



ENTORNOS VIRTUALES EN LA EDUCACIÓN





Hamut'ay

Revista cuatrimestral de divulgación científica publicada por la Universidad Alas Peruanas, Lima, Perú

ISSN 2313-7878

Título clave: Hamut'ay



<http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/HAMUT/index>

Correo electrónico: revistahamutay@uap.edu.pe



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

Ph.D. Edgar Núñez Román
Rector

Vicerrector Académico (e)

Mg. José arlo Orlando Jara Schenone

Vicerrector de Investigación, Innovación y
Emprendimiento

Dr. Francisco Luis Pérez Expósito

Editor en Jefe

Dra. Cleofé Genoveva Alvites Huamaní

Universidad Alas Peruanas, Perú

CONSEJO EDITORIAL

Dra. Constanza Abadia Garcia

Universidad Nacional Abierta a Distancia, Colombia

Dr. Agustín Jaime Negrete Cortés

Universidad Autónoma de Baja California, México

Dr. Ramfis Miguelena

Universidad Tecnológica de Panamá

Dr. José Ernesto Mancera Pineda

Universidad Nacional de Colombia

Dr. Pedro Agustín Pernías Peco

Universidad de Alicante, España

Ing. David Antonio Franco Borré

Universidad de Cartagena, Colombia

Ricardo Filipe Martins, PhD

Grupo PEDAGO, Instituto Superior de Ciências Educati-

vas ISCE / ISCE Douro, Portugal

Lilian R. Daset, Ph.D.

Universidad Católica del Uruguay

COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Pere Marqués Graells

Universidad Autónoma de Barcelona, España

Dr. José Antonio Caride Gómez

Universidade de Santiago de Compostela, España

Dr. Janio Jadán-Guerrero

Universidad Tecnológica Indoamérica

Dr. Philip Desenne

Harvard University, EE. UU.

M.Sc. Plinio Puello Marrugo

Universidad de Cartagena, Colombia

Dr. Pedro Martínez Geijo

Universidad Nacional de Educación a Distancia, España

Miguel Ángel García-Ruiz, PhD.

Algoma University, Canadá

Adriana P. Herrera. PhD.

Universidad de Cartagena, Colombia

Dra. Sonia Concari

Universidad Nacional de Rosario, Argentina

Dr. Omar O. López Sinisterra

Universidad de Panamá, Panamá

Dr. Enrique Berra Ruíz

Universidad Autónoma de Baja California, México

Maestro Óscar Pérez Mora

Universidad de Guadalajara, México

M.D.C. Martha Amalia Ávalos Medina

Universidad Tecnológica de Morelia

Dr. Miguel Angel Vargas-Lombardo

Universidad Tecnológica de Panamá

Soporte Técnico

Ing. Luis Regino Cuadros

Ing. Julio Rimanet Acuña Navas

Universidad Alas Peruanas

Diagramación y Artes Finales

Héctor Abraham Saavedra Cavero

Universidad Alas Peruanas

Traducción

Mg. Sandy Soto Armijos

Universidad Alas Peruanas

DIRECCIÓN

Av. San Felipe No. 1109, Jesús María, Lima, Perú.

Teléfono 2660195

<http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/HAMUT/issue/ar>

REVISTA ARBITRADA

Se permite la copia y distribución por cualquier medio siempre que se mantenga el reconocimiento de los autores y no se realice modificaciones.

Los artículos publicados expresan las opiniones de sus autores y no necesariamente las de la Universidad Alas Peruanas



Índice

Editorial. Impactos generados en época de pandemia <i>Impacts generated in times of pandemic</i>	5
Índice de Madurez Digital para Empresas Hoteleras Familiares de Veracruz, México <i>Digital Maturity Index for Family Hotel Companies in Veracruz, México</i>	11
Sistema Basado en Conocimiento para el Aprendizaje de la Taxonomía de los Animales Invertebrados <i>Knowledge Based System for Learning the Taxonomy of Invertebrate Animals</i>	30
Análisis comparativo de protocolos de comunicación para Redes Definidas por Software <i>Comparative analysis of communication protocols for Software Defined Networks</i>	39
Seguridad IoT: Principales amenazas en una taxonomía de activos <i>Security IoT: Top Threats in an Asset Taxonomy</i>	51
Perceptivas que Posibilitan los Cursos Virtuales en Moodle en Programas de Pregrado de la Universidad de Pamplona <i>Perceptions That Possible Virtual Courses in Moodle In Undergraduate Programs Of The University Of Pamplona</i>	60
Análisis de las características de la Realidad Aumentada aplicada a la educación. <i>Analysis of the characteristics of Augmented Reality applied to education.</i>	75
Lenguajes y Entornos de Programación para Fortalecer el Desarrollo de Competencias Concernientes al Pensamiento Computacional <i>Languages and Programming Environments to Strengthen The Development of Competences Concerning Computer Thinking</i>	86
AgroBC: Gestión Descentralizada de Cadenas de Valor Agrícolas usando Tecnología Blockchain <i>AgroBC: decentralized management of agricultural value chains using Blockchain technology</i>	98



Editorial

Impactos generados en época de pandemia

Impacts generated in times of pandemic

Cleofé Genoveva Alvites-Huamani¹
<https://orcid.org/0000-0001-6328-6470>
Editor en jefe de la revista científica Hamut'ay
Universidad Alas Peruanas, Perú

Cita Recomendada

Alvites-Huamani, C. (2020). Transformaciones en época de pandemia. Hamut'ay, 7(2), <http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v7i3.2188>

Introducción

Cuando a nivel mundial todos estaban con la expectativa de iniciar un nuevo año con buenos augurios de éxitos y prosperidad, debido a los nuevos descubrimientos que la ciencia había hecho en diversos ámbitos y las tecnologías rompieron fronteras y tiempo de todo tipo a nivel globalizado y la economía se estabilizaba y mejoraba a nivel mundial, y sin presagiar lo que nos deparaba el 2020, el 31 de diciembre del 2019 se notifica un conglomerado de casos de neumonía en la ciudad de Wuhan, China, (Leiva-Cepas, Romero-Rodríguez & Barroso, 2020) y lo que en un comienzo era algo imperceptible, el 12 de marzo del 2020 se confirma la aparición de este nuevo tipo de virus, llamado "COVID-19", desde ese momento todo cambio, ya que comenzó la propagación a nivel mundial con una rapidez exponencial (OMS, 2020), para lo cual ningún país estuvo preparado ni las potencias, más aun cuando la propagación llegó al punto de ser considerada una pandemia, se empezaron a establecer medidas más restrictivas y entre las más conocidas es el inicio de la cuarentena, luego el confinamiento y el aislamiento social, lo que generó muchos cambios en la vida social y cultural. Al respecto Lima et al., (2020) refiere que estos aspectos pueden afectar el bienestar físico y psicológico y lo primero en observarse sería la pérdida de hábitos y rutinas, así como el estrés psicosocial conllevando a un

Introduction

When at the global level everyone was expecting to start a new year with good omens of success and prosperity, due to the new discoveries that science had made in various fields and technologies broke borders and time of all kinds at a globalized level and the economy stabilized and improved worldwide, and without foreshadowing what 2020 was in store for us, on December 31, 2019 a cluster of pneumonia cases was reported in the city of Wuhan, China, (Leiva-Cepas, Romero-Rodríguez & Barroso, 2020) and what at first was something imperceptible, on March 12, 2020 the appearance of this new type of virus, called "COVID-19", was confirmed, from that moment on all changes, since the spread to world level with exponential rapidity (OMS, 2020), for which no country was prepared nor were the powers, even more so when the spread reached the point of being considered a pandemic, more restrictive measures were established and among the best known is the beginning of quarantine, then confinement and social isolation, which generated many changes in social and cultural life. In this regard, Lima et al., (2020) refer that these aspects can affect physical and psychological well-being and the first thing to be observed would be the loss of habits and routines, as well as psychosocial stress leading to a psychological impact such as fear of virus infection and diseases, the

1. Editor en jefe de la revista científica Hamut'ay. Universidad Alas Peruanas, Perú



impacto psicológico como es el miedo a la infección por virus y enfermedades, la manifestación de sentimientos de frustración y aburrimiento, no poder cubrir las necesidades básicas y no disponer de información y pautas de actuación claras o la presencia de problemas de salud mental previos o problemas económicos; así como también el estigma y rechazo social en el caso de personas infectadas o expuestas a la enfermedad son desencadenantes de una peor adaptación (Xiao et al., 2020). Pero los cambios no solo se han dado a nivel emocional, sino en todos los ámbitos desde la educación hasta la economía.

Impacto negativo de la COVID-19

Ya es casi un año que se viene conviviendo con la COVID-19 y se observa claramente que ya hay muchos cambios en la vida “normal” que se tenía antes de la pandemia. El principal o más evidente es la dependencia de la tecnología, al permanecer más tiempo en casa, esta se vuelve cada vez más parte de la rutina de muchos. Sobre todo, si se considera que las actividades educativas como laborales ahora se deben realizar de manera virtual, así como las transacciones bancarias y de otra índole se realizan en línea.

Desde otra mirada esta pandemia ha sido contraproducente porque ha generado también una paralización de la actividad económica (Lauda-Rodríguez et al., 2020), ya que no toda la fuerza empresarial se ha podido apropiarse de las tecnologías y ha tenido consecuencias impredecibles en muchos países como un crecimiento negativo del PBI, el desempleo está aumentando a un ritmo vertiginoso; el comercio mundial se ha reducido; el precio del petróleo está en mínimos históricos y las bolsas se han hundido. Todo ello ha obligado a intervenciones, tanto de los bancos centrales, quienes están aplicando políticas fiscales expansivas tanto en materia sanitaria, como en apoyo del sector empresarial, fomentando el empleo y el consumo (Boscá et al., 2020). Es una disrupción que se extiende de la salud, a la economía y al sistema financiero (Ciappina, 2020). Muchos de los países en vías de desarrollo, así como otros en diversos continentes, tienen una

manifestación de sentimientos de frustración and boredom, not being able to cover basic needs and not having information and clear guidelines for action or the presence of previous mental health problems or financial problems; as well as stigma and social rejection in the case of people infected or exposed to the disease are the trigger for a worse adaptation (Xiao et al., 2020). But the changes have not only occurred on an emotional level, but in all areas from education to the economy.

Negative impact of COVID-19

It is almost a year that we have been living with Covid-19 and it is clearly observed that there are already many changes in the “normal” life that was had before the pandemic. The main or most obvious is the dependence on technology, by staying longer at home, this becomes more and more part of the routine of many. Above all, if it is considered that educational and work activities must now be carried out virtually, as well as banking and other transactions are carried out online.

From another perspective, this pandemic has been counterproductive because it has also generated a paralysis of economic activity (Lauda-Rodríguez et al., 2020), since not all the business force has been able to appropriate the technologies and it has had unpredictable consequences in many countries as a negative GDP growth, unemployment is rising at a dizzying rate; world trade is down; the price of oil is at record lows and the stock markets have collapsed. All this has forced interventions, both by central banks, who are applying expansive fiscal policies both in health matters, as well as in support of the business sector, promoting employment and consumption (Boscá et al., 2020). It is a disruption that extends from health, to the economy and to the financial system (Ciappina, 2020).

Many of the developing countries, as well as others on various continents, have great concern because health systems are precarious and population confinement is impractical. It is therefore even reasonable to think that the effects of

gran preocupación debido a que los sistemas sanitarios son precarios y el confinamiento de la población es impracticable. Es por lo tanto hasta razonable pensar que es muy probable que los efectos de la pandemia se diluyan allí donde la malaria, el SIDA, las enfermedades intestinales o la simple desnutrición matan anualmente a millones de personas, y alrededor del 50 % de la población son menores de 15 años y viven en situación de pobreza. Las víctimas de COVID-19 expirarán entre la indiferencia y la miseria habituales, y probablemente ni siquiera pasen a formar parte de las estadísticas reales (Riggirozzo, 2020). Pero no solo hay una afectación sobre estos aspectos sino esta pandemia puede reforzar la tendencia al autoritarismo político si no se hace una enseñanza precisa a la población, por lo que es necesario diferenciar la aplicación de medidas de control y restricción de libertades en situaciones excepcionales de la normalidad ciudadana, evitando caer en la habitual tendencia histórica a que lo excepcional termine por convertirse en algo cotidiano, (Bacolla et al., 2020).

Sumado a lo mencionado, la evidencia de los efectos psicológicos es también preocupante, en un estudio realizado en China aplicado en una encuesta a 1.210 personas de las cuales valoraba el impacto psicológico de la situación como moderado-grave en un 53%, mientras que el 16% refería síntomas depresivos entre moderados o graves, el 28% síntomas de ansiedad a nivel moderado y el 8% niveles de estrés grave. Para la mayoría la principal preocupación (75%) fue que sus familiares se contagiaran de coronavirus (Pan et al., 2020). En otro estudio con residentes de Wuhan y ciudades cercanas realizado un mes después de que se declarara el brote de COVID-19, hallaron una prevalencia de síntomas de estrés postraumático del 7% (Liu et al., 2020). Posteriormente, el mismo grupo y con una muestra más amplia de 2.091 personas, perteneciente a la China continental, hallaron una prevalencia de síntomas de estrés postraumático agudo un mes después del brote de COVID-19 del 4,6% (Sun et al., 2020). Un trabajo en España, otro país muy afectado con este virus, un 30,4% evidenció un impacto psicológico severo, un 6,2% informa-

the pandemic are very likely to be diluted where malaria, AIDS, intestinal diseases or simple malnutrition kill millions of people annually, and around 50% of the population are under 15 years of age and live in poverty. COVID-19 victims will expire amidst habitual indifference and misery, and will likely not even become part of the actual statistics (Riggirozzo, 2020). But not only is there an impact on these aspects, but this pandemic can reinforce the tendency to political authoritarianism if the population is not taught precisely, so it is necessary to differentiate the application of control measures and restriction of freedoms in exceptional situations from citizen normality, avoiding falling into the usual historical tendency for the exceptional to end up becoming something every day (Bacolla et al., 2020).

In addition to the aforementioned, the evidence of the psychological effects is also worrying, in a study carried out in China applied to a survey of 1,210 people, of whom 53% assessed the psychological impact of the situation as moderate-severe, while the 16% reported moderate or severe depressive symptoms, 28% moderate anxiety symptoms and 8% severe stress levels. For the majority, the main concern (75%) was that their relatives would be infected with coronavirus (Pan et al., 2020). In another study with residents of Wuhan and nearby cities conducted a month after the COVID-19 outbreak was declared, they found a prevalence of PTSD symptoms of 7% (Liu et al., 2020). Subsequently, the same group and with a larger sample of 2,091 people, belonging to mainland China, found a prevalence of acute post-traumatic stress symptoms one month after the COVID-19 outbreak of 4.6% (Sun et al., 2020). A study in Spain, another country very affected by this virus, 30.4% showed a severe psychological impact, 6.2% reported a moderate psychological impact; 14.4% scored in the range of mild psychological impact and 49% reported minimal psychological impact. While for anxiety 69.3% were considered to have normal levels of anxiety, 5.3% showed mild anxiety, 11.3% showed moderate anxiety, 4.8% showed severe anxiety and 9.2% showed extreme anxiety severe. For depression, 59.1% showed normal levels,

ron un impacto psicológico moderado; un 14,4% puntuaron en el rango de impacto psicológico leve y 49% informaron un impacto psicológico mínimo. Mientras que para la ansiedad se consideró que un 69,3% tenían niveles normales de ansiedad, un 5,3% mostraron ansiedad leve, un 11,3% mostraron ansiedad moderada, un 4,8% mostraron ansiedad severa y el 9,2% mostraron ansiedad extremadamente severa. Para la depresión, el 59,1% mostraron niveles normales, 11,4% tienen depresión leve, 14,8% tienen depresión moderada, 6,3% presentaron depresión grave y el 8,5% mostraron depresión extremadamente grave (Rodríguez et al., 2020).

