a los portafusibles.

Saber ser (actitudes)

- Además de todo lo relacionado con el dimensionamiento, los procedimientos para elaborar cada una de las cosas y buscar soluciones óptimas, es decir, todo lo técnico y que se relaciona con la carrera, está el trabajo en equipo. Creo que es una de las cosas más importantes que se vio durante la elaboración de todo el proyecto.

- Se vio que una pequeña riña podía retrasar toda una etapa, y que trabajando como equipo se obtenían resultados favorables. Cuando sea hora de salir al campo laboral, no va a importar tanto los conocimientos que tenemos, sino la forma eficaz de comunicarse con los demás para llegar a un fin común.
- Una de las partes más importantes es conocer que el trabajo en equipo es fundamental dentro de una instalación.

Contribución al desarrollo de la Competencia Profesional

- Una oportunidad como esta le vino bien a todo el grupo, pues ahora tenemos más conocimientos generales de cómo elaborar una instalación fotovoltaica.
- Tenemos ya el aprendizaje de cómo se realiza una Instalación y lo mejor es que fue en nuestra Universidad lo que facilitó involucrarnos en el proceso de la instalación.
- Durante el proyecto aprendí y conocí cada uno de los elementos que forman un sistema fotovoltaico y las conexiones que deben llevar, de igual manera el estar colaborando en un proyecto de tal magnitud me permitió entender lo diferente que es realizar una conexión práctica.
- La experiencia de la primera instalación fotovoltaica fue muy enriquecedora, ya que uno se empapa de nuevos conocimientos técnicos y prácticos que se realizan en cada paso de una instalación fotovoltaica.

Agradecimiento

Se extiende un especial agradecimiento a la TSU en ERAS Montserrat Galindo Saucedo de la empresa YRN-Solar y a todo su equipo colaborador, por el apoyo en la planeación, la colaboración y asesoría técnica a los estudiantes durante la ejecución del proyecto.

Conclusiones

La planeación de experiencias de aprendizaje, mediante el desarrollo de proyectos reales es el escenario ideal para involucrar a los estudiantes en las funciones propias de su formación profesional.

La inclusión de estudiantes de Energías Renovables Área Solar, como colaboradores en el desarrollo de proyectos reales de Instalaciones fotovoltaicas, les permite desarrollar sus habilidades, ampliar sus conocimientos y fortalecer sus actitudes sobre todo de colaboración para llevar a buen término la Instalación.

La participación de los estudiantes del quinto cuatrimestre en el proyecto de IFV, permitió que los alumnos identificaran, adquirieran y reforzaran sus habilidades, conocimientos y actitudes para llevar a en término el proyecto, situación que generó confianza en su competencia profesional para incorporarse a los proyectos de estadía de su último cuatrimestre.

A opinión de los estudiantes, el mayor impacto del desarrollo del saber fue el de la tolerancia y trabajo en equipo.

Las actitudes de tolerancia, respeto, responsabilidad, compromiso y trabajo en equipo fueron la razón principal para que la empresa eligiera a 4 personas para realizar su proyecto de estadía.

Recomendaciones

Se recomienda que esta estrategia de aprendizaje se programe permanentemente en el quinto cuatrimestre de la carrera, ya que esta experiencia mostró que es una excelente oportunidad para fortalecer la competencia profesional y preparar a los estudiantes para el desarrollo de su proyecto de estadía en el último cuatrimestre de TSU.

Referencias

Gallego, R. (1999). *Competencias cognitivas*. Bogotá : Magisterio.

Gómez, E. (2002). *Lineamientos pedagógicos para una educación por competencias. Capitulo del libro: El concepto de competencia II. Una mirada Interdisciplinar*. Santa fe de Bogotá: Sociedad Colombiana de Pedagogía.

Tobón, S. (2008). *Formación basada en Competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica*. Bogotá: ECOE EDICIONES.

Tobón, S. (12 de Mayo de 2012). *Maristas.org.mx*. Obtenido de https://maristas.org.mx/gestion/web/doctos/aspectos_basicos_formacion_competencias.pdf

Plataforma educativa para desarrollo de sistemas de software radio mediante modulación QPSK en Octave y Arduino

Educational platform for software radio system development through QPSK modulation in Octave and Arduino

SILVA-CRUZ, Eric Mario†*, CABALLERO-JULIÁN, Franco Gabriel, PÉREZ-SOLANO, Miguel Ángel y PÉREZ-OJEDA, Cristian

Instituto Tecnológico de Oaxaca, México.

ID 1^{er} Autor: *Eric Mario, Silva-Cruz* / ORC ID: 0000-0002-0496-9682, CVU CONACYT ID: 206891

ID 1^{er} Coautor: *Franco Gabriel, Caballero-Julián* / ORC ID: 0000-0002-5924-7759, CVU CONACYT ID: 88993

ID 2^{do} Coautor: *Miguel Ángel, Pérez-Solano* / ORC ID: 0000-0001-8300-0935

ID 3^{er} Coautor: *Cristian, Pérez-Ojeda* / ORC ID: 0000-0003-4414-6231

DOI: 10.35429/JOTE.2020.12.4.22.31

Recibido 20 de Abril, 2020; Aceptado 30 de Junio, 2020

Resumen

Hoy en día, el desarrollo de sistemas de radio basado en software ha permitido la transmisión de datos a altas velocidades y frecuencias en el orden de Gigahertz (Jovanovic, 2018). Para esto, el sistema digital se caracteriza por emplear técnicas de modulación digital en software mediante símbolos de transmisión en la etapa Digital-End, usando conversores digital-analógico (DAC) y analógico-digitales (ADC) para variar la frecuencia de muestreo y transmitir los datos en el Front End, (Chien, 2001). Este trabajo presenta una plataforma educativa digital para simular las características de un sistema de Software Radio y no está relacionada a una plataforma web educativa. La presente investigación se enfoca en la caracterización de señales moduladas mediante Octave considerando en primera instancia la modulación en cuadratura QPSK, en donde la transmisión de la señal modulada se realiza mediante la tarjeta Arduino en un puerto digital, con una aproximación digital - analógica (DAC) utilizando modulación PWM, un filtro RC y un circuito amplificador, los cuales sintetizan la señal considerando las limitaciones de la tarjeta Arduino. El diseño propuesto presenta una plataforma electrónica que permitirá el entendimiento de los sistemas de radio basados en software.

Software Radio, Octave, Arduino

Abstract

Nowadays, the development of software radio based systems has allowed the transmission of data at high speeds and frequencies in the order of Gigahertz (Jovanovic, 2018). For this, the digital system is characterized by using digital modulation techniques in software through transmission symbols in the Digital-End stage, applying digital-analog (DAC) and analog-digital (ADC) converters to vary the sampling frequency and transmit the data in the Front End, (Chien, 2001). This work presents a digital educational platform to simulate the characteristics of a Software Radio system and not a web platform. The present investigation is focused on the characterization of signals modulated by Octave considering in the first instance the quadrature modulation QPSK, where the transmission of the modulated signal is carried out by means of the Arduino board in a digital port, with a digital-analog approach (DAC) using PWM modulation a RC filter and an amplifier circuit, which synthesize the signal considering the limitations of the Arduino board. The proposed design presents an electronic platform that will allow the understanding of software-based radio systems.

Software Radio, Octave, Arduino

Citación: SILVA-CRUZ, Eric Mario, CABALLERO-JULIÁN, Franco Gabriel, PÉREZ-SOLANO, Miguel Ángel y PÉREZ-OJEDA, Cristian. Plataforma educativa para desarrollo de sistemas de software radio mediante modulación QPSK en Octave y Arduino. Revista de Educación Técnica. 2020. 4-12:22-31.

* Correspondencia del Autor (Correo Electrónico: eric.cruz@itoaxaca.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Los sistemas de radio comunicación definidos por Software (SDR) o Software Radio, son implementados con sistemas digitales basadas en microprocesadores o sistemas embebidos, los cuales permiten realizar modulaciones digitales y el tratamiento de la señal aplicando técnicas de procesamiento digital de señales, esta característica permitió sustituir los sistemas analógicos tradicionales, (Chien, 2001).

Los sistemas de comunicaciones basados en Software Radio se pueden implementar en microcontroladores, microprocesadores o bien en sistemas reconfigurables como lo son los campos de arreglos de compuertas reprogramables (FPGA), mediante estos dispositivos es posible implementarse algoritmos a frecuencias de reloj en el orden de Mega-hertz, (Biyoghe, 2017).

Los requerimientos para el diseño de este tipo de plataformas de hardware requieren una inversión alta para realizar todos los procesos que realiza un sistema de comunicación, por lo cual, se requieren de sistemas que operan a altas frecuencias y que además sea posible sintetizar la señal modulada. Así mismo, aplicar técnicas digitales para variar la tasa de muestreo en la adecuación y tratamiento digital de la señal (Harris, 2004), lo cual es definido en el sistema de comunicación digital como Digital-End, (Harada, 2002). El proceso para enviar la señal del Digital-End al canal de comunicaciones requiere de la conversión Digital Analógica, así como el uso de dispositivos analógicos en la etapa del sistema que es conocida como Front-End, tal como se muestra en la figura 1.