Impacto positivo de la COVID-19

Aunque no todos los resultados son muy halagüeños, no podemos dejar de mencionar, que el 2020 también trajo aspectos positivos que resaltar como la tecnología de la información y comunicación (TIC) dejó de ser un medio accesorio a ser una herramienta indispensable en todo momento, lugar, espacio y nivel, a pesar de que formaba parte de nuestra vida, podíamos estar sin ella, pero en estas circunstancias ha servido para unir familias lo que no permitió perder la vinculación social, en la educación al ser el medio para las clases remotas, en la banca al poder realizar transacciones en línea y sobre todo rescatar la relevancia en la salud, ya que abrió fronteras para la telemedicina, realizar teleconsultas, acompañamiento virtual psicológico, monitoreos remotos y una diversidad de apoyo al público usuario en salud respetando las normas de confinamiento y la no exposición ante el virus (Reyes, 2020). Otro aspecto resaltante es la educación, impensable, pero paso a ser una prioridad de los gobiernos de turno, para contrarrestar el cierre de escuelas por la COVID-19 muchos países utilizaron una diversidad de recursos para apoyar el aprendizaje de los estudiantes desde el envío de paquetes educativos hasta la utilización de la radio, la televisión y una diversidad de herramientas tecnológicas siendo las plataformas en línea las que fueron más utilizadas, (OECD, 2020) obligando de esta manera a que los docentes se

11.4% had mild depression, 14.8% had moderate depression, 6.3% had severe depression, and 8.5% showed extremely severe depression (Rodríguez et al., 2020).

Positive impact of COVID-19

Although not all the results are very promising, we cannot fail to mention that 2020 also brought positive aspects to highlight as information and communication technology (ICT) stopped being an accessory medium to being an indispensable tool at all times, place, space and level, although it was part of our life, we could be without it, but in these circumstances it has served to unite families which did not allow us to lose social ties, in education as it is the means for remote classes, in banking by being able to carry out online transactions and above all to rescue the relevance in health, since it opened borders for telemedicine, tele-consultations, virtual psychological support, remote monitoring and a diversity of support to the public user in health respecting the norms of confinement and non-exposure to the virus (Reyes, 2020).

Another outstanding aspect is education, unthinkable, but it became a priority of shift governments, to counter the closure of schools due to COVID-19, many countries used a variety of resources to support student learning since the sending of educational packages to the use of radio, television and a variety of technological tools, online platforms being the most used, (OECD, 2020) thus forcing teachers to self-train in the use of technologies, that for many years it was a weakness.

In the business field, many of the medium and small companies have understood that for their reactivation it is not only to look for infrastructure and physical presence but that they become obsolete but they digitize their services or if they do not use social networks, digital marketing or other types of tools with appropriation of information and communication technology, also within this area teleworking has been a good alternative so that many do not lose their jobs (Nicolás and Rubio, 2020), since this pandemic also

autocapacitarán en el uso de las tecnologías, que por muchos años fue una debilidad.

En el ámbito empresarial muchas de las medianas y pequeñas empresas han comprendido que para su reactivación no solo es buscar infraestructura y presencia física sino que quedan obsoletas sino digitalizan sus servicios o si no utilizan la redes sociales, el marketing digital u otro tipo de herramientas con apropiación de las tecnología de la información y comunicación, asimismo dentro de este rubro el teletrabajo ha sido una buena alternativa para que muchos no pierdan sus empleos (Nicolás y Rubio, 2020), ya que esta pandemia también nos enseñó que podemos realizar trabajo remoto con la misma calidad.

Un 2020 que no se esperaba para nada, año que sorprendió, que retó al mundo, a pesar de ello se pudo afrontar las adversidades y se logro seguir haciendo divulgación de la ciencia, año que nos enseñó a ser más solidarios que nunca, a compartir, a mirar al otro como un ser humano, de igual a igual, ya que esta pandemia nos mostró lo vulnerables que somos, sin importar etnia, credo, condición social, cultural ni lugar geográfico, todos fuimos afectados de alguna manera, pero siempre con la gracia de Dios el poder publicar un número más de la revista Hamut'ay, mil gracias a todos los autores, investigadores, pares evaluadores y cada uno de los profesionales que nos han apoyado desde el inicio de la revista en el 2014 hasta este último número del 2020, quienes siguen confiando y compartiendo su profesionalismo en aras de la divulgación científica.

taught us that we can carry out remote work with the same quality.

A 2020 that was not expected at all, a year that surprised, that challenged the world, despite this, it was possible to face adversity and it was possible to continue spreading science, a year that taught us to be more supportive than ever, to share, to look at the other as a human being, as an equal, since this pandemic showed us how vulnerable we are, regardless of ethnicity, creed, social, cultural or geographical location, we were all affected in some way, but always with the Grace of God to be able to publish one more issue of Hamut'ay Journal, a thousand thanks to all the authors, researchers, peer reviewers and each of the professionals who have supported us from the beginning of the journal in 2014 to this last issue 2020, who continue to trust and share their professionalism for the sake of scientific dissemination.

Referencias Bibliográficas

- Bacolla, N., Caravaca, J., Daniel, C., Mellado, V., & Ramacciotti, K. (2020). Política y experticia en tiempos de coronavirus. *Estudios Sociales del Estado*, 6(11), 1-6. <https://doi.org/10.35305/ese.v6i11.214>
- Boscá, J. E., Doménech, R., & Ferri, J. (2020). El impacto macroeconómico del Coronavirus. Documentos Macroeconomía FEDEA.
- Ciappina, C. (2020). Crisis del Coronavirus; la pandemia global y las disputas de sentido. ¿La configuración de un orden nuevo? Una mirada desde América Latina. *Question/Cuestión*, 1(mayo), e280-e280. <https://doi.org/10.24215/16696581e280>
- Lauda-Rodríguez, Z., Milz, B., Santana-Chaves, I., Campello, P. & Jacobi, P. (2020). Editorial - La época COVID-19: investigación interdisciplinaria y una nueva ética sostenible y justa. *Ambiente & Sociedade*. São Paulo, 23, 1-12. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoceditorialvu-2020l3ed>
- Leiva-Cepas, F., Romero-Rodríguez, E. & Barroso Sevillano, M. (2020). Las revistas científicas ante la pandemia por COVID-19. *Medicina de Familia-SEMERGEN*. <https://doi.org/10.1016/j.semerg.2020.06.012>
- Lima, C. K. T., de Medeiros Carvalho, P. M., Lima, I. D. A. S., de Oliveira Nunes, J. V. A., Saraiva, J. S., de Souza, R. I., ... & Neto, M. L. R. (2020). The emotional impact of Coronavirus 2019-nCoV (new Coronavirus disease). *Psychiatry research*, 112915. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.112915>
- Liu, J. J., Bao, Y., Huang, X., Shi, J., & Lu, L. (2020). Mental health considerations for children quarantined because of COVID-19. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 4(5), 347-349. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(20\)30096-1](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(20)30096-1)
- Nicolás, C. y Rubio, A. (2020). Emprendimiento en épocas de crisis: Un análisis exploratorio de los efectos de la COVID-19. *Small Business International Review*, 4 (2), 53-56. <https://doi.org/10.26784/sbir.v4i2.279>
- OMS (2020). COVID-19: Cronología de la actuación de la OMS. Organización Mundial de la Salud. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/detail/27-04-2020-who-timeline---covid-19>
- OECD, (2020). El impacto del COVID-19 en la educación. Información del Panorama de la Educación (Education at a Glance) 2020. Recuperado de https://www.oecd.org/centrodemexico/medios/EAG2020_COVID%20Brochure%20ES.pdf
- Pan, L., Wang, L., & Huang, X. (2020). How to face the novel coronavirus infection during the 2019-2020 epidemic: the experience of Sichuan Provincial People's Hospital. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-05964-0>
- Reyes, W. (2020). Efectos colaterales positivos de la pandemia. *Revista Uruguaya de Cardiología*, 35 (2), 155-162. <https://doi.org/10.29277/cardio.35.2.6>
- Riggirozzi, P. (2020). Coronavirus y el desafío para la gobernanza regional en América Latina. *Análisis Carolina*, (12), 1. https://doi.org/10.33960/AC_12.2020
- Rodríguez-Rey, R., Garrido-Hernansaiz, H., & Collado, S. (2020). Psychological impact and associated factors during the initial stage of the coronavirus (COVID-19) pandemic among the general population in Spain. *Frontiers in psychology*, 11, 1540. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01540>
- Sun, L., Sun, Z., Wu, L., Zhu, Z., Zhang, F., Shang, Z., ... & Liu, N. (2020). Prevalence and risk factors of acute post-traumatic stress symptoms during the COVID-19 outbreak in Wuhan, China. *MedRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2020.03.06.20032425>
- Urzúa, A., Vera-Villaruel, P., Caqueo-Úrizar, A., & Polanco-Carrasco, R. (2020). La Psicología en la prevención y manejo del COVID-19. *Aportes desde la evidencia inicial. Terapia psicológica*, 38(1), 103-118. <https://doi.org/10.4067/S0718-48082020000100103>
- Xiao, H., Zhang, Y., Kong, D., Li, S., & Yang, N. (2020). The effects of social support on sleep quality of medical staff treating patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) in January and February 2020 in China. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 26, e923549-1. <https://doi.org/10.12659/MSM.923921>



Índice de Madurez Digital para Empresas Hoteleras Familiares de Veracruz, México

Digital Maturity Index for Family Hotel Companies in Veracruz, México

Beatriz Eugenia Salas Parada¹
Universidad Veracruzana
<https://orcid.org/0000-0001-9126-8253>

Guadalupe Juárez Gómez²
Universidad Veracruzana
<https://orcid.org/0000-0002-4710-0485>

Tomás Cuauhtémoc Carmona Cuervo³
Universidad Veracruzana
<https://orcid.org/0000-0002-5405-988X>

Recibido: 25-09-2020

Aceptado: 21-12-2020

Cita Recomendada

Salas, B., Juárez, G. & Carmona, T. (2020). Índice de madurez digital para empresas hoteleras familiares de Veracruz, México. *Hamut'ay*, 7 (3), 11-29.

<http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v7i3.2187>

Resumen

El artículo muestra la definición y medición del índice de madurez digital en hoteles ubicados en el centro histórico de la ciudad de Veracruz, se resalta la importancia de este como parámetro para iniciar la transformación digital; es fundamental que las empresas tengan una hoja de ruta ante tareas impostergables como la Transformación Digital. Medir la madurez digital es un primer paso que refleja en sus diversas dimensiones, dónde se encuentran situadas las empresas seleccionadas, para con ello no retrasar más la decisión que tanta reticencia ha generado: usar tecnologías e incrementar su productividad y con ello su competitividad. La población de estudio se integró por Pymes hoteleras que ofrecen servicio de alojamiento. Se utilizó el cuestionario para la recolección de datos, permitiendo estudiar las dimensiones: Aprendizaje Organizacional, Cambio Organizacional, Recursos Humanos y Tecnología. Y se tuvo como objetivo el evaluar el índice de madurez digital. Los resultados muestran que las empresas se encuentran en niveles incipientes de uso de tecnologías, por lo que el nivel de madurez digital es prácticamente inexistente. Las 4 dimensiones estudiadas con las cuáles podían alcanzar 99 puntos en total, se encontraron con los siguientes puntajes promedios: Cambio Organizacional con 4.33 de 22 puntos totales, Tecnología 14.16 de 48 puntos totales, Aprendizaje Organizacional 8.26 de 19 puntos totales, Recursos Humanos 2.66 de 10 puntos totales.

1. Docente de la Universidad Veracruzana-México. Dedicada a la línea de investigación: Aplicación de las TIC en la solución de problemas de productividad en las organizaciones. bsalas@uv.mx.

2. Docente de la Universidad Veracruzana-México. Dedicada a la línea de investigación: Aplicación de las TIC en la solución de problemas de productividad en las organizaciones. gujuarez@uv.mx.

3. Docente de la Universidad Veracruzana-México. Dedicado a la línea de investigación: Aplicación de las TIC en la solución de problemas de productividad en las organizaciones. tocarmona@uv.mx.



Cabe mencionar que esta medición dará pauta a una siguiente etapa que es el diseño de un Modelo de Transformación Digital para PyMES hoteleras familiares de la ciudad de Veracruz, México.

Palabras Clave: Transformación digital, madurez digital, índice de madurez digital, empresas hoteleras.

Abstract

The article shows the definition and measurement of the digital maturity index in hotels located in the historic center of the city of Veracruz, highlighting the importance of this as a parameter to initiate digital transformation; it is essential that companies have a roadmap to urgent tasks such as Digital Transformation. Measuring digital maturity is a first step that reflects in its various dimensions, where the studied companies are, so as not to delay further the decision that has generated such reluctance: use technologies and increase their productivity and thus their competitiveness. The study population was integrated by hotel SMEs offering accommodation service. The questionnaire was used for data collection, allowing study of the dimensions: Organizational Learning, Organizational Change, Human Resources and Technology. And it was aimed at evaluating the digital maturity index. The results show that companies are at emerging levels of technology use, so the level of digital maturity is virtually non-existent. The 4 dimensions studied with which they could reach 99 points in total, were found with the following average scores: Organizational Change with 4.33 of 22 total points, Technology 14.16 of 48 total points, Organizational Learning 8.26 of 19 total points, Human Resources 2.66 of 10 total points.

It should be mentioned that this measurement will lead to a next stage which is the design of a Digital Transformation Model for family hotel SMEs in the city of Veracruz, Mexico.

Key words: Digital transformation, digital maturity, digital maturity index, hotel companies.

Introducción

La situación sanitaria por COVID-19, ha puesto en evidencia, lo que muchas empresas no habían querido decirse a sí mismas, “vamos tarde en el uso de tecnologías de información”. En cada ámbito de la vida las tecnologías tomaron un rol preponderante durante el confinamiento al que prácticamente el mundo entero se ha visto obligado, no sólo convirtieron hogares en oficinas o escuelas, permitieron mantener contacto con amigos y familiares y dispararon el uso de tiendas en línea: prácticamente cualquier producto podía llegar a la puerta de las casas sin que se tuviera que salir de ese espacio seguro; esto inevitablemente deja ante las implicaciones que tiene no seguir la ruta tecnológica “dejar de ser vistos por clientes y por lo tanto accesibles”.

Las diversas tecnologías digitales se han ido integrando paulatinamente en las organizaciones, aunque no siempre al ritmo o en la forma idónea; también sabemos que incorporando tecnología las grandes empresas se vuelven líderes y este liderazgo está relacionado con el tamaño del presupuesto asignado a esta tarea.

Desde el nacimiento de la primera computadora programable creada hacia finales de los años treinta y hasta mediados de los años noventa cuando el término Transformación digital toma auge, estábamos encaminándonos a este momento de la historia, en la cuál las tecnologías finalmente dejaron de ser sustentadoras de los procesos organizacionales, y se convertirían en propiciadoras de nuevos modelos de negocio; un partaguas que deja atrás las diferencias entre industrias, giros o el tamaño de la organización

colocándolas a todas con una misma necesidad; incorporar tecnología a través de un proceso estratégico, que no deja fuera a ningún departamento o algún integrante del ecosistema empresarial; ya que en realidad parte fundamental de una verdadera transformación es que esta impregne el ADN de la empresa; las nuevas generaciones a la par que el desarrollo imparable de las tecnologías, pugnarán porque esta reinención se concrete en todos los ámbitos de la vida y de los negocios, se sabe que las tecnologías no son una moda, y al ritmo propicio de cada organización, éstas deben ser incorporadas o contemplar el escenario de su desaparición.

El presente trabajo tiene como objetivo general evaluar el índice de madurez digital en hoteles ubicados en el centro histórico de la ciudad de Veracruz, como objetivos específicos: i) definir las dimensiones organizacionales que intervienen en la transformación digital de las empresas seleccionadas; ii) determinar el nivel de cada una de las dimensiones estudiadas; iii) conocer la madurez digital de las empresas. Se abordan los conceptos de transformación digital, índice de madurez, empresas familiares y se concluye con la descripción del estado que guarda la madurez digital en las empresas muestra de este estudio; el cuál se obtiene a través de la definición del índice de madurez, así como de su medición.

Transformación Digital

La Transformación digital es, de acuerdo a Perez & Mejía (2018):

el cambio asociado con la aplicación de tecnología digital en todos los aspectos de la sociedad humana y puede ser considerada como la tercera etapa en la adopción de las tecnologías digitales: la competencia digital, el uso digital, la transformación digital, con la capacidad de uso y de capacidad transformadora que brinda la alfabetización digital. La etapa de transformación significa que los usos digitales permiten inherentemente nuevos tipos de innovación y creatividad en un ámbito particular, más que solo mejorar y apoyar los métodos tradicionales. (p. 24)

Desde la perspectiva de los autores, se considera que la transformación digital debe construir las bases de nuevas oportunidades para el negocio, transformándolo a través de diversas fases y convirtiéndolo, a fuerza de innovación, en un nuevo negocio.

Tomé (2017) citada por Juca et al., (2019) afirma que desde el punto de vista del negocio la transformación digital se trata de transformar tres áreas clave dentro de la organización: Modelos de negocios, la experiencia de usuarios, y las operaciones (p. 310). Incorporar las tecnologías a la empresa no es un proceso sencillo, ni rápido, es un proceso que implica planeación y que acompañará a las empresas en su transformación permanente o hasta su desaparición. De acuerdo con Schallmo & Williams (2017) transformarse digitalmente implica que el recurso humano realice innovación, es decir deben reconsiderar los procesos actuales y crear nuevos, también la forma de tomar decisiones queda implicada en esta nueva forma de actuar y operar. Para De Esteban (2017) citado por Álvarez et al., (2019) no hay camino de retorno en la transformación digital; y considera que el término digital en sí mismo dejará de ser un diferenciador hacia el año 2022; ya que como resultado de esta transformación “lo digital” será una característica intrínseca en los productos y servicios; digitalizar procesos y la transformación que ello implica dejará de ser una meta para integrarse como una característica nuclear.

Madurez Digital

De acuerdo con Lorenzo (2016) comprender que la experiencia del cliente es personal e intransferible denota los primeros atisbos de madurez digital en la organización, a partir de aquí, los tomadores de decisiones comprenden el binomio cliente-dispositivos digitales y el impacto que las tecnologías tienen cuando el consumidor toma decisiones de compra. Las metas y objetivos organizacionales empiezan a ser alineadas a las iniciativas de transformación digital.

En general, Simpson & Weiner (1989) afirman que el término "madurez" se refiere a un "estado de completa, perfecta o lista" e implica cierto progreso en el desarrollo de un sistema, citado por (Schumacher, Erol, & Sihm, 2016). En consecuencia, los sistemas de maduración (por ejemplo, biológicos, organizativos o tecnológicos) aumentan sus capacidades a lo largo del tiempo con respecto al logro de algún estado futuro deseable. La madurez se puede capturar cualitativamente o cuantitativamente de manera discreta o continua (Kohlegger, Maier & Thalmann 2009) citado por (Schumacher, Erol, & Sihm, 2016).

Los autores entendemos la madurez digital como los diversos estadios que recorre la empresa en su proceso transformativo, de tal manera que acorde a su nivel de uso e impacto las organizaciones tienen un nivel alcanzado en el uso de la tecnología en los procesos organizacionales, lo cual delimita su capacidad de respuesta a los retos del entorno y sin lugar a duda determina su productividad y competitividad. Este punto de vista da por sentado que las empresas se verán sometidas a una evolución constante, similar a la de los humanos en las distintas etapas de sus vidas. Como todo proceso de maduración, la digital es individual, progresiva y única en sus formas y tiempos, pero indiscutiblemente se da en el largo plazo; de manera que se permita el desarrollo de nuevas capacidades y habilidades en los miembros de la organización.

Para conocer el grado de madurez digital en el que se encuentran las organizaciones, se realiza una medición a través de indicadores que nos permiten conocer cuantitativamente el grado de madurez o avance alcanzado en la transformación digital; obteniendo así una medición objetiva de las debilidades y fortalezas encontradas en la organización; es un instrumento sumamente útil para conocer las capacidades que cuenta la empresa y las que no; para continuar la ruta de la transformación digital.

En el índice de Madurez Digital (IMD) se combinan dos dimensiones diferentes: el liderazgo (con

visión digital) que impulsa la transformación, y la capacidad digital, aquella que hace referencia a la innovación tecnológica que realiza la organización para mejorar la gestión operativa y una mejora en su competitividad (Westerman, Bonnet y McAfee, 2012, 2014) citados por (Cuenca, Matilla, & Compte, 2020). Sin embargo, para Lorenzo (2016) la serie de nuevas capacidades que se irán desarrollando con los recursos de la organización en el camino de la transformación; contemplan una lista más variada de dimensiones organizacionales. "El desarrollo de estas capacidades debe ocurrir de manera integrada en todas las dimensiones de la organización: estrategia, personas y cultura, estructura y sistemas de gestión, procesos de negocio y, por supuesto, en la tecnología" (Lorenzo, 2016, p. 574). Al ser la Transformación Digital un proceso que implica a todas las áreas del negocio y que debe sostenerse desde la planeación estratégica: se convierte en un proceso multidimensional, en el cual es necesario que las capacidades digitales se desarrollen e integren en todas las dimensiones anteriormente señaladas (Lorenzo, 2016).

En este estudio, el índice de madurez digital es el medio a través del cuál conocemos el avance de la transformación digital o grado de madurez en las empresas muestra; se logra a través de una serie de indicadores (recabados con el instrumento de medición); dichos indicadores permitieron una visión individual y global de los integrantes de la muestra. Estos indicadores fueron englobados en 4 Dimensiones; permitiendo retratar a la empresa y delimitar la serie de capacidades que deben ser desarrolladas en cada dimensión organizacional; y no hay que olvidar que existe una perspectiva única para comprender a las organizaciones; pero si consideramos que las dimensiones establecidas en el estudio permiten obtener la imagen completa de nuestra muestra; permitiendo concretar el objetivo buscado. Una vez que se ha establecido que la transformación digital se da en las organizaciones a lo largo y ancho de sus dimensiones (las cuáles pueden ser diversas) y de manera integral; corresponde definir las dimensiones que fueron determinadas para el es-

tudio; las cuáles se consideran, tanto las citadas por (Cuenca, Matilla, & Compte, 2020), como las contempladas por (Lorenzo, 2016). Ver la tabla 1 a continuación.

Tabla 1
Dimensiones del estudio

Dimensión	Descripción
Aprendizaje Organizacional	Relativa a la Creación y adquisición de conocimiento, así como la consolidación de una cultura organizacional, todo lo relativo a la creación de identidad y el fortalecimiento de la misma, considerando el tipo de liderazgo.
Cambio Organizacional	Relativa a la innovación: pequeños o grandes pasos en un sentido de mejora continua, dejando lo conocido y aprendiendo nuevas maneras de hacer las cosas; hasta nuevas formas de hacer negocios.
Recursos Humanos	Relativo al recurso más importante de la organización (el recurso humano), capacitación, promoción, recompensas, productividad.
Tecnologías	Uso, operación, desarrollo de aplicaciones de software y hardware, así como ventajas encontradas en su uso.

Fuente: Elaboración propia (2020)

Se sabe que, aunque comparten la necesidad de transformarse digitalmente, los recursos y capacidades de cada organización son diversos, es por ello que, al conformarse la muestra de este estudio por empresas familiares, haremos una descripción general de las características que acompañan a este tipo de organizaciones.

Empresas Familiares

Para Herrera, (2015), la empresa familiar es una organización muy compleja integrada por dos universos que, aunque son totalmente distintos, se vuelven interdependientes y comunes: La empresa y la familia. (p. 90)

Sin embargo, la sencillez de ambos conceptos no se transfiere a la complejidad que implica su conjunción; ya que definir a las empresas familiares es complejo debido a que el universo integrado por empresas familiares es vasto; incluyendo desde “la tiendita de la esquina” hasta una transnacional que cotiza en bolsa.

De acuerdo con Rodríguez (2018), las empresas familiares nacen de conocimientos previos de sus fundadores en ciertos mercados; otras veces como resultado de la casualidad y conjunción de factores que conllevan su creación como puede ser la apertura de una franquicia; lo que es muy real es que una idea vendible puede empezar un negocio; posterior a su nacimiento y las diversas causas que pueda tener el siguiente reto de una empresa familiar es llevar su ciclo de vida más allá de la tercera generación. Para ello será necesario que crezca y madure para no correr la misma suerte de la mayoría de las empresas familiares que desaparecen antes de alcanzar este objetivo; y que por el contrario pueda convertirse en un caso de éxito. Las empresas familiares no tienen límite en su crecimiento, su límite está determinado por la visión y capacidad de quien la guía.

Por su parte las empresas familiares hoteleras son concebidas como aquellos establecimientos o negocios de hospedaje que ofrecen los servicios básicos o complementarios de alojamiento, en donde la toma de decisiones y control la ejerce el fundador o propietario apoyado en algunas ocasiones por alguien de la familia que también participan en la gestión.

En la tabla 2 se observa como está conformada la muestra con respecto al relevo generacional, lo

cual puede dar una idea general de la solidez y/o riesgo que enfrentan.

Tabla 2

Relevo generacional de la muestra estudiada

Relevo Generacional	Número de empresas
Primera generación	5
Segunda generación	5
Tercera	3
Cinco generaciones o más	2

Fuente: Elaboración propia (2020)

Materiales y Métodos

Participantes

Los sujetos involucrados en este estudio fueron un grupo de PyMES hoteleras familiares, localizadas en el Centro Histórico de la Ciudad y Puerto de Veracruz con la particular característica de prestar servicios básicos de hospedaje. En la tabla 3 se presentan datos de la población y muestra de estudio. A través de la observación, se realizó un inventario cuantitativo, con una muestra de 15 de ellos, y de esa forma se identificó el número de procesos sustentados en tecnología, lo cual permite establecer las diferencias entre cada una de esas organizaciones.

Tabla 3

Descripción de la muestra de estudio.

Población (Núm. De Hoteles)	Muestra (Núm. De Hoteles)	Clasificación de acuerdo con el Núm. de Estrellas	Promedio de colaboradores
31	1	★★★★★	52
	3	★★★★	23
	9	★★★	18
	2	★	6
Total	15		

Fuente: Elaboración propia en base a la investigación (2020)

Para la selección de la muestra se utilizó el muestreo no probabilístico, pues se desconocía la accesibilidad del total de empresas integrantes de la población. Este muestreo por conveniencia no utiliza un muestreo estadístico, sino que es determinado por el acceso a la información de los hoteles. En esta muestra se busca evaluar el índice de madurez digital que poseen, como un paso previo a proponer un modelo de adopción tecnológica o transformación digital que les permita un desarrollo sostenido.

Instrumento

El instrumento que se utilizó para el desarrollo del estudio fue el cuestionario, levantándose la información relacionada con las variables implicadas en la investigación y que posteriormente fueron asociadas a las dimensiones del índice de transformación digital. Dicho cuestionario estuvo diseñado con 35 reactivos, divididos en cuatro secciones; la primera permitió obtener los datos generales de Pymes de hospedaje; la segunda

sección recaba información como: métodos utilizados para definir la tarifa; porcentaje de ocupación y ventas anuales; estudios que han hecho para identificar el rumbo que toman los competidores; programas de capacitación, entre otros. Por su parte, la tercera sección implica la obtención de datos como: en qué áreas o departamentos se han efectuado cambios; si han aplicado algunas estrategias de negocios; qué procesos se encuentran automatizados o, en todo caso, si tienen pensado invertir en recursos tecnológicos en los próximos años.

La cuarta sección, comprende datos como: el uso y propósito de los servicios de internet; qué aplicaciones informáticas se utilizan en la empresa y cuáles son sus logros; cuestiones referentes a las actualizaciones de las plataformas con las que cuentan las empresas objeto de estudio; y si disponen de un departamento de informática dentro de la estructura organizacional de la empresa. El instrumento, fue sometido a la medición de la confiabilidad, que consistió en la aplicación del instrumento (en un solo momento) a un grupo de PyMEs hoteleras de organización familiar, dedicadas al servicio de hospedaje localizadas en el Centro Histórico de la zona de estudio, esta medición de confiabilidad a través del coeficiente de Alfa de Cronbach arrojó los siguientes resultados en la tabla 4.

Tabla 4

Alfa de Cronbach

Items	Coeficiente
Alfa de Cronbach en los items que utilizan escala de likert	0.852
Alfa de Cronbach referentes a la actualización de las plataformas	0.957

Fuente: Elaboración propia (2020)

A que esta parte del cuestionario es evaluada como muy buena, asimismo un coeficiente de 0.957, indica que esta parte queda evaluada como excelente. Ver anexo 1

Tipo y Diseño

El presente estudio se llevó a cabo con un diseño no experimental cuantitativo, el cual, de acuerdo con Hernández, Fernández & Baptista (2014) “las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir sobre ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos” (p.152).

Los datos de este estudio fueron recabados en un único momento, in situ, a través de la respuesta al instrumento diseñado, permitiendo la observación de la realidad de los hoteles muestra para su posterior análisis. Este estudio no experimental cuantitativo de cohorte transeccional o transversal nos permitió recolectar datos en un solo momento para conocer el índice de madurez digital en las diversas dimensiones organizacionales implicadas en el instrumento; razón por la cuál es descriptivo; su alcance no requiere la formulación de hipótesis ya que no intenta pronosticar una cifra o un hecho sino únicamente conocer a través de su medición los elementos o dimensiones organizacionales que intervienen en la transformación digital.

Procedimiento

Para el desarrollo de la investigación se diseñó un plan de trabajo dividido en fases con la finalidad de planificar y sistematizar las actividades a realizar:

Fase I. Reunión de trabajo

Se solicitó una reunión con el presidente de la Asociación de Hoteles y Moteles de la Ciudad de Veracruz para presentar el objetivo del proyecto, dejar antecedentes y señalar el propósito académico, en dicha reunión se acordó que la asociación extendería los oficios correspondientes para

la aplicación del instrumento y levantamiento de la información logrando con esto una gran apertura y apoyo por parte de los empresarios hoteleros.

Fase II. Trabajo de Campo

Asignación de los hoteles de organización familiar localizados en el área de estudio en cuestión a los colaboradores para la recolección de información. Se efectuaron antes, durante y después de la recolección de información reuniones para la coordinación, planificación, ejecución y seguimiento del trabajo de campo.

Fase III. Análisis de datos

Para la codificación de la información, primero se revisaron cada uno de los cuestionarios para verificar la correcta respuesta de los indicadores asignándoles una numeración a cada uno de ellos, la información fue vaciada en una hoja de cálculo, generando la base de datos con las variables de estudio y las respuestas de cada uno de los ítems de los cuestionarios aplicados. Posteriormente se agruparon los ítems por dimensión, permitiendo así realizar un cálculo y posterior evaluación del índice de madurez digital de las empresas estudiadas.

Consentimiento informado

Para el abordaje realizado a los integrantes de la muestra, se contó con el apoyo de la Asociación de hoteles y moteles de Veracruz, quién les informó que un grupo de docentes de la Universidad Veracruzana estaba efectuando un estudio encaminado a evaluar el índice de madurez digital de sus establecimientos de hospedaje con la finalidad de ofrecer posibles rutas de mejora para la citada transformación, derivado de los anterior se logró el apoyo y participación para responder las preguntas del instrumento; no sin antes garantizarles el resguardo de su identidad respetando, así su confidencialidad.

Resultados

Para el presente estudio se evaluó un índice de madurez digital que permite conocer con objeti-

vidad en qué situación se encuentran los hoteles muestra. Hablar de transformación digital es hablar de un proceso continuo, que para su inicio es necesario conocer a cabalidad el estado que guarda la empresa con respecto al uso de tecnologías; es de vital importancia conocer el punto de partida, para con ello establecer los pasos que se requieren para su transformación.

Enseguida se exponen los resultados del estudio en las figuras correspondientes. La figura 1 presenta los resultados que determinan el índice de madurez digital en el sector de servicios de hospedaje de acuerdo con las 4 dimensiones para las 15 empresas hoteleras.