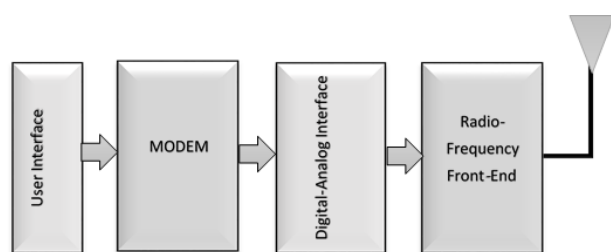


Figura 1 Digital-End y Front-End

Fuente: Chien C. (2001)

Planteamiento del problema

En la actualidad existen una gran variedad de dispositivos para realizar la transmisión de señales, los cuales pueden sintetizar sistemas de comunicaciones básicos, permitiendo realizar procesos de obtención de señales, procesamiento y acondicionamiento de la señal, (Proakis, 2013).

Existen en el mercado sistemas electrónicos que permiten generar y analizar técnicas de modulación analógicas, como son la modulación AM y FM, sin embargo, no existen elementos educativos para generar sistemas de modulación digitales, en los cuales sea posible simular un sistema digital, siendo únicamente posible mediante el empleo de sistemas como los FPGA.

Los elementos básicos que requiere un sistema de Software Radio son; una fuente analógica de señal de datos acondicionada de forma digital con un ADC, un procesador que module los datos mediante técnicas digitales, en donde, la señal de información se adecua en constelaciones de grupos de bits, como es el caso de la modulación QPSK, estos elementos en conjunto definen la señal en el Digital - End del transmisor.

Una vez realizado el tratamiento de los datos, estos se acondicionan para ser enviados a través de un canal de comunicaciones, por medio de aplicar técnicas de conversión Digital-Analógico (DAC) y haciendo uso de la etapa de Front-End, la señal se adecua al medio mediante mezcladores de señal, amplificadores, acopladores de línea de transmisión o antena según sea el caso del canal de comunicación alámbrico o inalámbrico.

Posteriormente la señal emitida pasa a través del canal de comunicaciones y se recibe en el receptor, cuya función es adquirir la señal y digitalizarla a partir de una conversión analógica a digital (ADC). Con el propósito de recibir correctamente la señal emitida el muestreo se debe realizar correctamente cumpliendo el criterio de Nyquist-Shannon, para posteriormente demodular los datos, y de ser necesario dar tratamiento a la señal para obtener la señal de información originada en la fuente.

Propuesta de solución

En el presente artículo se propone el desarrollo de una plataforma que permita implementar sistemas de Software Radio básicos, mediante el cual pueda implementarse los procesos de acondicionamiento, procesamiento, transmisión y recepción de las señales digitales, las cuales son realizados en plataformas de desarrollo más complejas y costosas.

Para este propósito se parte de la idea de la implementación de un sistema de comunicaciones QPSK definido en (Pérez, 2017), en donde se considera la transmisión digital de una señal QPSK mediante una simulación de datos en la tarjeta Arduino Uno y la generación de señales en MATLAB, sin embargo, el proceso de diseño considera al sistema Arduino como elemento de procesamiento de la señal.

El sistema de software radio que aquí se propone consiste en definir el Digital End del transmisor y receptor a la programación mediante el software Octave y considerar a la tarjeta Arduino como un elemento de acondicionamiento de señal en el transmisor y receptor simulando el Front-End del sistema Software Radio, y que mediante esta configuración se considere una plataforma reconfigurable, la cual es la característica principal de los sistemas basados en Software Radio.

En la sección de metodología a desarrollar se explica brevemente las partes que integran la plataforma de Software Radio basada en Octave y Arduino. Para el diseño de la plataforma, en la sección de Desarrollo se definen los conceptos y los elementos utilizados para caracterizar e implementar el sistema.

Metodología

La metodología de diseño para realizar la plataforma de Software Radio basada en Octave y Arduino se caracteriza por los siguientes elementos:

- Los datos binarios se modulan digitalmente en QPSK mediante la agrupación de pares de bits para generar los símbolos a transmitir en Octave.
- Los valores de la señal analógica a transmitir se acondicionan mediante el escalamiento de valores negativos a positivos únicamente, esto debido a la característica de la señal a transmitir.
- Se modula por ancho de pulso (PWM) la señal para ser transmitida a través de un puerto digital de Arduino y así pueda ser emitida al canal de comunicación.
- Se modela un circuito que permita aproximar a una conversión Digital-analógica usando una configuración Resistiva Capacitiva (RC) y un Amplificador Operacional.
- La señal será recibida en un puerto analógico del Arduino, en donde se realizará la conversión analógica a digital mediante la resolución del ADC interno.
- Los datos obtenidos por el firmware instalado en Arduino se enviarán al puerto serial a Octave para comparar la señal transmitida y recibida.

Desarrollo

a) Octave

El entorno de programación Octave está basado en el sistema de programación MATLAB, siendo esta su versión libre. Este software nos permite caracterizar algoritmos de programación mediante algebra lineal para el procesamiento digital de señales (DSP), al realizar operaciones con vectores y matrices para determinar el comportamiento de los datos y señales aplicadas en diversas áreas de la ingeniería, (Quarteroni, 2006).

En la plataforma de programación Octave se genera la señal QPSK mediante la cual se adecuan los datos binarios a señales sinusoidales a transmitir. En el receptor Octave obtiene la señal analógica a partir de la señal de Arduino y reconstruye la señal que se generó en el transmisor. La conectividad de Octave y Arduino se realiza de forma serial (Margolis, 2011), lo cual representa una ventaja para el envío y procesamiento de señales en el diseño de la plataforma.

Las técnicas de procesamiento digital de señales son implementadas mediante algoritmos programables que se implementan en circuitos digitales combinacionales y secuenciales.

b) Modulación QPSK

La señal QPSK se define mediante la ecuación 1, en donde cada elemento a transmitir corresponde a un símbolo:

$$S_n(t) = \sqrt{\frac{2E_s}{T_s}} \sin\left(2\pi f_c t + (2n - 1)\frac{\pi}{4}\right) \quad (1)$$

Donde:

s_n : Símbolo modulado, $n \in \{1,2,3,4\}$.

f_c : Frecuencia portadora.

E_s : Energía del símbolo.

T_s : Duración del símbolo.

Los datos digitales en grupos de bits son modulados mediante la representación de señal QPSK, la cual realiza una agrupación de pares de bits, figura 2, mismos que definen la señal en cuadratura con una constelación de 4 fases y se denotan por símbolos sinusoidales.

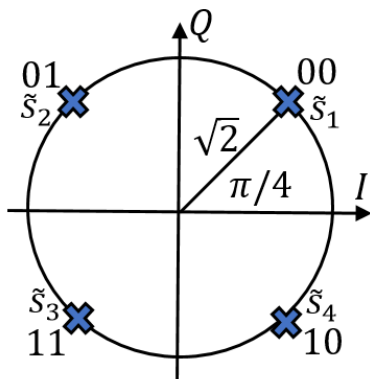


Figura 2 Constelación de Señal QPSK

Fuente: Chien C., (2001)

El diseño la señal binaria se representa en forma de señal sinusoidal con cambios de fase y representa la señal modulada a transmitir, considerando un receptor coherente con respecto a la fase.

c) Modulación por ancho de pulso (PWM)

Una vez que se ha realizado la modulación en Octave el proceso siguiente es adecuar la señal digital al canal de comunicación, lo cual se logra mediante una modulación PWM, en donde se tiene una modulación por ancho de pulso que corresponde a una señal rectangular cuyo ciclo de trabajo varía y representa una aproximación a una señal sinusoidal en términos de potencia, (Goldberg, 1999).

En la metodología de diseño, la señal PWM únicamente emplea valores positivos para modular la señal, (Intel® Quark, 2015), la cual se asemeja a una Look-up Table (LUT). Por lo cual cada valor a transmitir en QPSK debe ajustarse a valores positivos y caracterizar la señal PWM, y así poder ser transmitida en el puerto digital de la tarjeta Arduino.

d) Transmisor Arduino.

Arduino UNO es una plataforma electrónica que permite realizar la adecuación de la señal al canal de comunicación alámbrico, mediante el uso de sus puertos analógicos y digitales, plataforma que emplea como base un sistema microcontrolado ATmega.

La versión UNO de Arduino únicamente posee puertos de entrada Analógicos en donde se realiza una conversión Analógica a Digital con una resolución de 10 bits, los cuales permiten una codificación de 1024 datos en forma digital, que se adecua a los propósitos de diseño de la plataforma.