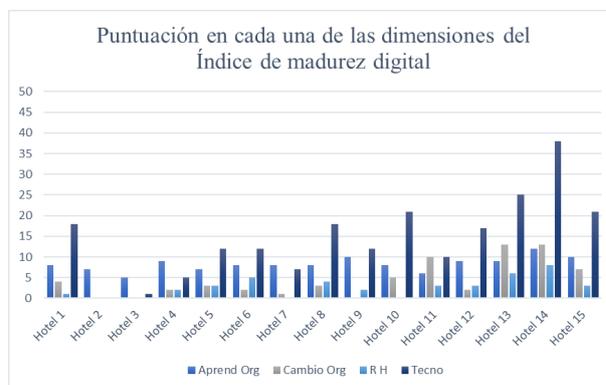


Figura 1. Puntuación en cada una de las dimensiones del índice de madurez digital.

Fuente: Elaboración propia (2020).

La puntuación total alcanzable por las empresas muestra en este índice de madurez digital en cada una de sus dimensiones, así como el promedio de la muestra y los máximos y mínimos obtenidos se aprecian en la siguiente tabla 5.

Tabla 5

Puntuación de las dimensiones estudiadas.

Dimensión	Puntaje máximo	Promedio	Promedio en Porcentaje	Máximo obtenido	Mínimo obtenido
Cambio Organizacional	22 Puntos	4.33 Puntos	19.68%	13 Puntos	0 Puntos
Tecnología	48 Puntos	14.46 Puntos	30.12%	38 Puntos	0 Puntos
Aprendizaje Organizacional	19 Puntos	8.26 Puntos	43.47%	12 Puntos	5 Puntos
Recursos Humanos	10 Puntos	2.66 Puntos	26.6%	8 Puntos	0 Puntos
TOTAL	99 Puntos				

Fuente: Elaboración propia (2020)

Como podemos apreciar en la Figura 1 y en la Tabla 5, hay mucho trabajo por hacer en lo referente a madurez digital, sólo uno de los hoteles se acerca al máximo obteniendo 38 de 48 puntos en la dimensión Tecnología, mientras que el promedio de la muestra en esta misma dimensión es de 14.46 puntos. Esto se menciona por ser el valor más representativo, sin embargo, también el promedio calculado en forma de porcentaje en cada una de las dimensiones tiene niveles que no superan el 50% del valor que podrían alcanzar. A continuación, se desglosa para cada Dimensión los resultados de su medición.

Cambio Organizacional

La dimensión Cambio organizacional cuyo resultado se muestra en la figura 2, está compuesta por cuatro indicadores: áreas a las cuáles se les asigna presupuesto en sus periodos correspondientes, información que son examinados para llevar a cabo la toma de decisiones, estrategias que considera en el corto plazo, y procesos que actualmente tiene automatizados.

El promedio alcanzado por la muestra para esta dimensión es 4.33 puntos de un máximo de 22 que podían obtener, el máximo logrado por dos

hoteles es de 13 puntos; mientras que tres hoteles obtienen cero puntos, lo anterior demuestra que es inminente la necesidad de diseñar estrategias y proporcionar herramientas para enfrentar el Cambio Organizacional por parte de las Pymes que ofrecen servicio de hospedaje.

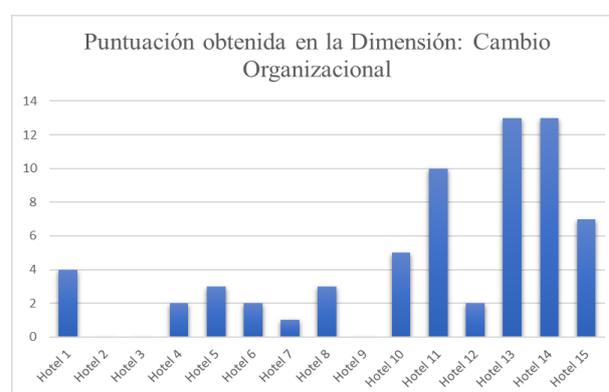


Figura 2. Puntuación obtenida Dimensión: Cambio Organizacional.

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tecnología

La dimensión Tecnología, está integrada por diez indicadores: servicios de internet que usan, propósito de uso de los servicios de internet, aplicaciones informáticas con las que cuentan, impacto o logros de las aplicaciones informáticas, apoyo

obtenido por las TIC para la toma de decisiones, Nivel de actualización de las TIC, elementos que son considerados en la planeación de TIC de la empresa, si cuentan con departamento de informática, cuántas personas hay en el departamento de informática, y por último actividades que son realizadas por el departamento mencionado. En la figura 3 se observa que el promedio de la muestra para esta dimensión es de 14.46 puntos de un máximo de 48 que podían obtener, el máximo conseguido por un hotel de la muestra es de 38 puntos mientras que otro de los hoteles se queda en cero puntos, indicadores que manifiestan que es urgente la incorporación de las tecnologías en el tipo de empresas del tejido empresarial investigado. La tecnología ha sido y es un factor determinante en la gestión de hospedaje porque provee valor agregado entre empresa y cliente siendo un medio directo de comunicación, difusión, venta, al mismo tiempo que satisface la exigencia de un mercado altamente competitivo.

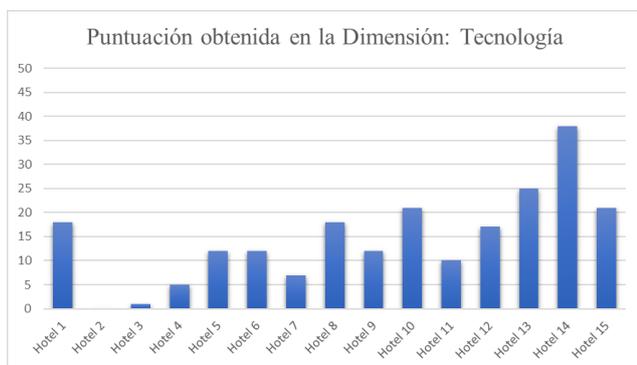


Figura 3. Puntuación obtenida en la Dimensión: Tecnología
Fuente: Elaboración propia (2020).

Aprendizaje organizacional

La dimensión Aprendizaje Organizacional, se compone de cuatro indicadores: método tarifario utilizado, ocupación anual promedio y la diversificación de su ocupación en los diversos mercados (regional, estatal, nacional e internacional). En la figura 4, se aprecia el promedio de la muestra para esta dimensión es 8.26 puntos de un máximo de 19 que podían obtener, el máximo obtenido por un hotel es de 12 puntos mientras

que el mínimo conseguido por uno de los hoteles es de 5 puntos, aquí se observa que esta es la dimensión con mejor puntaje de las cuatro analizadas.

El aprendizaje organizacional se muestra como una elección de la transformación de conocimiento entre los miembros de la organización que buscan ser productivos, competitivos y eficientes, es decir; aprovechar al máximo las capacidades y oportunidades identificadas.

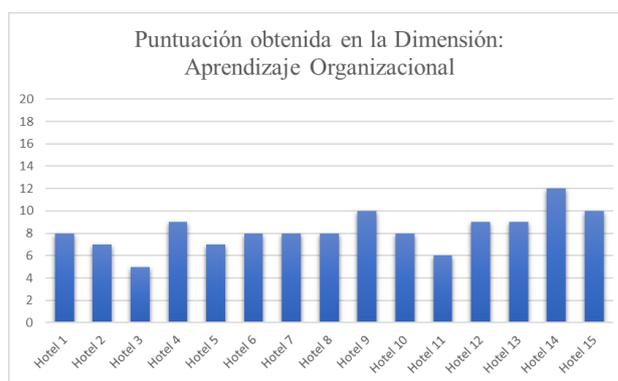


Figura 4. Puntuación obtenida en la Dimensión: Aprendizaje Organizacional.
Fuente: Elaboración propia (2020).

Recursos humanos

La dimensión recursos humanos está diseñada por cuatro indicadores: programas de capacitación, periodicidad de la capacitación, programas de promoción y ascenso, y por último programa de recompensas.

El promedio para esta dimensión como lo representa la figura 5, es 2.66 puntos de un máximo de 10 que podían obtener, el máximo alcanzado por un hotel es de 8 puntos mientras que cuatro hoteles quedan en cero puntos, es importante el rol de los recursos humanos en los procesos de cambio digital ya que las personas son el centro de atención para impulsar o no aprobar la adopción a través de la creación de una cultura organizacional que sustente el cambio transformador instigado por las tecnologías.



Figura 5. Puntuación obtenida en la Dimensión: Recursos Humanos.

Fuente: Elaboración propia (2020).

Las figuras previas nos desglosan cada una de las dimensiones, mientras que la siguiente figura (Figura 6), representa el resumen del índice de madurez digital alcanzado en cada uno de los hoteles de la muestra, el cuál integra las 4 dimensiones mencionadas.

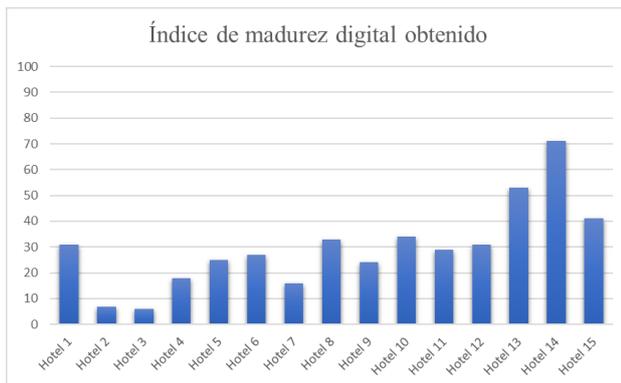


Figura 6. Índice de madurez obtenido.

Fuente: Elaboración propia (2020).

Como puede apreciarse en la Figura 6. “Índice de madurez obtenido”, en la muestra encontramos sólo dos empresas que alcanzaron más de 50 puntos, lo que puede leerse también como estar arriba del promedio, ya que el total posible es de 99 puntos. Estas dos empresas representan el 13.33% de Pymes; cuando se plantea de manera inversa y afirmamos que el 86.66% de las empresas no alcanzan este promedio; o que hay dos hoteles que no alcanzan el 10% de los puntos posibles y que el promedio del índice de madurez digital está en 30% obtenemos una imagen preocupante del nivel de adopción con que cuentan.

Conclusiones

Las herramientas tecnológicas han estado disponibles para todas las organizaciones desde hace varios años, la resistencia de adoptarlas también, después de la pandemia, la adopción de la tecnología de información derribará esta resistencia o a la misma organización de manera inmediata. Las herramientas brindadas como apoyo por el sector público, el privado y diversas organizaciones, será fundamental para la recuperación económica en todos los niveles.

Este estudio sienta el precedente que permite la construcción de un modelo de transformación digital para las Pymes hoteleras.

Ante los constantes, inesperados e inciertos cambios económicos que se están presentando, es fundamental que el tejido empresarial del área de estudio considere oportuno el uso urgente de las herramientas tecnológicas; que sean el inicio de la transformación digital; herramientas aliadas como factor determinante para adaptarse a las exigencias de un mercado permanentemente competitivo. Estos cambios son un reto para las organizaciones, esto supone cambiar sus modelos de negocios, es decir; integrarse a una nueva cultura organizacional donde la estrategia principal sea transformarse digitalmente.

A través de este estudio se identificó que sólo dos empresas alcanzan más de 50 puntos de un total posible de 99 puntos posibles del Índice. Estas dos empresas representan el 13.33% de Pymes; De manera inversa esto denota que el 86.66% de las empresas no alcanzan este promedio; también se identifica que hay dos hoteles que no alcanzan el 10% de los puntos posibles y que el promedio del índice de madurez digital está en 30%, estos datos nos arrojan una imagen preocupante del nivel de adopción con que cuentan.

Asimismo, los datos confirman la enorme necesidad y urgencia de incorporar o alinear estratégicamente la transformación digital en las empresas muestra, esto a través de un modelo guía que

facilite la superación de esta crisis, y su posterior desarrollo competitivo.

Se concluye que la transformación digital en el sector estudiado tiene una gran oportunidad de desarrollo a través de estrategias que les permitan la inclusión digital y no perder la ocasión de aumentar productividad, generar ingresos y captar nuevos clientes. Las dimensiones de la transformación digital son sesgos de esta madurez, los cuales facilitan la planeación estratégica organizacional alineada a la digitalización de sus procesos, así reflexionamos que la dimensión Cambio Organizacional permite que las organizaciones identifiquen la necesidad de nuevas prácticas en el desarrollo de las labores, con objetivos y acciones concretas a elevar esta dimensión. En otro sesgo o dimensión: la tecnología, confirma la urgencia de incorporar herramientas digitales en los procesos de las empresas de hospedaje; ya que el promedio alcanzado queda en el 30% de los posibles puntos del índice en esta dimensión; en la dimensión de aprendizaje organizacional encontramos el mejor nivel de las 4 dimensiones con un 43.47% de promedio, pero aún como el resto de las dimensiones sin alcanzar siquiera el punto medio o 50%.

Recursos Humanos resulta ser la dimensión más pobremente evaluada con un promedio de 2.66%, siendo esta dimensión de las primeras que se deben consolidar cuando se habla de Transformación Digital ya que juegan un papel clave en la transformación de toda la cadena de valor de las empresas, pero sobre todo para la gestión del cambio, puesto que son las personas en las que recae el éxito o fracaso de los cambios organizacionales necesarios que apalancan la transformación digital. El estudio evalúa el índice de madurez digital de las empresas y las ubica como lo demuestran los resultados, en niveles incipientes de uso de tecnologías. Con los datos se confirma la urgente necesidad de contar con un modelo de Transformación digital que sea la hoja de ruta de estas organizaciones para romper la inercia de lo conocido y explorar nuevas maneras de ser y hacer las cosas.

Para trabajos futuros sería importante extender esta práctica de medición de las diversas dimensiones organizacionales enlazadas en la Transformación digital, para con ello seguir robusteciendo las hojas de ruta, principalmente de las PYMES, de tal forma que con ello se incrementen las posibilidades de una transformación exitosa. Una vez implementadas estas hojas de ruta o modelos de transformación; también deberán ser medidos, y con ello fundamentar mejores decisiones y acciones por parte de los tomadores de decisiones.

Referencias Bibliográficas

- Alfonso Alfonso, R., Ulicia Oviedo, Z., & Suárez Mella, R. P. (2019). El Tratamiento de las TICs en hoteles tres y cuatro estrellas de Cuba y Ecuador. *Revista San Gregorio*, 35 (4) 1-15. <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i35.871>
- Álvarez Marcos, J., Capelo Hernández, M., & Álvarez Ortiz, J. I. (2019). La madurez digital de la prensa española: estudio de caso. *Revista Latina de Comunicación Social*, 499 - 520. <https://doi.org/10.4185/RLCS-2019-1342>
- Arnaiz Ramos, F., & Pinto Valero, S. (2018). *Transformación digital en las empresas*. 1era. Edición. Madrid: FC Editorial
- Barco, J. A. (2016). La Transformación digital: la palanca para una cadena de suministro adaptable, ágil, flexible. *Boletín de estudios económicos*, 483 - 505.
- Becerril Velasco, C. I. (2020). Apropiación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para reducir la pobreza en Aguascalientes, México. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad con el conocimiento*, 53 - 67. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2019.21.69387>
- Belausteguigoitia Rius, J. C. (2017). *Empresas familiares. Su dinámica equilibrio y consolidación*. 4ª Edición. CDMX: Mc Graw Hill.
- Buenrostro Mercado, H. E., & Hernández Eguiarte, M. d. (2019). La incorporación de las TIC en las empresas. Factores de la brecha digital en las Mipymes de Aguascalientes. *Economía, Teoría y práctica*, 101-124. <https://doi.org/10.24275/ETYP/AM/NE/502019/Buenrostro>
- Castro, A., & Gómez Durán, M. (2015). Nivel de Preparación de los Hoteles 4 y 5 estrellas de Cumaná, estado Sucre, Venezuela, para participar en la economía digital. *SABER. Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 481 - 488.
- Cuenca-Fontbona, J., Matilla, K., & Compte-Pujol, M.

- (2020). Transformación digital de los departamentos de relaciones públicas y comunicación de una muestra de empresas españolas. *Revista De Comunicación*, 19(1), 75-92. <https://doi.org/10.26441/RC19.1-2020-A5>
- Curbelo, J. L. (2017). Competir en la transgromación digital. *Economía Industrial*, (404) 135 - 145. Recuperado de <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/404/JOS%C3%89%20LUIIS%20CURBELO.pdf>
- Cruz Estrada, I., & Miranda Zavala, A. M. (2019). La adopción de las tic en restaurantes de Puerto Nuevo, Rosarito, Baja California. *Innovar*, 29 (72), 59-76. <https://doi.org/10.15446/innovar.v29n72.77932>
- Cruz Estrada, I., Miranda Zavala, A. M., & Lobo Rodriguez, M. O. (2019). Innovación mediante las TIC: Retos y oportunidades en las empresas turísticas de Puerto Nuevo, Baja California. *El Periplo Sustentable*, (36), 372 - 401. <https://doi.org/10.36677/elperiplo.v0i36.9142>
- González Gutiérrez , J. P. (2020). Transformación Digital desde un enfoque normativo. *Gestión y Tendencias GESTEN*, 10, 12. <https://doi.org/10.11565/gesten.v4i2.90>
- Grande, M., Cañon, R. & Cantón, I. (2016) Tecnologías de la información y la comunicación: evolución del concepto y características. *Internacional Journal of Education Research and Innovation*, 6, 218-230. Recuperado de <https://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/view/1703/1559>.
- Gutiérrez Alva, E., & Santamaria Mendoza, E. (2018). Problemas de las micro, pequeñas y medianas empresas mexicanas para ser competitivas 2016. *Global Conference on business and finance proceedings* , 217 - 227.
- Hadhri, W., Arvanitis, R., & Henni Hatem, M. (2016). Determinants of Innovation activities in small and open economics: The Lebanese Business Sector. *Journal of Innovation Economics & Management*, 3(21), 77 - 107. <https://doi.org/10.3917/jie.021.0077>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. 6ª Edición. CDMX: Mc Graw Hill.
- Herrera Martinez, M. A. (2015). *Justicia en la sucesión de empresas familiares*. CDMX: Ediciones y gráficos Eón.
- Jones, C., Motta, J., & Alderete, M. V. (2016). Gestión estratégica de tecnologías de información y comunicación y adopción del comercio electrónico en Mipymes de Córdoba, Argentina. *Estudios Gerenciales*, 4-13. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2015.12.003>
- Juca Maldonado, F., Brito, B., García Saltos, M. B., & Burgo Bencomo, O. B. (2019). La trasformación digital en los procesos académicos de la Universidad como alternativa a la reducción de impacto al medio ambiente. *Revista Conrado*, 15(67), 309-316. Recuperado de <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>
- Lombardero , L. (2016). *Trabajar en la era digital: Tecnología y competencias para la transformación digital*. 1era Edición. Madrid: Lid editorial.
- Lopez I Seuba, M. (2019). *Internet de las cosas. La transformación digital de la sociedad*. 1era. Edición.Madrid: Ra - Ma.
- López Jiménez, J., & Alonso García, M. N. (2019). *Los Retos de la igualdad en un escenario de transformación digital*. Madrid: Dykinson.
- Lorenzo Ochoa, O. (2016). Modelos de madurez digital: ¿En qué consisten y qué podemos aprender de ellos? *Boletín de estudios económicos*, 573 - 590. Recuperado en: https://www.researchgate.net/publication/313798566_Modelos_de_Madurez_Digital_en_que_consisten_y_que_podemos_aprender_de_ellos
- Manzano Ibarra, M., Zamora Sánchez, R. y Medina Chicaiza, P. (2019). Propuesta metodológica para la generación de indicadores clave de desempeño apoyada en tecnología de información. *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 8(1), 10-29. <https://doi.org/10.17993/3c-tecno/2019.v8n1e29/10-29>
- Martínez Aguiló, J. (2019). *Industria 4.0: la transformación digital en la industria*. 1era. Edición. Barcelona: UOC.
- Mendivil Escalante, V. M. (2015). *Metodología para institucionalizar a la empresa familiar y a la empresa mediana*. CDMX: Instituto Mexicano de Contadores Públicos.
- Monge Malo, L. (2019). *Crisis Digital. Por qué las empresas fracasan en su transformación digital y cómo evitarlo*. Madrid: Marcombo.
- Morales Rubiano, M. E., Ortiz Riaga, C., Duque Orozco, Y. V., & Plata Pacheco, P. A. (2017). Fuentes de conocimiento e imágenes de la innovación en micro y pequeñas. *Revista de investigación desarrollo e innovación.*, 217-230. <https://doi.org/10.19053/20278306.v7.n2.2017.6081>
- Muñoz Moreno, J. L., & Martínez Marín, J. (2018). Aprender en las organizaciones de la era digital: alternativas desde la formacion y hasta la transformación. Cataluña: UOC.
- Muñoz Sastré, D. (2019). *La Cultura Corporativa: claves de la palanca para la verdadera Transformación digital*. *Prisma Social*, 25, 440 - 463.
- Ovelar Beltrán, R., Benito Gómez, M., & Romo Uriarte, J. (2009). Nativos digitales y aprendizaje una aproximación a la evolución de este concepto. *ICONO 14. Revista de comunicación y nuevas tecnologías.*, 31 - 53. <https://doi.org/10.7195/ri14.v7i1.332>

- Palacios, P. D., Saavedra, M. L., & Camarena, M. E. (2018). Competencias, talentos y habilidades claves en la PYME manufacturera mexicana. *Economía Conyuntural, Revista de temas de coyuntura y perspectivas*, 3 (2), 57 - 98. Recuperado de <https://www.iies.uagrm.edu.bo/wp-content/uploads/2019/04/Vol.3-Nro.2-Abr-Jun-2018-3.-COMPETENCIAS-TALENTOS-Y-HABILIDADES-CLAVES.pdf>
- Perez Villamizar, J., & Mejía Rojas, M. (2018). Análisis del impacto del nivel de transformación digital en la ventaja competitiva de las pymes en Colombia (Tesis Doctoral) Universidad EAFIT repositorio Institucional. Obtenido de <https://repository.eafit.edu.co/>: <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/12591>
- Puentes Figueroa, C. E., & Maestre Góngora, G. (2019). Plan estratégico basado en ITIL para mipymes en el departamento de Arauca-Colombia. *Lámpsakos*, 22, 68 - 84. <https://doi.org/10.21501/21454086.3280>
- Ricaurte Quijano, P. (2018). Jóvenes y cultura digital abordajes críticos desde América Latina. *Chasqui: Revista Latinoamericana de Comunicación*, 137, 15 - 30. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6578582>
- Rivera Pesquera, M., & Mendez Montero, E. (2017). *Revolución digital: Lidera el futuro digital de tu empresa... antes de que desaparezca*. Barcelona: Conecta.
- Rodríguez Clariana, S. (2018). *Empresas Familiares: ¿por que no llegan a la tercera generación?* Madrid: ESIC.
- Romero Nieva, J., & Romero Martín, J. M. (2019). *Lidera tú empresa en la cuarta revolución ¡Sácale provecho a la transformación digital!* Málaga: ExLibric.
- Sampietro, S. (2020). Transformación digital de la Industria 4.0. *Polo del conocimiento*, 1344 - 1356. <http://doi.org/10.23857/pc.v5i8.1666>
- Schallmo, D., & Williams, C. A. (2017). Digital transformation of business models — best practice, enablers, and roadmap. *International Journal of Innovation Management*, 1 - 17. <https://doi.org/10.1142/S136391961740014X>
- Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia CIRP*(52), 161 - 166. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040>
- Storchevi, M. (2015). The Theory of the Firm and Strategic Problems of Economic Transitions., 1 - 19. <https://doi.org/10.1080/10611991.2014.1088357>
- Urciaga-García, J. I., León-Castro, E., & Carpio-Mendoza, J. (2019). Los determinantes de la innovación organizacional en las empresas PYMES de Guanajuato, México. *Global Conference on Business and Finance Proceedings*, 499 - 509.
- Uribe-Zapata, A. (2019). *Cultura digital, juventud y prácticas ciudadanas emergentes en Medellín, Colombia*. RLCS-NJ, 17(2), 1-19. <https://doi.org/10.11600/1692715x.17218>
- Vainrub, R. (2009). *Una guía para emprendedores. Convertir sueños en realidad*. México: Pearson.
- Valdez Juárez, Luis Enrique, & García Pérez de Lema, Domingo, & Maldonado Guzmán, Gonzalo (2017). TIC y la gestión del conocimiento como elementos determinantes del crecimiento de la PyME. *Investigación y Ciencia*, 25(70),50-62.[fecha de Consulta 30 de Octubre de 2020]. ISSN: 1665-4412. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=674/67451351007>
- Velázquez Castro, J. A., & Vargas Martínez, E. E. (2015). De la innovación a la ecoinnovación. *Gestión de servicios en empresas hoteleras. Revista Venezolana de Gerencia*, 20, 268 - 281. <https://doi.org/10.31876/revista.v20i70.19997>
- Zapata R., G., & Mirabal M., A. (2018). Capacidades dinámicas de la organización: Revisión de la Literatura y un Modelo Propuesto. *Investigación Administrativa*, 40, 1 - 22. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456054552003>
- Zubillaga Rego, A., Aramburo Goya, N., Lorenzo Ochoa, O., North, K., & Peletier, E. C. (2019). *Madurez Digital de la PYME Vasca*. Donostia - San Sebastian: Instituto Vasco de Competitividad. Fundación Deusto.

ANEXO 1

DATOS GENERALES

1.- Nombre del hotel:

2.- Domicilio:

3.- Tipo de alojamiento:

- Hotel Albergue Pensión Casa de huéspedes
 apartamento Otros

4.- Número de habitaciones totales _____

5.- Tipo de habitaciones

- Sencilla Dobles Triples
 Cuádruple

6.- El hotel cuenta con:

- Restaurant Bar Lobby Otros: _____

7.- ¿Cuántos años lleva funcionando su empresa? _____ años

8.- ¿Cuántas remodelaciones ha realizado? _____

APRENDIZAJE ORGANIZACIONAL

9.- Indique cuál de los siguientes métodos utiliza su empresa para definir la tarifa.

- Costo Oferta/demanda Otros ¿Cuál? _____

10.- ¿Cómo considera que se encuentran sus precios en relación a la competencia?

- Arriba de la competencia Igual a la competencia Por debajo de la competencia Lo desconozco

11.- ¿Cuál ha sido su porcentaje de ocupación anual en los años que se indican y a que tarifa promedio?

Indicadores	2013	2014	2015
% de Ocupación	_____ %	_____ %	_____ %
Tarifa promedio	\$ _____	\$ _____	\$ _____
Segmento de mercado	_____ %	_____ %	_____ %

12.- ¿En función a su ocupación que porcentajes de sus ventas provienen de cada uno de los siguientes mercados?

Mercado	2015
Local/Regional	_____ %
Estatad	_____ %
Nacional	_____ %
Internacional	_____ %
TOTAL	100%

13.- ¿Cuáles considera usted que son los competidores más cercanos al hotel?

- a.- _____
- b.- _____
- c.- _____

14.- ¿Qué criterios utiliza para identificar a su competencia?

- Servicios Ubicación geográfica Por tarifa Ninguna

15.- ¿Qué tipo de estudios realiza la empresa para identificar el rumbo que están tomando sus competidores en relación a la creación de nuevos servicios?

- Estudio de mercados Análisis FODA Market Share Ninguna Otra

¿Cuál? _____

16.- A continuación indique cuales son los efectos de los siguientes factores externos:

	Altamente Beneficioso	Medianamente Beneficioso	Escasamente Beneficioso	Sin Beneficios	Observaciones
Reforma Fiscal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Impuesto a la nómina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Impuesto al hospedaje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Reforma Laboral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Reforma Energética	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

17.- Indique en que programas públicos se ha visto beneficiado su hotel

- Distintivo H Distintivo M Punto limpio Empresas Verdes Otros

¿Cuáles? _____

18.- Realiza los procedimientos para:

Ahorrar el consumo energético. Si No No sé

La reducción del consumo de agua. Si No No sé

La compra responsable de productos que se hayan fabricado siguiendo unos estándares que garanticen en mínimo impacto en el medio ambiente o el entorno. Si No No sé

El reciclaje de residuos, materiales y orgánicos Si No No sé

RECURSOS HUMANOS

19.- La empresa cuenta con programas de capacitación.

De inducción a la empresa Por áreas De Planeación Ninguno

Otros ¿Cuáles? _____

20.- ¿Con qué periodicidad se capacita al personal?

Seis meses Cada año No han recibido capacitación

21.-¿Tiene diseñado algún programa de promoción/ascenso para su personal?

Si No

En qué consiste:

22.- ¿A través de qué estrategia la empresa reconoce y premia el trabajo de sus colaboradores?

Días adicionales (Extras al día de descanso) Monetariamente (Horas extras)

Plan de vida y carrera Ninguna Otras ¿Cuáles? _____

CAMBIO ORGANIZACIONAL

23.- ¿En cada periodo presupuestal en qué áreas o departamentos efectúa cambios?

Procesos de gestión administrativa Atención al cliente Automatización de la infraestructura

Ninguna Otros ¿Cuáles? _____

24.- ¿Con la información que se genera actualmente en sus diferentes procesos le permite una adecuada toma de decisiones? (Puede seleccionar más de uno).

Información contable y financiera

De mercado (caracterización del mercado, satisfacción, infraestructura)

Operación y servicios

Infraestructura

Administrativo (mantenimiento)

Administración (almacén, compras, R:H, costos, auditoría interna de ingresos y egresos)

Operativa (AyB, ventas, Div. Cuartos)

25.- ¿En cuál de las siguientes estrategias de negocios tiene pensado aplicar cambios en los próximos dos años? (Puede seleccionar más de uno)

Adquisición de franquicias Alianzas Plan de mercados Ninguno Otros ¿Cuáles? _____

26.-¿Indique en cuál de los siguientes procesos se encuentran automatizados y/o tiene pensado invertir en ello en los próximos dos años? (Puede seleccionar más de uno)

Reservación Check in/out Centro de consumo Facturación Post venta Encuesta de satisfacción

Ninguno Otro ¿Cuál? _____

TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN

Responde a las siguientes cuestiones en relación con su empresa

27.- Enumera en orden de importancia el uso de los servicios de Internet (1) (+) importante, (7) (-) importante

___ Facebook ___ Twitter ___ Sitio Web ___ Correo electrónico ___ Portal de servicios Web
___ Buscadores ___ Otros

28.- ¿Con que propósito usa los servicios antes mencionados? (Puede seleccionar más de uno)

Crear nuevos productos o servicios Diferenciar productos o servicios
 Mejorar productos o servicios Crear alianzas Mercadotecnia Relación con proveedores y clientes

29.- En relación a las siguientes aplicaciones informáticas señale las que habitualmente se utilizan en su empresa: (Puede seleccionar más de uno)

Procesador de textos (WP, Word, otros) Base de datos (Access, SQL, otros)
 Hoja de cálculo (Excel, otros) Programa de gráficos (Publisher, otros)
 Contabilidad Laboral (Nóminas, otros)
 Almacenes Facturación
 Compras Sistema de hospedaje
 Otros ¿Cuál?: _____

30.- Sus aplicaciones actuales logran: (Puede seleccionar más de uno)

Incremento de las ventas Incremento de la productividad Reducción de costos Mejora del servicio a clientes Mejora del manejo y administración de recursos económicos

31.- ¿En qué medida su toma de decisiones es apoyada por las TIC o por las aplicaciones seleccionadas anteriormente?