En lo que corresponde a los puertos digitales, Arduino no ofrece las características de conversión Analógica a Digital, sin embargo, posee la modulación PWM con una resolución de 8 bits a diferentes intervalos de frecuencia y para el diseño de la plataforma propuesta nos permite sintetizar los datos a señales analógicas, dicha operación de sintetizado puede realizarse con otros microcontroladores (Intel® Quark, 2015), esto al conectar en serie la señal de salida del puerto a un circuito RC y un amplificador Operacional.

e) Circuito de Filtrado

El diseño mediante una modulación PWM y un circuito de filtro RC nos permite hacer una aproximación a la señal obtenida mediante un conversor Digital Analógico, existiendo una amplia variedad de circuitos y configuraciones que realizan esta operación, entre los cuales encontramos los arreglos:

- Circuito PWM y filtro RC.
- Circuito PWM y filtro RC con amplificador operacional.

Al ser filtrada la señal con el arreglo correspondiente, se obtiene una señal Analógica adecuada en términos de voltaje, y será la señal que recibirá el Arduino Receptor, con un voltaje de 0 a 5V en uno de sus puertos analógico del, tal como se observa en la figura 3.

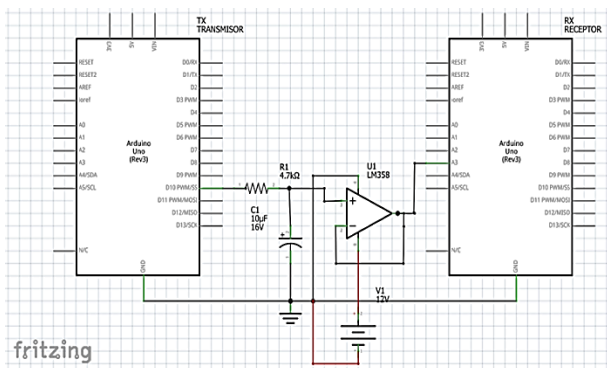


Figura 3 Transmisor y Receptor Front-End con Arduino. generado en Fritzing
Fuente: Elaboración propia

f) Receptor Arduino

El Arduino receptor adquiere la señal en uno de sus puertos digitales y la adecua mediante su conversor Analógico digital, considerando que la señal PWM son los valores codificados y que pueden ser leído e interpretados mediante un firmware.

g) Firmware en Arduino

Los procesos de configurar, transmitir, adecuar e interpretar la señal que se transmite y envía son llevados a cabo mediante un software instalado en la tarjeta Arduino y programando mediante la interfaz del entorno de desarrollo (IDE) de Arduino, se denomina firmware debido a que el programa al instalarse no se puede modificar cuando está en ejecución, sin embargo, es reprogramable.

A continuación, se presenta el código firmware para el Arduino Transmisor:

```
int pwmOut = 10.
```

```
float val=0.
```

```
float valr=0.
```

```
Byte.
```

```
valx504[]={217,192,163,131,99,69,43,
2,7,0,1,10,26,49,76,107,139,170,199,222,240,
51,254,249,237,217,192,163,131,99,69,43,22,7,
0,1,10,26,49,76,107,139,170,199,222,240,251,2
54,249,237,217,192,163,131,99,69,43,22,7,0,1,
10,26,49,76,107,139,170,199,222,240,251,254,
249,237,217,192,163,131,99,69,43,22,7,0,1,10,
26,49,76,107,139,170,199,222,240,251,254,249
,237,217,217,237,249,254,251,240,222,199,170
,139,107,76,49,26,10,1,0,7,22,43,69,99,131,163
,192,217,237,249,254,251,240,222,199,170,139
,107,76,49,26,10,1,0,7,22,43,69,99,131,163,192
,217,237,249,254,251,240,222,199,170,139,107
,76,49,26,10,1,0,7,22,43,69,99,131,163,192,217
,237,249,254,251,240,222,199,170,139,107,76,
49,26,10,1,0,7,22,43,69,99,131,163,192,217,37,
17,5,0,3,14,32,55,84,115,147,178,205,228,244,
253,254,247,232,211,185,155,123,91,62,37,17,
5,0,3,14,32,55,84,115,147,178,205,228,244,253
,254,247,232,211,185,155,123,91,62,37,17,5,0,
3,14,32,55,84,115,147,178,205,228,244,253,25
4,247,232,211,185,155,123,91,62,37,17,5,0,3,1
4,32,55,84,115,147,178,205,228,244,253,254,2
47,232,211,185,155,123,91,62,37,37,62,91,123,
155,185,211,232,247,254,253,244,228,205,178,
147,115,84,55,32,14,3,0,5,17,37,62,91,123,155,
185,211,232,247,254,253,244,228,205,178,147,
115,84,55,32,14,3,0,5,17,37,62,91,123,155,185,
211,232,247,254,253,244,228,205,178,147,115,
84,55,32,14,3,0,5,17,37,62,91,123,155,185,211,
232,247,254,253,244,228,205,178,147,115,84,5
5,32,14,3,0,5,17,37,217,237,249,254,251,240,2
22,199,170,139,107,76,49,26,10,1,0,7,22,43,69,
99,131,163,192,217,237,249,254,251,240,222,1
99,170,139,107,76,49,26,10,1,0,7,22,43,69,99,1
31,163,192,217,237,249,254,251,240,222,199,1
70,139,107,76,49,26,10,1,0,7,22,43,69,99,131,1
63,192,217,237,249,254,251,240,222,199,170,1
39,107,76,49,26,10,1,0,7,22,43,69,99,131,163,1
92,217}; // QPSK signal simulation
```

```
int delayt=50;
```

```
void setup()
```


Tomando en consideración las ecuaciones de diseño de los símbolos, a continuación, se muestra el código de simulación de Octave para el sistema QPSK y los datos a transmitir.

```
%% simulacion senal QPSK en octave
```

```
pkg load signal
```

```
paso = 0.0001;
```

```
tb = 0:paso:1;
```

```
n = 10;
```

```
bits = randi(1,n);
```

```
for i = 1:n
```

```
bits(1,i)=0;
```

```
bits(5,i)=0;
```

```
bits(6,i)=0;
```

```
bits(8,i)=0;
```

```
end
```

```
figure(1);
```

```
stem(bits);
```

```
title('Bits a transmitir');
```

```
A = (2)^0.5;
```

```
Tc = 1/2;
```

```
fc = 1/Tc;
```

```
wc = 2*pi*fc;
```

```
sym1 = A*sin(wc*2*tb+5*pi/4); % 00
```

```
sym2 = A*sin(wc*2*tb+3*pi/4); % 01
```

```
sym3 = A*sin(wc*2*tb+7*pi/4); % 10
```

```
sym4 = A*sin(wc*2*tb+pi/4); % 11
```

```
figure(2);
```

```
subplot(2,2,1); plot(sym1); title('00');
```

```
subplot(2,2,2); plot(sym2); title('01');
```

```
subplot(2,2,3); plot(sym3); title('10');
```

```
subplot(2,2,4); plot(sym4); title('11');
```

```
mod = [];
```

```
for i=1:2:n-1
```

```
if(bits(i) == 0 && bits(i+1)==0) mod = [mod sym1];
```

```
elseif (bits(i) == 0 && bits(i+1)==1) mod = [mod sym2];
```

```
elseif (bits(i) == 1 && bits(i+1)==0) mod = [mod sym3];
```

```
elseif (bits(i) == 1 && bits(i+1)==1) mod = [mod sym4];
```

```
end
```

```
end
```

```
figure(3);
```

```
plot(mod);
```

```
lenmod=length(mod)
```

```
title('Señal Modulada');
```

```
A=90;
```

```
y = round(A*mod)+127;
```

```
figure(4)
```

```
subplot(211)
```

```
plot(mod)
```

```
subplot(212)
```

```
plot(y)
```

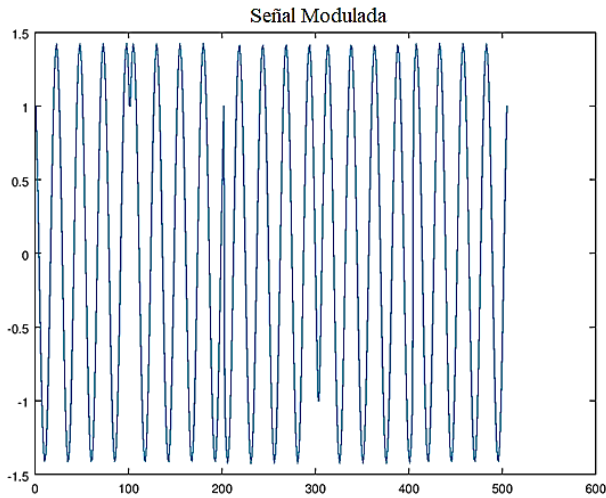


Gráfico 2 Señal QPSK transmitida en Octave
Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenida la señal modulada QPSK se realiza la adecuación al puerto digital mediante la modulación PWM. La señal PWM generada es una codificación de la señal sinusoidal con cambios de fase que depende de un contador para obtener la conversión a la frecuencia mínima de la señal de información, ver Gráfico 3.