Apoyo total Apoyo medio Apoyo escaso Apoyo nulo

32.-Conteste las siguientes cuestiones referentes a la actualización de las plataformas con las que cuenta su empresa:

	Nunca	Menos de 6 meses	Entre 6 meses y un año	Entre 1 a 2 años	Entre 2 y 3 años	Más de 3 años
a) ¿Cuándo fue la última vez que actualizó su equipo de cómputo?	<input type="checkbox"/>					
b) ¿Cuándo fue la última vez que actualizó su sistema operativo?	<input type="checkbox"/>					
c) ¿Cuándo fue la última vez que actualizó su software de aplicación administrativa?	<input type="checkbox"/>					
d) ¿Cuándo fue la última vez que compró una licencia de software?	<input type="checkbox"/>					

33.-¿Cuál de los siguientes elementos se incluyen en la planeación de TIC's de su empresa? (Puede seleccionar más de uno)

Políticas Estándares Procedimientos Normas Ninguna o no tengo

34.- ¿Existe un departamento de informática dentro de la estructura organizacional de la empresa?

Si No

Si su respuesta es SI.

¿Cuántas personas laboran?

Una Dos Tres Cuatro Cinco Más de cinco

35.-Enliste las actividades que desempeñan (Puede seleccionar más de uno)

Desarrollo de Sistemas de Información Operación y Mantenimiento de Sistemas

Desarrollo de la infraestructura y Soporte.

¡Gracias por tu colaboración!



Desarrollo de un Sistema Basado en Conocimiento Mediante Modelado de proceso Evolutivo y Programación lógica para el Aprendizaje de la Taxonomía de los Animales Invertebrados

Development of a Knowledge Based System Through Evolutionary Process Modeling and Logical Programming for Learning the Taxonomy of Invertebrate Animals

Miguel Ángel Palomino Hawasly¹
<https://orcid.org/0000-0001-8162-1332>
Universidad de Córdoba, Colombia

Andrés Farid Díaz Gómez²
<https://orcid.org/0000-0002-6510-8528>
Universidad de Córdoba, Colombia

Juan David Rodríguez Moreno³
<https://orcid.org/0000-0002-9118-2529>
Universidad de Córdoba, Colombia

Recibido: 15-09-2020
Aceptado: 26-12-2020

Cita Recomendada

Palomino, M.A., Díaz, A.F. & Rodríguez, J.D. (2020). Sistema basado en conocimiento para el aprendizaje de la taxonomía de los animales invertebrados. *Hamut'ay*, 7 (3), 30-38
<http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v7i3.2189>

RESUMEN

En el presente trabajo se muestra el desarrollo de un sistema basado en conocimiento cuya finalidad es apoyar los procesos de aprendizaje asociados a la taxonomía de los animales invertebrados. Se adoptó la metodología de desarrollo de prototipos evolutivos para tal fin, utilizando el lenguaje prolog como mecanismo funcional de la programación lógica, paradigma computacional en la que está basado este sistema. Se muestran las etapas llevadas a cabo durante el proceso de desarrollo, logrando obtener un prototipo funcional el cual permite la realización de consultas básicas y especializadas que el usuario puede hacer como refuerzo a la actividad de aprendizaje relacionada con la taxonomía de animales invertebrados.

Palabras Clave: Sistema basado en conocimiento, programación lógica, prototipos evolutivos, taxonomía, animales invertebrados.

1. Doctor en Ingeniería, docente tiempo completo Universidad de Córdoba, Coordinador grupo de investigación BIMADINO. mpalomin@correo.unicordoba.edu.co

2. Estudiante de último semestre licenciatura en Informática y Medios Audiovisuales, Universidad de Córdoba, Miembro del semillero de investigación BIMADINO. adiazgomez68@correo.unicordoba.edu.co

3. Estudiante de último semestre licenciatura en Informática y Medios Audiovisuales, Universidad de Córdoba, Miembro del semillero de investigación BIMADINO. jrodriguezmoreno88@correo.unicordoba.edu.co



ABSTRACT

The present work shows the development of a knowledge-based system whose purpose is to support the learning processes associated with the taxonomy of invertebrate animals. The evolutionary development methodology was adopted for this purpose, using the prolog language as a functional mechanism of logic programming, the computational paradigm on which this system is based. The stages carried out during the development process are shown, obtaining a functional prototype which allows the realization of basic and specialized queries that the user can do as a reinforcement of the learning activity related to the taxonomy of invertebrate animals.

Keywords: Knowledge-based system, logic programming, taxonomy, invertebrate animals.

Introducción

Los Sistemas Basados en Conocimiento (SBC) han permitido, desde sus inicios, solucionar problemas complejos de diversa índole, imitando el comportamiento de un experto humano en dominio del problema. De esta manera, intentan reflejar el conocimiento y el razonamiento del experto para tomar decisiones de acuerdo con una situación específica y llegar a una conclusión o dar una respuesta, en ese sentido, son las aplicaciones de mayor crecimiento como campo de la inteligencia artificial con una evolución sólida a través del tiempo hasta convertirse en herramientas potentes capaces de solucionar problemas en distintas áreas del saber.

Los componentes funcionales básicos de un SBC basado en reglas son: la base de conocimiento, el motor de inferencia y la interfaz del usuario (Karla et al., 2020). La base de conocimiento (BC) es donde se almacena el conocimiento que suministra un experto humano de un dominio específico o área determinada. Torres y Garzón (2018). El motor de inferencia (MI) es el que realiza el proceso de razonamiento, usando el conocimiento suministrado en la BC para resolver el problema (Karla et al., 2020). Asimismo, se basa en los hechos y reglas que la conforman de manera general para plantear la solución. Por último, la interfaz del usuario es la que permite que se pueda interactuar con el SBC a través del lenguaje natural. Esto es posible gracias a los dispositivos de hardware de entrada y salida que

permiten la comunicación entre el SBC y el usuario (Pachamora, 2019).

Por otro lado, cuando se aborda la Biología como objeto de estudio, se pueden identificar diversas disciplinas que conforman su esencia de conocimiento, uno de estos focos principales es la zoología, la cual tiene como objeto de estudio a los animales. Y además de ésta, se encuentra la taxonomía, o bien, la ciencia que se ocupa de la clasificación jerarquizada de los seres vivos (Martínez, 2020). Por lo tanto, el sistema taxonómico está conformado por niveles o categorías, las cuales agrupan elementos o características comunes de organismos, por lo que reciben el nombre colectivo de taxones. Éstos a su vez se encuentran organizados por un rango que va desde el taxón más inclusivo (reino) hasta el de menor inclusión (especie), así: Reino, filo, clase, orden, familia, género y especie.

El tema de la taxonomía animal se trabaja con los estudiantes que cursan el programa de Biología en la Universidad de Córdoba-Colombia, específicamente en cuarto semestre. La orientación formativa está centrada en la comprensión y utilización acerca de la taxonomía de los animales invertebrados. Ésta les permite identificar las características y a qué categoría taxonómica pertenece un animal en particular. Dentro de las dificultades de aprendizaje identificadas, se pudo establecer que debido a la gran cantidad de organismos invertebrados que existen, y más aún cuando se tratan de identificar las características

físicas de un animal en particular, se confunde una especie con otra debido a su aspecto físico y errores de clasificación como integrar una especie en un taxón no correspondiente a ese organismo (Ramírez, 2016).

En general, el desarrollar un Sistema Basado en Conocimiento como apoyo a los procesos de aprendizaje asociados a la taxonomía de los animales invertebrados en los estudiantes de cuarto semestre del programa de Biología de la Universidad de Córdoba, aportará como herramienta tecnológica para suplir o tratar este tipo de problemas por medio de consultas simples y especializadas que facilite los procesos de comprensión y aprendizaje de las estructuras taxonómicas (Pereira, Tapia & Medina, 2020).

Método

Como fundamento del presente trabajo se realizó una revisión de literatura sobre las principales variables, que son: Sistemas Basados en Conocimiento y Aprendizaje de la Taxonomía de los Animales Invertebrados, para lo cual se utilizaron referentes bibliográficos de repositorios como Springer, Redalyc, Scielo y Dialnet, los cuales brindaron información relevante en sus publicaciones de los últimos cuatro años al usar descriptores de búsqueda específicos como knowledge-based system, experts systems y aprendizaje de la taxonomía animal.

Sistema basado en conocimiento

De acuerdo con Agarwal (2014), citado por Proaño et al., (2017), los sistemas basados en conocimiento son programas capaces de pensar y de comportarse como un ser humano gracias a la aplicación de la inteligencia artificial. Por lo tanto, son útiles en la resolución de problemas complejos, en que la utilización de la programación convencional no se podría llevar a cabo debido al gran consumo de memoria y el procesamiento de datos, así como el tiempo invertido en el mismo (Proaño et al., 2017).

Según Intriago (2018), los sistemas basados en conocimiento pueden manipular una gran cantidad de información que para una persona experta en un área determinada no es posible; además, se vería limitada en cuanto a ello. Es así como estos sistemas brindan mejores resultados a la hora de tratar un problema específico, ofreciendo un margen de error reducido, en menor tiempo y de fácil comprensión.

Por otra parte, Segreto (2016), menciona que los sistemas basados en conocimiento fueron denominados Sistemas Expertos debido a que el conocimiento con el cual eran construidos provenía mayormente de expertos humanos en un dominio determinado, y además porque manipulaban información bastante sofisticada. Por ende, el término sistema experto es tomado como sinónimo de sistema basado en conocimiento y viceversa; sin embargo, dependiendo de su aplicabilidad tendrán cierta diferencia. González y Rodríguez (s.f.) señalan que con la utilización de estos sistemas expertos se pueden obtener conclusiones favorables de manera rápida y sencilla que giren en torno a la solución de un problema. Además, su aplicación no está limitada, ya que se pueden implementar en cualquier campo de las ciencias permitiendo la satisfacción de los usuarios que lo requieran.

Aprendizaje de la Taxonomía de los Animales Invertebrados

Pachés (s.f.), menciona que la taxonomía es una disciplina científica que busca clasificar a los seres vivos en relación con las características que éstos comparten. En otras palabras, la taxonomía busca agrupar a los organismos que tienen rasgos similares entre sí y asignar un nombre a ese grupo. A cada agrupación se le conoce como taxón, y cada uno de éstos se encuentran organizados de manera jerárquica, iniciando desde un nivel superior a un nivel inferior; entendiéndose por nivel superior a aquellos en los que sus miembros tienen menos similitud entre sí, y por inferior a los que poseen mayor semejanza.

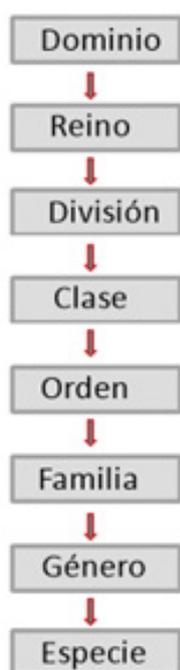


Figura 1. Estructura jerárquica de los taxones.
Fuente: Pachés (s.f.).

En cuanto a la enseñanza y el aprendizaje de la taxonomía de los seres vivos, Patiño (2018) señala que es necesario implementar estrategias metodológicas definidas en una unidad didáctica que lleve a cabo la aplicación de actividades metacognitivas, conceptuales y argumentativas, ya que de esta manera se optimizará el proceso de enseñanza-aprendizaje con relación a esta temática. Cabe resaltar que esta no es la única manera de abordar el concepto de taxonomía, sin embargo, la elaboración de una unidad didáctica permitiría la organización de los contenidos, los objetivos, las tareas y los métodos de manera clara y coherente para el desarrollo de esta.

No obstante, Antoni, Oliveros y Doménech (2017) obtienen en sus resultados que, en el aprendizaje de la taxonomía los estudiantes pueden presentar dificultades si no se tienen en cuenta los mecanismos de evolución y sus consecuencias, ya que este tema abarca ramas y conjuntos de razas de especies que son importante conocer. Por otra parte, es necesario plantear estrategias didácticas que ayuden a los estudiantes a comprender el sistema de clasificación y que lo puedan aplicar al contexto de los seres vivos.

Desarrollo del Sistema Basado en Conocimiento

El proceso de desarrollo del sistema basado en conocimiento se hizo bajo los principios y criterios establecidos en la metodología de prototipos evolutivos, ya que permite la implementación de un sistema de manera parcial, el cual puede ser construido rápidamente a través de una serie de fases (Mamani, Ibarra & Ordoñez, 2019). Además, se utiliza como técnica durante el proceso de desarrollo evolutivo para comprender los requisitos del cliente y poder reducir el riesgo de que estén mal definidos (Wattanagul & Limpiyakorn, 2016). A partir de esto, los estudiantes podrán utilizar el prototipo funcional en sus actividades y proveer retroalimentación acerca del funcionamiento de este, (para un prototipo mejorado en la siguiente versión de desarrollo); con lo cual se le realizarán ajustes, cambios o modificaciones al sistema (Hernández, 2017).

Los modelos evolutivos son iterativos. Se caracterizan por la manera en la que permiten desarrollar versiones cada vez más completas del software (Pressman, 2010) a continuación presenta cinco fases que comprende dicha metodología (Figura 1).



Figura 1. Ciclo de vida del prototipado Evolutivo.

Fuente: Elaboración propia (2020).

Fase de investigación preliminar

Esta primera fase que comprende la metodología consta de tres actividades: Clarificación de requerimientos, estudio de factibilidad y apro-

bación del requerimiento. Éstas permiten determinar el problema, el ámbito, la importancia y el efecto de este. La primera consiste en observar lo que ocurre en una institución, empresa u organización con el fin de concretar lo que se desea realizar; la segunda, en determinar si el proyecto es viable; y la tercera, en elegir el proyecto que se pondrá en marcha en caso de que haya varios. Teniendo en cuenta esto, se observaron las dificultades que los estudiantes del programa de Biología presentaron en cuanto al aprendizaje taxonómico de los animales invertebrados, lo cual permitió identificar la problemática asociada con la presente temática, la importancia y el efecto de esta. Asimismo, se determinó la viabilidad del proyecto debido a las necesidades de los estudiantes, la falta de recursos del programa y su aceptación en el mismo. Con esto, se dio paso a la definición de los requerimientos o necesidades para el desarrollo del sistema basado en conocimiento y la puesta en marcha del proyecto.

Fase de definición de los requerimientos del sistema

En esta parte se definen todos los requerimientos y necesidades de los estudiantes en relación con el proyecto. Para esto se sigue un orden de cinco etapas que consisten en: Análisis grueso y especificación, diseño y construcción, evaluación, modificación y término. De acuerdo con la primera etapa (**Análisis grueso y especificación, respectivamente**) se hizo un diseño básico del sistema basado en conocimiento para su posterior construcción.

El diseño de este sistema parte de la recolección de información que se encuentra disponible en bibliotecas virtuales, artículos y enciclopedias, relacionadas con los animales invertebrados y su clasificación, la cual es organizada en una red semántica que propicia su transcripción al lenguaje de programación lógica con el que se creó dicho SBC. La red no abarca todos los animales invertebrados en su totalidad debido a la gran cantidad que existen, pero sí contiene una cantidad considerable para el desarrollo del SBC.

En la segunda etapa (**Diseño y construcción**),

la cual consiste en la obtención de un prototipo inicial, se utilizó el editor de Swi-Prolog (<https://www.swi-prolog.org>), el cual procesa el lenguaje de programación lógica Prolog y con el que se creó la base de conocimiento del prototipo. La base de conocimiento está compuesta por hechos (o sentencias) y reglas que permiten la realización de consultas simples y especializadas asociadas a la taxonomía de los animales invertebrados (Figura 2 y 3).

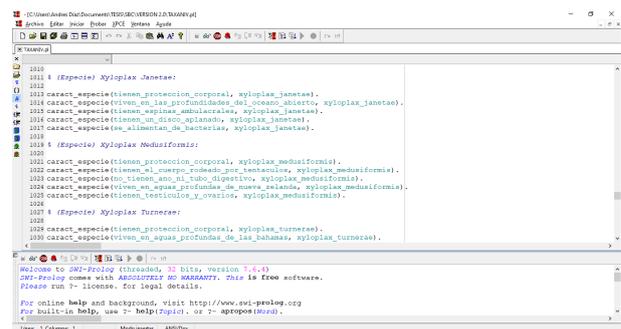


Figura 2. Base de conocimiento – Hechos.