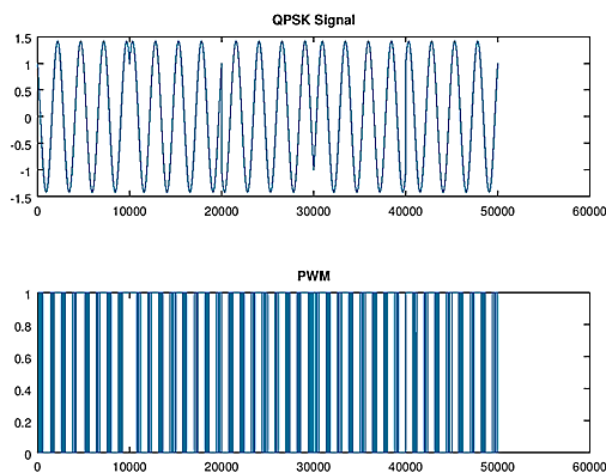


Gráfico 3 Señal QPSK sintetizada con PWM en Arduino
Fuente: Elaboración propia

La señal modulada PWM se transmite en el puerto digital de Arduino, en este caso se eligió el pin digital 10. Este puerto conecta al circuito RC y amplificador que realiza la conversión a una señal analógica DAC, debido a los valores que representa la señal PWM, considerando un valor de conversión de 5V, el cual representa un valor aceptable en la entrada analógica del sistema Arduino en su puerto A3. Para obtener los datos de Octave a Arduino se realiza un acceso al puerto serial mediante un emulador, en este caso el software Virtual Serial Port Emulator, ver Gráfico 4.

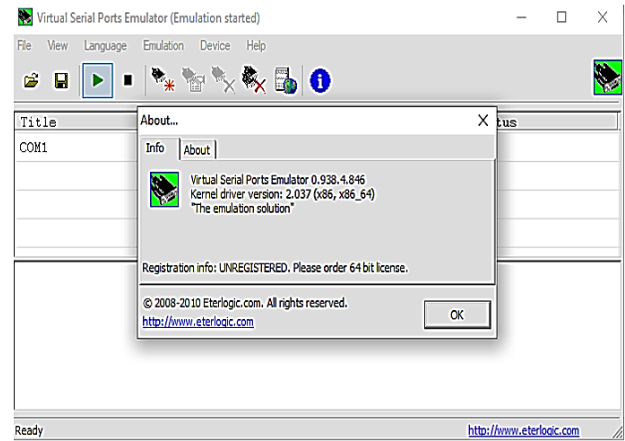


Gráfico 4 Virtual Serial Port Emulator
Fuente: Elaboración propia

La señal obtenida con el código en Octave para acceder al puerto serial se observa en el Gráfico 5. En donde la simulación en Octave nos permite obtener la señal enviada mediante el siguiente código:

```
clc;clear all;close all;

pkg load instrument-control

pkg load signal

s1 = serial("\\\\.\\COM1") % Open the
virtual port

srl_flush(s1)

y_temp = cell(10,1)

y = 0

while true

for i = 1:10

y_serial =
str2num(char(srl_read(s1,10)))

y_temp{i,1} = y_serial

endfor

y = cat(1, y, y_temp{1:10})

plot(y)

%pause(1) % realiza una medición
continua de datos

endwhile
```

```
srl_close(s1)
```

```
fclose(s1);
```

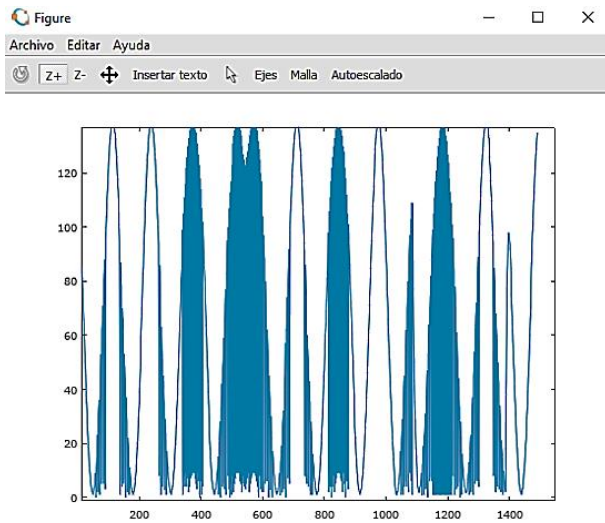


Gráfico 5 Señal QPSK recibida en Octave

Fuente: *Elaboración propia*

Para el diseño del firmware del transmisor y receptor se deben tener ciertas consideraciones, entre la cuales se encuentra la velocidad de transmisión y recepción de datos, las cuales son requeridas para definir la frecuencia de generación de datos con PWM. Así mismo en el receptor debemos considerar la resolución del puerto que realiza la conversión ADC y muestrear correctamente la señal, esto considerando que la reconstrucción de la señal PWM la realizará el puerto analógico de Arduino Uno y se utilizará un receptor coherente, en donde la fase de la señal esta sincronizada.

Conclusiones

La presente investigación muestra el diseño de una plataforma educativa de Software Radio, en la cual se puede realizar simulaciones e implementaciones de sistemas de comunicación digitales a un bajo costo, con la capacidad de transmitir datos mediante sistemas de modulación utilizando en sistemas alámbricos e inalámbricos, como es el caso de la modulación QPSK.

Se considera una plataforma educativa debido a la integración de elementos que puedan ser aplicados en laboratorios de ingeniería y prácticas de comunicaciones digitales, emulando la transmisión y recepción de señales que caracterizan el sistema de Software Radio utilizando Octave y Arduino. En donde se abarcan los temas de conversión ADC y DAC, empleando la idea de sintetizar los datos mediante un convertor Digital Analógico con PWM, tal como lo realizan sistemas más elaborados con FPGA y microprocesadores.

El puerto analógico del Arduino receptor con respecto a la resolución nos permite realizar la obtención de los datos enviados y ser obtenidos en el software Octave, en donde es posible realizar un tratamiento a la señal, la cual modifica sus características al pasar por el canal de comunicación.

Esta plataforma nos permitió comprobar algoritmos de transmisión y recepción de datos, codificación de canal, así como modificar el canal de transmisión mediante el acondicionamiento del canal utilizando el software Octave, el cual representa una herramienta de desarrollo con un gran potencial al interactuar con la plataforma Arduino de forma serial.

Una de las limitaciones de esta plataforma es la velocidad de transmisión de los puertos y la lectura de los datos, así como la sincronización de la señal y estas son áreas de oportunidad para contribuir en el desarrollo de esta plataforma.

Así mismo se requiere el empleo de técnicas de procesamiento digital para tratar la señal de datos recibida, tal como observamos la señal contiene elementos no deseados debidos al canal de comunicaciones y al muestreo de la señal.

El desarrollo a futuro de la plataforma será realizar un sistema de filtrado digital para restringir la señal a los valores deseados, sincronizar y ecualizar la señal considerando canales de comunicaciones inalámbricos.

Referencias

Biyoghe J. S. (2017). *Design and implementation of a high data rate QPSK demodulator for Nanosatellites*, (Tesis de Maestría), Faculty of Engineering at the Cape Peninsula University of Technology, Bellville Campus.

Chien C. (2001). *Digital Radio Systems, Systems on a Chip, A Systems Approach*. Rockwell Science Center. Kluwer Academic Publishers.

Goldberg, B. G. (1999). *Digital frequency synthesis demystified*, LHH Technology Publishing.

Harada H. & Prasad R. (2002). *Simulation and Software Radio for Mobile Communications*, Universal Personal Communications.

Harris, F. J. (2004). *Multirate signal processing for communications systems*. New Jersey, USA: Prentice Hall.

Intel® Quark (2015), *Direct Digital Synthesis on the Intel® Quark™ microcontroller D1000*, White Paper. Recuperado de <http://www.intel.com/design/literature.htm>

Jovanovic, D. G. (Ed.). (2018). *Advances in Multirate Systems*, Mexico, Editorial Springer International Publishing.

Margolis M. (2011). *Arduino Cookbook*. O'Reilly Media, Inc.

Pérez A. L. (2017). *Diseño de un transmisor y un receptor digital en Arduino, basados en la modulación de señales digitales*. (Tesis de Grado de Licenciatura). Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Universidad de Sevilla, Sevilla España.

Proakis J. G. & Salehi M. & Bauch G. (2013). *Contemporary Communication Systems Using MATLAB®*, Third Edition, Cengage Learning.

Quarteroni A. & Saleri F. (2006). *Cálculo Científico con MATLAB y Octave*, Springer-Verlag.

Evaluación comparativa de los resultados de la aplicación del cuestionario del estilo de aprendizaje Honey-Alonso a estudiantes del área de las ciencias computacionales

Comparative evaluation of the Honey-Alonso learning styles questionnaire to computer science selected students

ESQUIVEL-SALAS, Abraham†*, ÁBILA-AGUILAR, Verence, MOLINA-WONG, María del Refugio y SALAS-GUZMÁN, Manuel Ignacio

Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte, México.

ID 1^{er} Autor: Abraham, Esquivel-Salas / ORC ID: 0000-0001-8258-8837, CVU CONACYT ID: 252850

ID 1^{er} Coautor: Verence, Ábila-Aguilar / ORC ID: 0000-0003-1530-7622, CVU CONACYT ID: 975536

ID 2^{do} Coautor: María del Refugio, Molina-Wong / ORC ID: 0000-0002-4935-6994, CVU CONACYT ID: 998827

ID 3er Coautor: Manuel Ignacio, Salas-Guzmán / ORC ID: 0000-0002-7039-2703, CVU CONACYT ID: 316159

DOI: 10.35429/JOTE.2020.12.4.32.40

Recibido 25 de Abril, 2020; Aceptado 30 de Junio, 2020

Resumen

En este artículo se hace un primer estudio que comprende el seguimiento de los estilos de aprendizaje de un grupo de estudiantes, durante el transcurso de su educación superior. El estudio se realizó a estudiantes del área de las Ciencias Computacionales, y consiste en hacer una evaluación comparativa de la aplicación del Cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje a un grupo de estudiantes, en tres instantes del trayecto de su carrera. En una primera instancia, los resultados demuestran un cambio en el estilo de aprendizaje de los estudiantes, posteriormente un análisis proporciona la naturaleza de ese cambio. El estudio presenta como limitante el tamaño de la muestra, pues los cuestionarios tuvieron que ser aplicados a los estudiantes seleccionados y a diferentes tiempos de sus estudios profesionales. El interés en profundizar el estudio sobre estilos de aprendizaje tiene como finalidad aumentar la comprensión en cómo ellos aprenden, y en la posibilidad de desarrollar herramientas que permitan, en medida de lo posible, influir en la motivación y personalización de su aprendizaje.

Estilos de aprendizaje, Educación superior, Entorno de aprendizaje

Abstract

In this article a first approach was made about the tracking of a student's learning styles preferences along their higher education. The investigation was applied to students of the Computer Science area, through a comparative evaluation of the Honey-Alonso Learning Styles Questionnaire to selected students, in three moments of their career path. In a first instance, the results show a change in the learning style of the students, later an analysis provides the nature of that change. The study presents the sample size as a limitation, because the tests had to be applied to the selected students and at different times of their professional studies. The interest for get knowledge about learning styles, aims to increasing the comprehension about how the students learn, and in the possibility of developing tools that allow, as far as possible, increasing the learning motivation and personalization.

Learning style, High education, Environment learning

Citación: ESQUIVEL-SALAS, Abraham, ÁBILA-AGUILAR, Verence, MOLINA-WONG, María del Refugio y SALAS-GUZMÁN, Manuel Ignacio. Evaluación comparativa de los resultados de la aplicación del cuestionario del estilo de aprendizaje Honey-Alonso a estudiantes del área de las ciencias computacionales. Revista de Educación Técnica. 2020. 4-12:32-40.

* Correspondencia del Autor (Correo Electrónico: abraham.esquivel@itszn.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Un reto del sector educativo consiste en la búsqueda constante de nuevas alternativas que faciliten el aprendizaje de los estudiantes de una manera eficiente y efectiva [Koc, 2005; Smith, 1997]. Cuando se introduce un entorno de aprendizaje que refuerza el estilo de aprendizaje de un estudiante, se incrementa el nivel de comprensión del material de estudio [Felder *et al.*, 1988; Gilbert and Han, 1999].

Tal vez, el mayor desafío de implementar adelantos tecnológicos en el ámbito educativo recae en la habilidad para crear entornos de aprendizaje con alto grado de personalización, adaptable a las necesidades del estudiante. El diseño de un entorno de aprendizaje adaptativo requiere de un Modelado de Usuario que actúe como contenedor de las capacidades cognitivas de cada estudiante, además de una estrategia asociada a una teoría cognitiva que tome en cuenta las diferencias individuales entre estudiantes, para lograr la adaptación del contenido [Brusilovsky, 2001]. El Modelado de Usuarios es una técnica efectiva, probada en múltiples situaciones [Self, 1990; Li *et al.*, 2011], lo que permite a un entorno de aprendizaje automatizado determinar la ruta de la experiencia de aprendizaje. En cuanto a la estrategia, puede ser tratada a través de los Estilos de Aprendizaje [Araújo *et al.*, 2020; Alfonseca *et al.*, 2006].

Antes de emprender la construcción de un entorno de aprendizaje con cierto grado de personalización (véase Descripción del Entorno de Aprendizaje Ubicuo), es necesario observar los resultados de la aplicación del Cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje y elaborar una clasificación a partir de los resultados.

En el siguiente apartado podrá encontrar el Modelo de aprendizaje elegido para realizar el estudio, posteriormente, el procedimiento, los resultados obtenidos, una discusión y finalmente las conclusiones y trabajo futuro.

Modelos de estilos de aprendizaje

Los modelos de estilos de aprendizaje clasifican a los estudiantes de acuerdo con su ubicación en una serie de escalas relacionadas con la forma en que reciben y procesan información.

Adicionalmente, cada modelo de estilo de aprendizaje cuenta con un instrumento de aprendizaje, lo que permite a los profesionales de la educación clasificar a los estudiantes de acuerdo con su forma preferida de aprender. Cinco modelos de estilos de aprendizaje son los más frecuentemente empleados [Coffield *et al.*, 2004], el Modelo de Estilo de Aprendizaje de Kolb [Kolb, 2007], el Modelo de Estilo de Aprendizaje de Honey y Mumford [Honey and Mumford, 1986], el Modelo de Estilo de Aprendizaje de Dunn y Dunn [Dunn and Dunn, 1974], la Teoría de Inteligencias Múltiples de Gardner [Gardner, 2011], y el Modelo de Estilo de Aprendizaje de Felder Silverman [Felder *et al.*, 1988]. El cuestionario utilizado para identificar los Estilos de Aprendizaje fue el Cuestionario de Honey-Alonso CHAEA [Alonso *et al.*, 1997]. Consta de 80 afirmaciones dividido en cuatro secciones correspondientes a los cuatro estilos de aprendizaje (activo, reflexivo, teórico y pragmático). Es una prueba con puntuación dicotómica, de acuerdo (+) o en desacuerdo (-). La puntuación que el estudiante obtenga indicará el grado de preferencia.

Justificación

Los estilos de aprendizaje han sido tema de estudio en diferentes contextos para mejorar la práctica educativa, facilitar la comprensión del proceso de enseñanza-aprendizaje y así proponer la innovación mediante el uso de nuevas tecnologías aplicadas al campo educativo [Fuentes *et al.*, 2020; Canizales *et al.*, 2020].

Para [Labatut, 2005], la evaluación de estilos de aprendizaje es un buen instrumento de trabajo al inicio de todo plan académico, pues puede llegar a optimizar la interacción entre profesor y estudiante.

De acuerdo con su investigación, afirma que el estilo de aprendizaje de un estudiante está fuertemente influenciado por todos los implicados en el proceso de aprendizaje, es decir, el profesor enseña de acuerdo con sus preferencias de aprendizaje, además, los planes académicos también ejercen influencia, dependiendo del área, en ciertos estilos de aprendizaje.

Otros estudios [Brower *et al.*, 2001] sugieren que aun y cuando existen diferentes teorías para determinar los estilos de aprendizaje, existe un consenso en cuanto a la importancia de identificarlos para la práctica pedagógica, pues la instrucción por parte de los educadores puede facilitar una apropiada experiencia de aprendizaje mientras más coincida con las preferencias del alumno. Desde otra perspectiva [Alonso *et al.*, 1997] sugiere potenciar los estilos de aprendizaje menos utilizados, mientras se fortalecen los estilos preferentes.

Procedimiento

Se elaboró una muestra de 17 estudiantes del área de las Ciencias Computacionales, que reúnen el requisito de haber contestado el Cuestionario de Honey-Alonso en tres tiempos diferentes (primero, segundo y cuarto semestre) con base al estilo de aprendizaje: i) activo, ii) reflexivo, iii) teórico, iv) pragmático. De esa muestra, 6 son mujeres y 11 hombres.

Resultados

De los datos obtenidos, se pueden apreciar cambios en las preferencias de como aprenden.

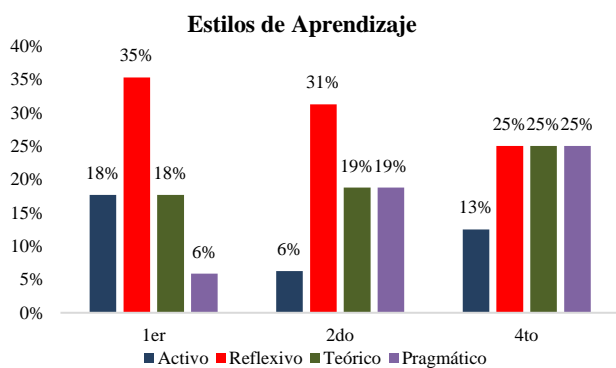


Gráfico 1 Estilos de aprendizaje por semestre

Los resultados que se muestran en el Gráfico 1, indican que los estudiantes en primer y segundo semestre resultaron ser más reflexivos con 35% y 31% respectivamente. Lo que indica que aprenden mejor cuando pueden adoptar la postura del observador, siendo analíticos de la situación. Sin embargo, los resultados de la aplicación del cuestionario en cuarto semestre revelan que los estudiantes pasaron de ser solo reflexivos a ser además alumnos con estilos de aprendizajes teóricos y pragmáticos, con un 25% cada uno (véase la Tabla 1).

Estos estudiantes se definen como aquellos que además de observar y analizar la información, consideran que los modelos, teorías, sistemas con ideas y conceptos, presenten un desafío, ya que tienen la oportunidad de preguntar e indagar, además de actuar con fundamento teórico. Así mismo, realizan actividades que relacionen la teoría y la práctica porque tienen la posibilidad de poner en práctica inmediatamente lo que han aprendido.

	Semestres		
	1er	2do	4to
Activo	18%	6%	13%
Activo/Reflexivo	0%	0%	0%
Reflexivo	35%	31%	25%
Reflexivo/Teórico	12%	6%	6%
Teórico	18%	19%	25%
Teórico/Pragmático	12%	0%	6%
Pragmático	6%	19%	25%
Activo/Pragmático	0%	19%	0%

Tabla 1 Porcentaje de los resultados de los estilos de aprendizaje. En las filas sombreadas se puede apreciar el cambio en el estilo de aprendizaje

Discusión

Así como en la literatura es posible encontrar autores que están en desacuerdo en el uso de los estilos de aprendizaje para personalizar las actividades de un entorno [An and Carr, 2017], otros estudios afirman que su uso tiene un impacto positivo en los resultados del aprendizaje [Alshammari *et al.*, 2015; Atsari, 2020; Mahnane *et al.*, 2013], incluso, algunos estudios consideran la versatilidad en la enseñanza un elemento esencial, justificado porque no hay un estilo único de enseñanza apropiado para la totalidad de los alumnos, ni de los programas de aprendizaje [Labatut, 2005].

De igual manera, los datos que ofrecen los resultados pueden tener varias interpretaciones. El cambio de preferencias en el Estilo de Aprendizaje (véase Tabla 1), ¿es un cambio promovido por el avance académico del estudiante?, o desde otra perspectiva, ¿es un cambio obligado por el tipo de enseñanza que ejercen los docentes con los que tiene interacción el estudiante?

De ser normal y constante el cambio en las preferencias de los estudiantes, entonces, al desarrollar un entorno de aprendizaje electrónico, ¿debería ser en automático y persistente la evaluación para detectar cambios en las preferencias del estilo de aprendizaje del usuario?, ¿las actividades que se le presentan al estudiante en un entorno de aprendizaje electrónico, deberán ser del estilo de su preferencia?, ¿sería mejor obligarle a que modifique sus estilos de aprendizaje, de tal manera que se le facilite aprender de varias maneras?, ¿cómo se deben personalizar las actividades cuando el estilo de aprendizaje es resultado de una combinación (activo/reflexivo por ejemplo)?.

Una gran cantidad de entornos de aprendizaje electrónico emplean el Modelo de Felder-Silverman, bajo la justificación de que el Cuestionario ILS les proporciona la posibilidad de enlazar directamente los resultados con el entorno de aprendizaje electrónico, en base a lo anterior, ¿sigue persistiendo el cambio de preferencias en el estilo de aprendizaje?

Descripción del entorno de aprendizaje ubicuo

Entendemos por aprendizaje ubicuo (*u-learning*) como un entorno de aprendizaje de actividades cotidianas cuyo valor agregado es el uso de dispositivos móviles, computadoras embebidas y redes inalámbricas [Ogata *et al.*, 2009]. Existen términos integrados al *u-learning*, como lo es *m-learning*, que apoya el aprendizaje mediante el uso de dispositivos portátiles como tablets, PDA y teléfonos celulares (Smartphone), el *p-learning*, en el cual pequeños dispositivos pueden obtener información del entorno de aprendizaje y reaccionar en consecuencia de dicha información, y finalmente el *e-learning*, el cual consiste en procesos de enseñanza –aprendizaje a través de internet caracterizados por una separación física entre instructor y estudiante mediante la comunicación digital.

AmILab es un Laboratorio que se desarrolla en el ámbito de interfaces de usuario (Human Computer Interfaces) aplicadas hacia un área emergente como lo son los “Entornos Activos” (Active Environments), también llamados “Entornos Inteligentes” (Intelligent Environments, Smart Environments).

Los Entornos Activos integran muchos y variados dispositivos de cómputo, dispersos e integrados de tal manera que pasan desapercibidos a los usuarios (Ubiquitous Computing). Estos dispositivos, son capaces de establecer comunicaciones y de ofrecer servicios a través de novedosas interfaces, ayudando al usuario en sus tareas cotidianas de una manera poco intrusiva y sensible al contexto de la tarea que se está ejecutando.

El entorno en cuestión se encuentra actualmente en un estado de desarrollo avanzado y funcional, desarrollándose como un laboratorio de pruebas que promueve la colaboración en líneas de investigación afines a la inteligencia ambiental y al desarrollo de interfaces de usuario a través de tres escenarios que consisten en una sala de reuniones, una sala de estar, y un aula de clases.

El objetivo del aula de clases de AmILab, es generar un entorno de aprendizaje ubicuo, donde las actividades académicas sean capaces de adaptarse al estilo de aprendizaje del usuario. A continuación, se presenta una descripción de un escenario en el uso de la tecnología disponible en un Entorno Activo aplicada al mejoramiento del desempeño académico de algunas materias, enfocándose en la realización y evaluación de las actividades *u-learning* en los rubros de desempeño y actitud de los estudiantes.

Se ha desarrollado un primer prototipo a través de las siguientes tecnologías: 1) La infraestructura física del entorno, está formada por una red de sensores (presencia, temperatura, iluminación, etc.) y actuadores (switches, etc.) comerciales y estandarizados. Una parte de ellos son dispositivos domésticos X10, algunos otros son tecnología heterogénea (Phidget, Arduino, Intel Galileo). Hay una red adicional Ethernet, encargada del transporte de datos, audio y video generados por las diferentes fuentes disponibles (cámaras IP, webcams, audio streaming, etc.); 2) la integración de nuevos dispositivos no representa ningún problema, solo basta con conectarlo a una de las dos redes (dependiendo de su naturaleza), y la capa de contexto se encargará de ejercer el control sobre el dispositivo y su información. Por ejemplo, la puerta principal del laboratorio fue equipada con un lector RFID.

El acceso al laboratorio se hace pasando una tarjeta por el lector, esta envía el código a la capa de contexto donde se realiza la identificación de la persona, procediendo al envío del comando de apertura de puerta.

Para el entorno AmILab-Mx, se propone una capa de contexto que sirve de interfaz entre los diversos dispositivos de cómputo, hacia la integración de un entorno activo [Haya *et al.*, 2004]. La capa de contexto empleada, parte de la filosofía de que la representación del mundo se puede hacer a través de un modelo centralizado.

Respecto a su implementación, puede hacerse distribuida, proporcionando la suficiente potencia para representar las interacciones complejas de todo lo que convive en el entorno. Además, la capa de contexto proporciona un modelo unificado del mundo, abstrayendo los detalles de comunicación y las diferencias que existen entre los dispositivos del entorno.

La implementación del modelo resulta en una estructura de datos global llamada "pizarra" [Englemore and Morgan, 1988]. La pizarra es un repositorio donde se almacena una representación de todo lo que existe en el entorno, incluyendo a los usuarios. Por lo tanto, cada dispositivo, usuario y recurso del entorno activo estará representado mediante una entidad en la pizarra. Además, contiene una representación del flujo de información existente entre los dispositivos físicos (micrófonos, altavoces, cámaras, pantallas, etc.).

La información de la pizarra es utilizada por los diferentes dispositivos para comprender el contexto y adaptarse a este. Cada pizarra es un servidor que puede ser accedido mediante el protocolo cliente-servidor TCP/IP. HTTP ha sido escogido como el protocolo de transporte por su simpleza y amplia cobertura. Para el intercambio de información entre las aplicaciones y la pizarra en el servidor, se emplea el lenguaje XML.

La capa de contexto implementada en la estructura de datos llamada pizarra, proporciona el soporte requerido por las aplicaciones.

Se han implementado dos interfaces de usuario en el entorno activo: una interfaz gráfica que funciona a través de Internet [Alamán *et al.*, 2003] y que permite controlar los dispositivos de la habitación, la segunda, es un agente de diálogo en lenguaje natural [Montoro *et al.*, 2004] que permite que el usuario interactúe con el entorno. Ambas, son configuradas dinámicamente a través de la información proporcionada por la pizarra.

Agentes basados en reglas que proporcionan los medios para hacer que el entorno se adapte a las necesidades del usuario a través de un control indirecto [García-Herranz *et al.*, 2008]. Para lograr este comportamiento interactivo, se ha implementado un sistema de agentes cuyo fin es dotar de un mecanismo mediante el cual los diferentes usuarios puedan comunicar sus preferencias sobre cómo abordar necesidades de comportamiento automático, a fin de modelar el entorno a su gusto.

La arquitectura de este componente de software se basa en un conjunto de módulos independientes entre sí (los agentes), cada uno de los cuales contiene un conjunto de reglas que modelan las necesidades específicas de cada usuario sobre el comportamiento del entorno. Cada regla está constituida por tres elementos [García-Herranz *et al.*, 2008]: El detonante que define la propiedad de una entidad supervisada y dispuesta en el entorno, responsable de activar la regla. Las condiciones, que especifican las condiciones del contexto sobre las cuales la regla es considerada válida para su ejecución. Y por último la acción, que describe los cambios que deben suceder en el entorno dadas las condiciones del contexto. Así pues, una regla puede expresar que cuando la puerta se abra (el detonante), si la luz está apagada (la condición), se encienda la luz (la acción).

Nuestro laboratorio incorpora diversas tecnologías que además son heterogéneas, desde componentes hardware (tales como sensores, actuadores, electrodomésticos, webcams, etc.) hasta componentes de software, tales como reconocedores y sintetizadores de voz. Todos estos componentes tienen que ser integrados y controlados de la misma manera, es decir, usando las mismas interfaces de usuario.

Por ejemplo, un usuario debe ser capaz de encender un servidor de música de una manera tan simple y fácil como lo es apagar o encender las luces de una habitación. Por otra parte, la interacción del usuario debe mantenerse tan flexible como sea posible, esto se puede lograr haciendo uso de múltiples modalidades, servicios web, voz, tacto, y tantos otros como sean las preferencias y capacidades del usuario. Sin embargo, la configuración de un entorno activo es de por sí altamente dinámica, por lo que cambia de un entorno a otro. Se agregan componentes, se eliminan o bien se mantienen detenidos en sus funciones durante bastante tiempo, y las interfaces de usuario deben ser capaces de conocer estos cambios.

Un agente de diálogo en lenguaje natural es una buena alternativa para controlar un entorno activo [Montoro *et al.*, 2004]. La importancia de esta interfaz de diálogos radica en su manera de apoyarse en la información contextual almacenada por la pizarra, haciendo posible establecer una conversación coherente relacionada con el control de los dispositivos y la información de los usuarios.

La interfaz ejecuta varios diálogos relativos al entorno que compiten por ser el más idóneo para la conversación actual. Un supervisor de diálogos tiene la tarea de elegir el diálogo más adecuado de acuerdo con la entrada de datos proporcionada por el usuario (proporcionada por el reconocedor de voz) y la información contextual proveniente de la pizarra. Además, el supervisor de diálogos tiene la tarea adicional de activar y desactivar diálogos en función de si tienen o no sentido.

Cada diálogo, se centra en una tarea específica, por ejemplo, el diálogo de las luces se encarga de controlar el estado encendido o apagado de las lámparas de una habitación. Esto es, el diálogo tiene la capacidad de leer y escribir sobre los valores de las lámparas almacenadas en la pizarra.

Debido a que la fase de reconocimiento de voz no es del todo exacta, la información de contexto proveniente de la pizarra toma un rol muy importante en las decisiones del supervisor, esto es, cada sentencia que proviene del usuario puede venir con ambigüedades, y el supervisor las resuelve empleando la información de la pizarra.

Otra opción, es ofrecer soluciones al usuario dependientes del contexto. Por ejemplo, si el reconocedor de voz solo ha detectado con precisión la palabra luz, el supervisor podrá corroborar el estado de las luces. Si estas están apagadas, directamente puede ofrecer la opción de encenderlas.

El laboratorio cuenta con una interfaz gráfica que es desplegada por cualquier navegador a través de un applet y desarrollada para controlar todos los dispositivos y electrodomésticos del entorno activo. Esta aplicación se puede considerar como una vista parcial de la información almacenada en la estructura de datos llamada pizarra. Al iniciar la aplicación, hace una lista de las habitaciones del laboratorio y para cada habitación, genera un mapa que incluye una representación gráfica de cada dispositivo que se encuentra físicamente en el entorno, así como su localización. Cada vez que el usuario hace clic con el ratón sobre la imagen de un dispositivo, aparece una interfaz (panel de control) que controla el funcionamiento de ese dispositivo (por ejemplo: si hace clic sobre una lámpara, aparece un botón que la enciende o la apaga).

Con el objetivo de proporcionar una nueva manera de interacción entre los dispositivos del entorno con el uso de dispositivos móviles, se generó una interfaz de usuario a través de códigos de dos dimensiones y un lector genérico en los dispositivos móviles. La interacción puede ser de dos maneras, un actuado directo que consiste en poner etiquetas a electrodomésticos cuya actuación se reduce a un estado de encendido o apagado, tal es el caso de las luces de las habitaciones. En la segunda, la lectura de un código conduce a un menú de actuado, tal es el caso del televisor, o de un entorno con todos sus electrodomésticos.

Descripción del escenario

Gran parte de los beneficios documentados por los diversos proyectos de *u-learning*, se encuentran en la integración de escenarios externos (outdoor), adaptados para interactuar con los usuarios mediante los dispositivos adecuados y contenido digital [Muñoz-Cristóbal *et al.*, 2014; Tabuenca *et al.*, 2014].

En el extremo opuesto, tradicionalmente las actividades educativas se realizan en un entorno controlado (indoor), donde es prioritario un escenario propicio para la interacción (Felix *et al.*, 2017), con propinuidad espacial que fomente la colaboración (Kraut *et al.*, 2014). AmILab, es un Entorno Activo controlado donde se han remplazado las butacas convencionales por cuatro mesas de trabajo. Cada mesa está equipada con una videocámara en la parte superior que almacenará solo la actividad que se desarrolle en la superficie de la mesa. Cabe mencionar que las cámaras están también integradas a la capa de contexto, por lo que se puede actuar sobre sus propiedades desde cualquiera de las interfaces de usuario.

Adicional a la infraestructura que propone el Entorno de Aprendizaje Ubicuo, es indispensable formular una estrategia para la generación de conocimiento. En el ámbito universitario, el desempeño académico de algunas materias está relacionado directamente con las habilidades para resolver problemas prácticos, es decir, el saber hacer. El aprendizaje entre pares propone el uso de estrategias de enseñanza y aprendizaje en las cuales los estudiantes aprenden unos de otros sin la intervención inmediata de un maestro [Boud *et al.*, 1999]. La generación de videos cortos puede resultar en una buena estrategia de enseñanza y aprendizaje, que aplicando la teoría de la Zona de Desarrollo Próximo [Moll, 1990], permita alcanzar un proceso de simbiosis entre los integrantes a partir de crear, discutir y compartir conceptos y ejercicios.

Agradecimiento

El estudio que aquí se presenta ha sido posible gracias a la financiación del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte.

Conclusiones y trabajo futuro

El estudio sugiere las preferencias en los estilos de aprendizaje como un fenómeno dinámico, aunque no pone de manifiesto las causas que promueven ese cambio.

Como se puede apreciar en la sección de Discusión, se han generado diversas preguntas que deben alcanzar una mejor comprensión para poder implementar algún entorno de aprendizaje electrónico, así mismo, resulta indispensable un estudio más exhaustivo de Modelado de Usuarios, y su relación con los Estilos de Aprendizaje para lograr una personalización de un entorno de aprendizaje.

Hace falta hacer la integración del Entorno de aprendizaje ubicuo con respecto a la interacción y manejo de las interfaces del Entorno Activo.

Referencias

- Alamán, X., Cabello, R., Gómez-Arriba, F., Haya, P., Martínez, A., Martínez, J., and Montoro, G. (2003). Using context information to generate dynamic user interfaces. In *Proceedings of the Tenth International Conference on Human-Computer Interaction*, 2, 345–349.
- Alfonseca, E., Carro, R. M., Martín, E., Ortigosa, A., and Paredes, P. (2006). The impact of learning styles on student grouping for collaborative learning: a case study. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 16(3-4):377–401.
- Alonso, C. M., Gallego, D. J., and Honey, P. (1997). Los estilos de aprendizaje: procedimientos de diagnóstico y mejora. Mensajero Bilbao, España.
- Alshammari, M., Anane, R., and Hendley, R. J. (2015). The impact of learning style adaptivity in teaching computer security. In *Proceedings of the 2015 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, pages 135–140.
- An, D. and Carr, M. (2017). Learning styles theory fails to explain learning and achievement: Recommendations for alternative approaches. *Personality and Individual Differences*, 116:410–416.
- Araújo, R. D., Brant-Ribeiro, T., Ferreira, H. N., Dorca, F. A., and Cattelan, R. G. (2020). Using learning styles for creating and personalizing educational content in ubiquitous learning environments. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 28:133.

- Atsari, F. (2020). Learning styles and the role of technology in second language learning. In *International Conference on English Language Teaching (ICONELT 2019)*, pages 23–27. Atlantis Press.
- Boud, D., Cohen, R., and Sampson, J. (1999). Peer learning and assessment. *Assessment & evaluation in higher education*, 24(4):413–426.
- Brower, K. A., Stemmans, C. L., Ingersoll, C. D., and Langley, D. J. (2001). An investigation of undergraduate athletic training students' learning styles and program admission success. *Journal of Athletic Training*, 36(2):130.
- Brusilovsky, P. (2001). Adaptive hypermedia, user modeling and user-adapted. *Interaction Journal*, 11(1-2):87–110.
- Canizales, W., Ries, F., and Rodríguez, C. (2020). Estilos de aprendizaje y ambiente de aula: situaciones que anteceden a la innovación pedagógica en estudiantes de deporte learning style and student satisfaction: situations preceding the pedagogical innovation in a sports classroom. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 38(38):213–221.
- Coffield, F., Moseley, D., Hall, E., Ecclestone, K., Coffield, F., Moseley, D., Hall, E., Ecclestone, K., et al. (2004). Learning styles and pedagogy in post-16 learning: A systematic and critical review.
- Dunn, R. and Dunn, K. (1974). Learning style as a criterion for placement in alternative programs. *The Phi Delta Kappan*, 56(4):275–278.
- Englemore, R. and Morgan, A. (1988). *Blackboard Systems*; Edited by Robert Englemore, Tony Morgan (the Insight Series in Artificial Intell.) Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.
- Felder, R. M., Silverman, L. K., et al. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering education*, 78(7):674–681.
- Fuentes, W. R. C., Ries, F., and Rodríguez, M. C. (2020). Estilos de aprendizaje y ambiente de aula: situaciones que anteceden a la innovación pedagógica en estudiantes de deporte. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (38):23.
- García-Herranz, M., Haya, P. A., Esquivel, A., Montoro, G., and Alamán, X. (2008). Easing the smart home: Semi-automatic adaptation in perceptive environments. *J. UCS*, 14(9), 1529–1544.
- Gardner, H. (2011). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Hachette Uk.
- Gilbert, J. E. and Han, C. Y. (1999). Adapting instruction in search of 'a significant difference'. *Journal of Network and Computer applications*, 22(3):149–160.
- Haya, P. A., Montoro, G., and Alamán, X. (2004). A prototype of a context-based architecture for intelligent home environments. In *OTM Confederated International Conferences" On the Move to Meaningful Internet Systems"*, pages 477–491. Springer.
- Honey, P. and Mumford, A. (1986). *The manual of learning styles*. Maidenhead, honey. Ardingly House.
- Koc, M. (2005). Individual learner differences in web-based learning environments: From cognitive, affective and social-cultural perspectives. *Online Submission*, 6(4):12–22.
- Kolb, D. A. (2007). *The Kolb learning style inventory*. Hay Resources Direct Boston, MA.
- Labatut, E. (2005). Evaluación de los estilos de aprendizaje y metacognición en estudiantes universitarios. *Revista Psicopedagogía*, 22(67):1–17.
- Li, N., Cohen, W. W., Koedinger, K. R., and Matsuda, N. (2011). A machine learning approach for automatic student model discovery. In *Edm*, pages 31–40. ERIC.
- Mahnane, L., Laskri, M. T., and Trigano, P. (2013). A model of adaptive e-learning hypermedia system based on thinking and learning styles. *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*, 8(3):339–350.

Moll, L. C. (1990). La zona de desarrollo próximo de vygotski: Una reconsideración de sus implicaciones para la enseñanza. *Infancia y aprendizaje*, 13(51-52), 247–254.

Montoro, G. et al. (2004). Spoken interaction in intelligent environments: a working system, advances in pervasive computing, eds. Austrian Computer Society (OCG).

Muñoz-Cristóbal, J. A., Jorrín-Abellán, I. M., Asensio-Pérez, J. I., Martínez- Mones, A., Prieto, L. P., and Dimitriadis, Y. (2014). Supporting teacher orchestration in ubiquitous learning environments: A study in primary education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 8(1), 83–97.

Ogata, H., Matsuka, Y., El-Bishouty, M. M., and Yano, Y. (2009). Lorams: linking physical objects and videos for capturing and sharing learning experiences towards ubiquitous learning. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 3(4):337–350.

Self, J. A. (1990). Bypassing the intractable problem of student modelling. *Intelligent tutoring systems: At the crossroads of artificial intelligence and education*, 41:1–26.

Smith, K. L. (1997). Preparing faculty for instructional technology: From education to development to creative independence. *Cause Effect*, 20:36–44.

Tabuenca, B., Kalz, M., Ternier, S., and Specht, M. (2014). Stop and think: Exploring mobile notifications to foster reflective practice on meta-learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 8(1):124–135.

Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2^{do} Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3^{er} Coautor

Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)

ID 1^{er} Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2^{do} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2^{do} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)

Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)

Citación: Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Educación Técnica. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]

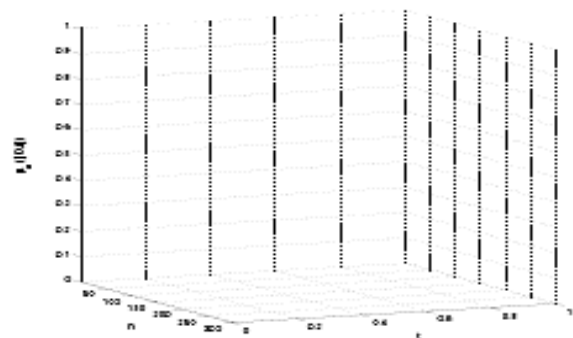


Gráfico 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

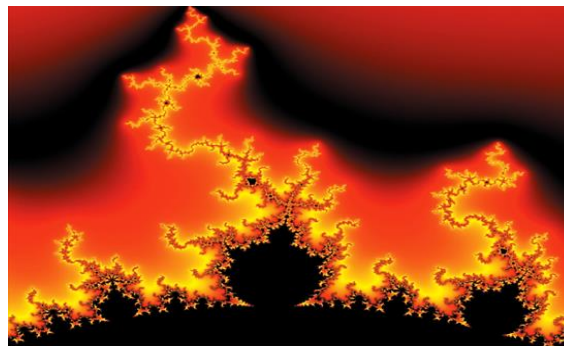


Figura 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Tabla 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

Reserva a la Política Editorial

Revista de Educación Técnica se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Educación Técnica emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Perú considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-Mexico, S.C en su Holding Perú para su Revista de Educación Técnica, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE (Alemania)
GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)
MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)
HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

Servicios Editoriales

Identificación de Citación e Índice H
Administración del Formato de Originalidad y Autorización
Testeo de Artículo con PLAGSCAN
Evaluación de Artículo
Emisión de Certificado de Arbitraje
Edición de Artículo
Maquetación Web
Indización y Repositorio
Traducción
Publicación de Obra
Certificado de Obra
Facturación por Servicio de Edición

Política Editorial y Administración

1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: contact@ecorfan.org www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editor en Jefe

CHIATCHOUA, Cesaire. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

REYES-VILLAO, Angélica. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN® Republic of Peru), sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

Oficinas de Gestión

1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú.

Revista de Educación Técnica

“Impacto de la realidad aumentada en el rendimiento académico de los estudiantes de educación primaria en la enseñanza de las ciencias naturales”

DOMÍNGUEZ-GUTU, Jesús, GORDILLO-ESPINOZA, Emmanuel, TREJO-TREJO, Gilberto Abelino y CONSTANTINO-GONZÁLEZ, Fernando Exiqui
Universidad Tecnológica de la Selva

“Desarrollo de competencias profesionales en alumnos TSU en energías renovables área solar, durante el proyecto de instalación fotovoltaica de la Universidad Tecnológica de Aguascalientes”

CASTILLO-ZARATE, Ma. Alicia
Universidad Tecnológica de Aguascalientes

“Plataforma educativa para desarrollo de sistemas de software radio mediante modulación QPSK en Octave y Arduino”

SILVA-CRUZ, Eric Mario, CABALLERO-JULIÁN, Franco Gabriel, PÉREZ-SOLANO, Miguel Ángel y PÉREZ-OJEDA, Cristian
Instituto Tecnológico de Oaxaca

“Evaluación comparativa de los resultados de la aplicación del cuestionario del estilo de aprendizaje Honey-Alonso a estudiantes del área de las ciencias computacionales”

ESQUIVEL-SALAS, Abraham, ÁBILA-AGUILAR, Verenice, MOLINA-WONG, María del Refugio y SALAS-GUZMÁN, Manuel Ignacio
Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte