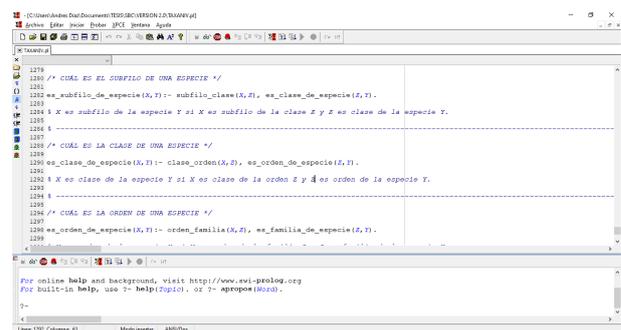


Figura 3. Base de conocimiento – Reglas.

Por otra parte, la tercera etapa (**Evaluación**) consiste en comprobar que el prototipo desarrollado cumpla con los requerimientos establecidos y, en caso de que no los cumpla, debe ser modificado hasta que los satisfaga todos. Teniendo en cuenta esto, se tomó como prototipo inicial del proyecto el SBC creado en la etapa anterior. Luego de esto, se verificó el funcionamiento del sistema teniendo en cuenta la definición de sus requerimientos de tal manera que, si los estudiantes encuentran fallas se realicen los cambios correspondientes a dicho prototipo para que sea estable, completo y de calidad.

En la quinta etapa (**Modificación**), como su nombre lo indica, se realizaron modificaciones al prototipo teniendo en cuenta los requerimientos de

este, por lo que se construyeron dos versiones del SBC. Una primera versión en la que se utilizaron las características de los animales invertebrados para nombrar los hechos creados, pero que no fue muy claro a la hora de verificar su funcionamiento y la lógica de programación (ver figura 4), y otra segunda versión en la que se le dio un orden lógico teniendo en cuenta el paradigma de la programación lógica, con lo cual se obtuvo claridad en la construcción de los hechos y de las reglas del sistema (Figura 2).

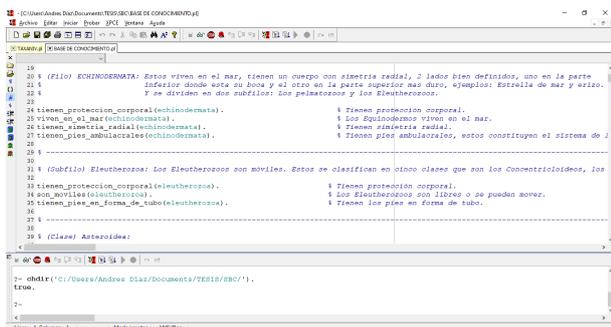


Figura 4. Versión 1 del SBC.

Finalmente, en una quinta etapa (Término), que consiste en atender aspectos de calidad del sistema una vez haya sido creado, se verificó que el prototipo fuera estable y de calidad, con lo cual se hicieron las validaciones con expertos y efectivamente el prototipo se encuentra funcionando correctamente, por lo que ejecuta cada una de las reglas asociadas a las consultas que fueron programadas.

Fase de diseño técnico

Esta fase consiste en el rediseño del prototipo para garantizar una mejor estabilidad y mantenimiento de este. Si bien, en una fase anterior solo se llevó a cabo un diseño básico, por lo que para este caso es necesaria la realización de un diseño técnico que consta de dos etapas fundamentales: la primera, en la que se elabora una documentación que incluye las especificaciones y descripciones de la estructura del software, las funciones, el control de flujo y las interfaces de usuario; y una segunda etapa en que se establecen los requerimientos del sistema para un mantenimiento futuro.

Fase de desarrollo y pruebas

En la fase anterior se logran identificar los cambios a realizar en el prototipo tras el diseño técnico del mismo, por lo que en esta fase se lleva a cabo la implementación y pruebas del actual diseño para garantizar que se ha corregido y completado conforme a los requerimientos establecidos. De esta manera se obtiene un sistema acorde a las necesidades de los usuarios y con un mejor rendimiento.

Fase de operación y mantenimiento

Finalmente se lleva a cabo la implementación final del sistema en el entorno del usuario, donde estará disponible para ser utilizado por la población correspondiente a su creación. Este proceso es de menor dificultad realizarlo, ya que anteriormente se han hecho pruebas con el prototipo, por lo que los usuarios estarán familiarizados con el funcionamiento del sistema. Cabe resaltar que, si es necesario, el sistema puede pasar por una fase de mantenimiento donde se realicen ajustes. Sin embargo, el mantenimiento se ve reducido debido al proceso de corrección de errores por el que pasó durante su desarrollo, por lo que es de menor importancia.

Verificación del Funcionamiento del SBC

Para la verificación del correcto funcionamiento, se hizo una serie de consultas para comprobar la solidez en las respuestas obtenidas por el sistema, dentro del conjunto de preguntas que el sistema tiene programado responder, se encuentran: ¿Cuál es la taxonomía de un animal invertebrado específico?, ¿a qué categoría taxonómica corresponde un animal invertebrado?, es decir, si corresponde a un filo, una clase, una orden, una familia, un género o una especie. Otra pregunta es, dentro de la categorización taxonómica, ¿qué grupos se identifican como filios, clases, órdenes, familias, géneros o especies? Y finalmente, ¿cuáles son las características de cada filo, clase, orden, familia, género y especie que se encuentran suministrados en la base de conocimiento? En

puede conocer la taxonomía de un animal invertebrado iniciando desde el taxón más incluyente, que en este caso es el filo, hasta el menos incluyente (especie). Por lo tanto, se puede establecer que el sistema propuesto, permite una mayor comprensión de los procesos taxonómicos a través de consultas simples y especializadas.

Otro tipo de consulta especializada que se puede realizar es la que se observa en la Figura 6-b.

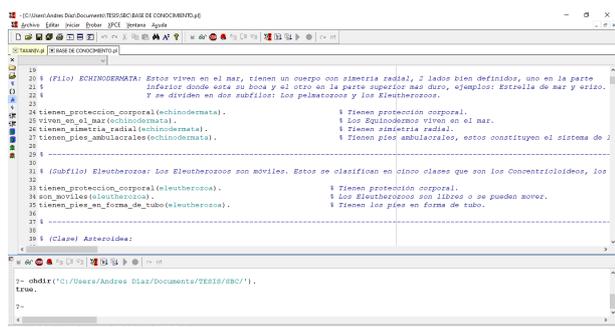


Figura 6-b. Consultas especializadas.

En esta consulta se quiere conocer cuál es el filo al que corresponde la especie *Anapta Gracilis*. El sistema basado en conocimiento automáticamente verifica la consulta y muestra como respuesta el dato que se cargó en la variable X, el cual es el nombre del filo al que pertenece la especie mencionada anteriormente. El filo encontrado es Echinodermata, el cual concuerda con la información suministrada en la base de conocimiento y que satisface a la pregunta realizada. En términos generales, el prototipo funcional responde de manera satisfactoria a 60 consultas básicas y 25 consultas especializadas lo que permite una formalización básica de la taxonomía de los animales invertebrados en un lenguaje de programación lógica, esta validación se hizo con profesores expertos en el área de la biología, por tanto la utilización de este tipo de software en ambientes de formación donde se adopten estrategias didácticas mediadas con tecnología, posibilita una mejor comprensión de la temática en cuestión.

Conclusiones

El uso de la metodología de desarrollo de prototipos evolutivos permite la creación y validación

de los SBC de manera óptima. Además, posibilita la implementación de un sistema de manera parcial y éste puede ser construido rápidamente a través de una serie de fases que se encuentran organizadas de manera secuencial, lo que permite una mayor fluidez en el desarrollo y verificación de las funcionalidades del sistema basado en conocimiento para hacer los ajustes o cambios correspondientes teniendo en cuenta los requerimientos definidos.

El prototipo funcional desarrollado, cumple con los requerimientos básicos enmarcados inicialmente, los cuales corresponden a poder hacer consultas básicas y especializadas, a las cuales el SBC responde de manera coherente y acertada.

Para una segunda fase de prototipado evolutivo, se pretende desarrollar una interfaz mucho más amigable con el usuario, donde las consultas puedan ser ejecutadas utilizando opciones de texto sugeridas, así como imágenes alusivas al tema, facilitando así la comunicación entre usuario y SBC.

Los sistemas basados en conocimiento son herramientas versátiles de gran utilidad para solucionar problemas complejos en un área determinada como en el caso de la biología para la taxonomía de los animales invertebrados, para ello se hace indispensable que en versiones futuras del prototipo funcional, se incremente la base de conocimiento con más hechos y reglas con el ánimo de abarcar la mayor cantidad de especies posibles y su taxonomía particular.

La adopción de este tipo aplicaciones computacionales en contextos de formación, en conjunto con una serie de estrategias didácticas coherentes con las mediaciones tecnológicas, favorecen la comprensión de la taxonomía de los animales invertebrados, ya que se adoptan mecanismos asociados a consultas similares a las utilizadas en el lenguaje natural, lo que ayuda en la comprensión de jerarquías, clases y características que se establecen en el reino animal para su estudio.

Referencias Bibliográficas

Antoni, J., Oliveros, C., & Doménech, J. (2017). Diseño y evaluación de una actividad de transferencia entre contextos para aprender las claves dicotómicas y la clasificación de los seres vivos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las*

Ciencias. Vol. 16, Nº 2, 362-384.

González, P., Rodríguez, L. (s.f.). Sistema Experto: Clasificación de animales según su taxonomía. Leganés, Madrid.

Hernández Bautista, R. (2017). Prototipo canvas versión 11 (Proyecto de investigación). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, México.

Intriago, D. (2018). Análisis de sistemas basados en conocimiento. (Trabajo de grado). Universidad Estatal de Milagro, Ecuador.

Karla, M., Lugo, L., Matilde, M., & Duffus, A. (Marzo de 2020). Aplicación inteligente para el diagnóstico preventivo y correctivo de calderas. V Conferencia Internacional en Ciencias Computacionales e Informáticas CICCI2020. La Habana, Cuba.

Mamani, E., Ibarra, M., & Ordoñez, E. (2019). Propuesta de un enfoque para el desarrollo de software educativo intercultural. Simposio Internacional en Innovación y Tecnología. Perú.

Martínez, A. (Última edición: 20 de abril del 2020). Definición de Taxonomía. Recuperado de: <https://conceptodefinicion.de/taxonomia/>

Pachamora, D. (2019). Sistemas expertos: una opción de solución confiable (Trabajo de investigación para grado de bachiller). Universidad Peruana Unión, Lima, Perú.

Patiño, P. A. (2018). Enseñanza y Aprendizaje del concepto de clasificación taxonómica de los seres vivos a partir de la indagación de conceptos previos en grado sexto (Tesis inédita de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.

Pereira, V. C., Tapia, A. C. V., & Medina, A. M. C. (2020). La integración de los nuevos sistemas de ingresos de la televisión por internet: Fundamentación teórica para el desarrollo de un sistema basado en conocimiento. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información*, 96-108. Recuperado de: <https://ezproxyucor.unicordoba.edu.co:2113/docview/2385373860?accountid=137088>

Segreto, T. (2016). Knowledge-Based System. In: *The International Academy for Produ, Laperrière L., Reinhart G. (eds) CIRP Encyclopedia of Production Engineering*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-35950-7_6557-4

Pachés, M. (s.f.). Sistema de clasificación de los seres vivos. Universidad Politécnica de Valencia.

Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería del software: Un enfoque práctico* (7a. ed.). Madrid: Mcgraw-Hill Interamericana.

Proaño, R., Saguay, C., Jácome, S., & Sandoval, F. (2017). Sistemas basados en conocimiento como herramienta de ayuda en la auditoría de sistemas de información. *REDALYC.ORG*, pp. 148-159. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v8n1.122>

Ramírez Reinoso, O. V. (2016). La indagación como estrategia didáctica para el aprendizaje de zoología de los invertebrados para los estudiantes de quinto semestre de la carrera de Biología Química y Laboratorio período septiembre 2014-marzo 2015 (Bachelor's thesis, Riobamba, UNACH 2016).

Torres Soler, L. C., & Garzón Torres, N. M. (2018). *Bases de conocimiento con Prolog*. Editorial Universal Autónoma

de Colombia.

Wattanagul, N., & Limpiyakorn, Y. (2016, May). Automated documentation for rapid prototyping. In *2016 International Conference on Industrial Engineering, Management Science and Application (ICIMSA)* (pp. 1-4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICIMSA.2016.7503998>



Análisis Comparativo de Protocolos de Comunicación para Redes definidas por Software

Comparative analysis of communication protocols for Software Defined Networks

Mocha Guacho, Geovanny¹
<https://orcid.org/0000-0002-2433-8650>

Celleri Pacheco, Jennifer²
<https://orcid.org/0000-0001-7041-8777>
Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Recibido: 10-10-2020
Aceptado: 23-12-2020

Cita Recomendada

Mocha-Guacho, G. & Celleri-Pacheco, J. (2020). Análisis comparativo de protocolos de comunicación para redes definidas por software. *Hamut'ay*, 7 (3), 39-50
<http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v7i3.2190>

Resumen

Las redes definidas por software (en adelante SDN) son una innovación, que tiene como principal objetivo romper el paradigma de las redes tradicionales y presentar redes administrables o programables que se basan en el desacoplamiento de los planos de control y datos. Es destacable el territorio que van ocupando las SDN, sin embargo, no existen trabajos en los que se evidencien análisis comparativos de los protocolos hacia el sur (southbound) entre los planos antes mencionados. Al ser una tecnología que ha empezado a tener acogida, es necesario realizar estudios que permitan conocer y guiar a una fácil selección de los protocolos southbound a la hora de su implementación con la finalidad de mejorar el rendimiento. El propósito del presente estudio es analizar los protocolos de comunicación southbound, para lo cual se han seleccionado a OVSDB y OpenFlow. Se usó el método experimental para medir el rendimiento de la red mediante el análisis de la tasa de transferencia de paquetes dentro de la red. Para sustentar el método experimental, se empleó un ambiente de emulación Mininet sobre la que se implementó una SDN en una topología Lineal y Simple. Se obtuvieron resultados que permitieron validar la hipótesis del estudio, comprobando que el protocolo de comunicación southbound pueden inferir en el rendimiento de la red. Como resultado del análisis se logró evidenciar que OpenFlow presenta mejores resultados de rendimiento en el envío de paquetes que OVSDB.

Palabras Clave: Mininet, Protocolos de comunicación southbound, Redes definidas por software, rendimiento de red.

1. Ingeniero de sistemas por la Universidad Técnica de Machala, estudiante del Máster en Software de la UTMACH. Sus áreas de interés son: desarrollo de software y aplicaciones móviles. Email: gmocho_est@utmachala.edu.ec

2. Docente titular de la UTMACH, Directora del grupo de investigación GIDCOWEB, Coordinadora de Maestría en Software, Coordinadora del Congreso Internacional TECDES, Coordinadora de la Red Temática de Ciencias de la Computación del Ecuador, Ingeniera de Sistemas con maestría en Informática Empresarial y doctorando en NTICs en la Universidad de Coruña. E-mail: jcelleri@utmachala.edu.ec



Abstract

Software-defined networks (hereinafter SDN) are an innovation, whose main objective is to break the paradigm of traditional networks and present administrable or programmable networks that are based on the decoupling of control and data planes. The territory that the SDN is occupying is remarkable, however, there are no studies in which comparative analyzes of the protocols towards the south (southbound) between the aforementioned planes are evident. As it is a technology that has begun to be accepted, it is necessary to carry out studies that allow us to know and guide an easy selection of southbound protocols at the time of their implementation in order to improve performance. The purpose of this study is to analyze the southbound communication protocols for which OVSDB and OpenFlow have been selected. The experimental method was used to measure network performance by analyzing packet transfer rate within the network. To support the experimental method, a Mininet emulation environment was used on which an SDN was implemented in a Linear and Simple topology. Results were obtained that allowed to validate the hypothesis of the study, verifying that the southbound communication protocol can infer the performance of the network. As a result of the analysis, it was possible to show that OpenFlow presents better performance results in sending packages than OVSDB.

Key words: Mininet, Southbound Communication Protocols, Software Defined Networks, Network Performance

Introducción

El uso del internet se ha incrementado como consecuencia de la transformación digital (conocido también como la Nueva Era Digital) a la que se ha visto sometida a muchas empresas públicas y privadas (Fernández Torres et al., 2019). Ante la exigencia de adaptarse a estas tecnologías y el crecimiento de las competencias, se ha llevado a considerar a la infraestructura TI como un activo importante dentro de las organizaciones (Peña Casanova & Anías Calderón, 2019; Peña & Anías Calderón, 2018). La infraestructura TI, como se menciona en los trabajos de Peña Casanova & Anías Calderón, 2019; Célleri-Pacheco et al., 2018 mejoran los modelos de negocio generando beneficios y ahorro de los costos sobre las soluciones tecnológicas.

Este incremento del uso del internet también ha sido de consideración por parte del Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. Y desde este ministerio se está impulsando la “necesidad de actualizar continuamente sus redes fijas y móviles a las últimas tecnologías, las cuales proveen mayores velocidades de subida y bajada de datos a los usuarios” (Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la In-

formación, 2016). Ante esto, se ha considerado dentro de los objetivos del ministerio “Completar y fomentar el despliegue de infraestructura de Telecomunicaciones”. Por tanto, es necesario desplegar una infraestructura de red con nuevas tecnologías.

Las redes tradicionales son una “estructura cerrada y estática que no se puede adaptar en tiempo real a la demanda de las aplicaciones” (Centeno et al., 2014). Una de las características es que este tipo de arquitectura de red se componen de tres planos (Pereira & Gamess, 2017) que son: control, datos y gestión, las mismas que están embebidas en los mismos dispositivos de red, lo que provoca una alta complejidad en su administración (Muro et al., 2017), y aumenta conforme crece el tamaño de la red (Molina & Fernando, 2017). Entre otras desventajas es que la implementación y mantenimiento de este tipo de red es costosa y limitada. Estos problemas presentados por las redes tradicionales, ha motivado a ir en busca de nuevas propuestas considerando el avance de la tecnología y el éxito del internet (Latifis, 2011). Es por ello que se busca innovar las redes mediante la administración de la red por medio de la programación (Benzekki et al., 2016).

De lo expuesto anteriormente, surgen las redes definidas por software, que se presentan como un paradigma innovador (Centeno et al., 2014) y que ha sido acogido por varias empresas (Paras-har et al., 2019). Este nuevo paradigma se basa en el desacoplamiento del plano de control y datos. En el plano de control, se ubica un elemento denominado Controlador SDN, el cual se encarga de la administración de la red (Rams et al., 2017). En el trabajo de Gustavo Pereira se define a las SDN como un nuevo enfoque con “capacidad de inicializar, controlar, cambiar y gestionar el comportamiento de reenvío del tráfico de una red mediante APIs abiertas” (Pereira & Gamess, 2017). De esta forma se pretende centralizar la red desde un controlador (Kumari & Sairam, 2019; Saraswat et al., 2019) logrando conseguir redes administrables o programables y eficientes (Muro et al., 2016; Pérez & Marín, 2015). Sin embargo, pese a ser una gran novedad presentan problemas de seguridad y amenazas sobre la propia arquitectura (Krishnan et al., 2019). El terreno que han ido tomando las SDN, han generado que se empiecen a realizar estudios de este paradigma, logrando crear propuesta híbrida entre la red tradicional y SDN (Peña & Anías, 2018). Sin embargo, no existen trabajos en los que se evidencien análisis comparativos de los protocolos de comunicación hacia el sur (southbound) entre los planos antes mencionados. Al ser una tecnología que ha empezado a tener acogida, es necesario realizar estudios que permitan conocer y guiar a una fácil selección de los protocolos southbound a la hora de su implementación.

El objetivo de este estudio es implementar los protocolos de comunicación southbound en una arquitectura SDN mediante el uso de herramientas de emulación como Mininet para medir el rendimiento de la red entre los planos de control y datos. Consiste en realizar una descripción de los protocolos de comunicación Southbound empleados para el intercambio de información entre el plano de control y datos en una arquitectura SDN, de los cuales se eligen a OVSDB y OpenFlow considerando las características de la herramienta Mininet. Finalmente se realiza la

implementación y ejecución de los protocolos de comunicación Southbound en una topología Lineal y Simple. Es importante destacar que en este estudio no tiene como finalidad determinar cuál es el mejor protocolo, sino, ser un punto de partida para la selección de un adecuado protocolo. La hipótesis que sigue el presente estudio es que, si se selecciona un adecuado protocolo de comunicación para SDN, entonces se logra optimizar la comunicación entre el software y hardware de una red. Conocer los protocolos de comunicación Southbound existentes permite facilitar la selección adecuada de un protocolo para redes basadas en software.

Redes Definidas por Software

Las redes tradicionales no pueden adaptarse a las nuevas demandas de aplicaciones y servicios que se ha extendido por el crecimiento de la demanda del internet (Ghonaim et al., 2018; Latifis, 2011), esto ha causado una compleja administración de la red (Muro et al., 2017). Además, este tipo de arquitectura no permite responder de forma eficaz a cambios constantes (Manzano et al., 2017) complicando el despliegue de nuevos servicios y aplicaciones (Gilces & Villamar, 2019). Por lo mencionado anteriormente, se ha motivado a reestructurar las redes tradicionales para mejorar su control, siendo una gran alternativa, hacer programable la red (Muro et al., 2016) por medio de su centralización en un controlador. Como consecuencia han surgido varias propuestas como las que se observan en la Figura 1.

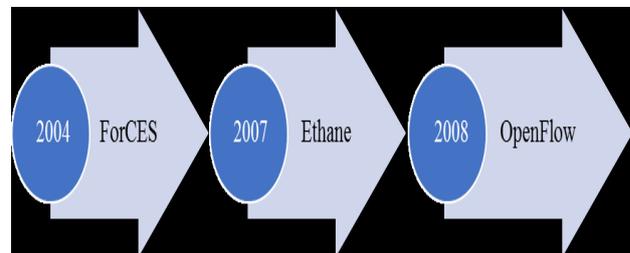


Figura 1: Propuesta para separación del plano de control y datos

Fuente: Elaboración propia (2020)

En el año 2004, surge Forwarding and Control Element Separation con la intención de separar

el control y reenvío de datos (Yang et al., 2004). FORCES es parte de un trabajo presentado por el IETF (Internet Engineering Task Force). Otra de las alternativas que se presenta es Ethane, desarrollado por la Universidad de Stanford en 2006 (Barrera et al., 2019). Se considera como una arquitectura de red para empresas (Casado et al., s. f.). Ethane se basa en la misma idea de tener un controlador centralizado que permita la admisión y enrutamiento de los flujos de datos. Finalmente, surge OpenFlow con su primera versión, la cual fue publicada en el 2008. OpenFlow se basa en el mismo paradigma de ForCes que es la separación del plano de control y datos. Ante esto, surge las redes definidas por software o denominadas SDN por sus siglas, que tiene como objetivo la separación del plano de control y el plano de datos (Gómez, 2013; Valencia, B. et al., 2015) lo cual permite programar la red en base a los requerimientos del usuario (Trois et al., 2016) sin generar costosos cambios en el hardware (Rodríguez et al., 2016; Tri-Hai Nguyen & Myungsik Yoo, 2017). Por los beneficios que presenta este nuevo paradigma es considerado para los sistemas de 5ta generación (Ordonez-Lucena et al., 2017). Las SDN se basan en una arquitectura de 3 planos (Huang et al., 2019), los cuales son: plano de aplicación, plano de datos y plano de control. Este nuevo paradigma en redes permite añadir dinámicamente nuevas características y servicios en forma de aplicaciones (Rams et al., 2017). En el trabajo de Magri Hicham se menciona que las SDN pueden ayudar a los operadores de redes móviles a respaldar mayor tráfico y disminuir los costos operativos (Hicham et al., 2018). Sin embargo, hay que destacar que el concepto de las SDN no son nueva, debido a que, desde el siglo pasado se ha venido concibiendo la idea de generar comandos para administrar la red (Alcívar & Navia, 2020).

Para el 2011, nace ONF (Open Networking Foundation) (Barrera Pérez et al., 2019), una comunidad fundada por: Deutsche Telekom, Facebook, Google, Microsoft, Verizon, y Yahoo. En la mayoría de trabajos que emplean la arquitectura SDN (Ampuño Avilés & Chávez Cristóbal, 2015;

Carlos et al., 2014; Chico et al., 2014; Ibáñez Moruno et al., 2016; Trejos & Alzate, 2016), se habla del uso del protocolo OpenFlow.

OpenFlow, en la actualidad, existen varios protocolos que pueden ser empleados para la comunicación entre el plano de control y de datos, entre algunos están: ForCes, OVSDB, NETCONF Y BGP.

En el estudio de Rodríguez-Natal et al., (2015), se analiza a Locator/ID Separation Protocol (LISP) como un protocolo southbound aprovechando que las características se adaptan a la arquitectura de las redes SDN al cumplir con las características básicas de SDN: desacoplamiento de datos de control, la programabilidad de la red y el control centralizado.

En el trabajo de (Giraldo & Echeverry, 2018) se menciona varios casos de éxitos, entre los que destacan: Datacenter Interno de NEC, Empresa de Transporte en Metro - East Japan Railway Compay, Empresa Genesis Hosting Solutions, Hospital Universitario - Nagoya City University Hospital, entre otros.

Tabla 1: Propuesta de aplicación de redes SDN

Autor/Trabajo	Propósito	Aplicación
(Navarro et al., 2019)	Realizar una evaluación de la transmisión adaptativa de secuencias de video utilizando la técnica DASH en redes definidas por software. Empleo Mininet para la emulación	Transmisión de videos
(Trejos & Alzate, 2016)	Realizar el estado del arte sobre juegos en la nube, con el fin de generar documentación y presentar campos de investigación en esta tecnología.	Cloud gaming
(Jiménez Velásquez, 2019; Sanabria et al., 2018)	Implementar y evaluar una estrategia que garantice el mantenimiento de QoS para transmisión de video en tiempo real por medio de la administración aplicando SDN.	Transmisión de videos
(Ciungu, 2016)	programación de un algoritmo de detección de intrusos como una aplicación SDN	Detección de intrusos

(Barrientos-Avendaño et al., 2019)	Generar una infraestructura de granja inteligente que permita dar soporte a todos los procesos	proyectos de IOT
(Alves et al., 2018)	Diseño y la implementación de un marco SDN seguro para WSN	Redes de sensores
(Romero Romero)		
Amondaray et al., 2020)		
(Romero-Gázquez & Bueno-Delgado, 2018)	Una solución de arquitectura de software de código abierto basada en OpenDaylight (ODL), un controlador de red definida por software (SDN), para orquestar un escenario de IoT industrial.	IoT industrial

Fuente: Elaboración propia (2020)

En los últimos años, como se observa en la Tabla 1, se han considerado a las redes SDN para proyectos relacionados a IOT, transmisión de videos, juegos y otros. Uno de los usos que ha sido de gran demanda es la trasmisión de video generando demanda en el ancho de banda (Valencia, J. et al., 2020). Ante esta acogida, nace la necesidad de evaluar los protocolos de comunicación (Barrera et al., 2019) para analizar su comportamiento respecto a la trasmisión de paquetes entre los elementos de la red.

Como se menciona en el trabajo de (Gonzalez et al., 2018; Valencia, B. et al., 2015) las redes SDN se han convertido en un eje de atención para los investigadores en las áreas de las telecomunicaciones sugiriendo que se proponga nuevas líneas de investigación.

Materiales y métodos.

Participantes

En una arquitectura SDN los planos de aplicación, control y datos, están enlazados por medio de protocolos de comunicación o APIs: SouthBound y NorthBound entre las más conocidas. Sin embargo, también se incluyen a Westbound y Eastbound como en la arquitectura mostrada en el trabajo de Valencia, B. et al., (2015). Por lo tanto, para el presente trabajo se ha considerado centrar el enfoque de estudio sobre los protocolos de comunicación SouthBound.

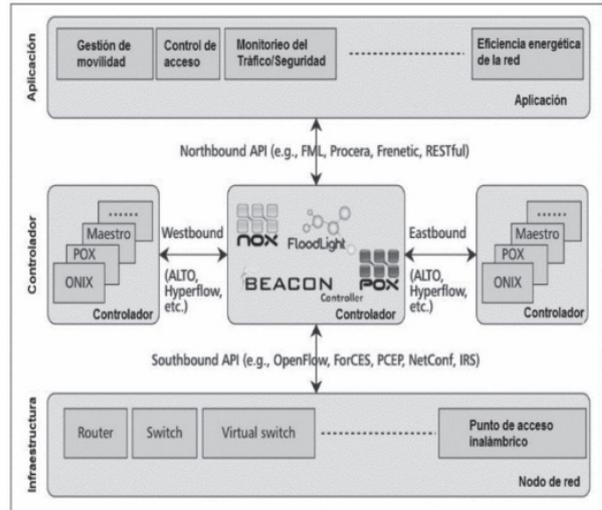


Figura 2: Arquitectura de red SDN

Fuente: Tomado del trabajo de Valencia, B. et al., (2015)

Como se puede observar en la Figura 2, los protocolos de comunicación southbound permiten el envío de información entre el plano de control (controlador) y el plano de datos (elementos de red). Son considerados como una interfaz que permite el controlador establezca el comportamiento de los equipos de red (Pereira et al., 2019). Para lo cual, se realizó una exploración sobre bases teóricas que permitió conocer los protocolos de comunicación southbound existentes. No obstante, hay que mencionar que no solo existen protocolos de comunicación (Tabla 2), sino APIs que permiten esta comunicación entre los planos antes mencionados.

Instrumento

Para el desarrollo del estudio, considerando el análisis de los protocolos southbound en redes definidas por software, se consideran los siguientes instrumentos:

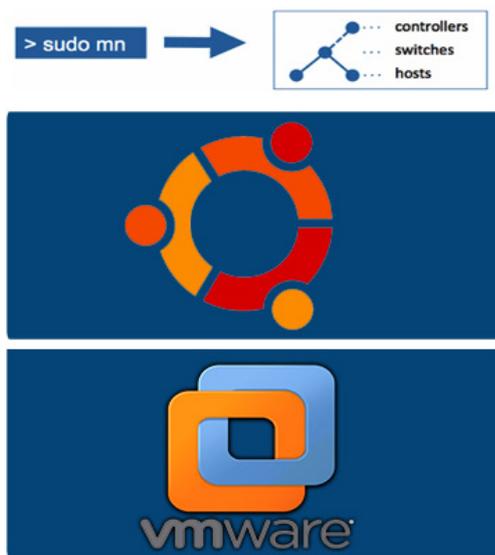


Figura 3: Materiales empleados para el estudio
Fuente: Elaboración propia (2020)

Mininet: Se seleccionó esta herramienta de emulación, considerando que soporta una red con arquitectura SDN, además, brinda funciones importantes para la creación de prototipos de la red SDN y permite la conexión con controladores reales (Valencia, B. et al., 2015).

Ubuntu: para preparar el ambiente sobre el que se ejecutará Mininet, se ha considerado el uso del SO Ubuntu como lo presenta el sitio web de Mininet.

VMware: Para ejecutar un ambiente de emulación, es necesario considerar una máquina virtual, sobre la cual se ejecutará el sistema operativo que soportará Mininet.

Tipo y Diseño

Para el presente estudio de los protocolos de comunicación empleados en las redes definidas por software, se realiza una investigación exploratoria y descriptiva. El enfoque exploratorio se aplica, como menciona Hernández, Fernández y Baptista, (2014), para examinar un tema o problema de investigación poco estudiado. Por medio del método exploratorio se obtiene información de los protocolos de comunicación existentes para redes SDN. El enfoque descriptivo, como men-

ciona el mismo autor, permite describir personas, proceso, objeto o cualquier otro fenómeno. Por lo tanto, en este estudio se emplea el enfoque descriptivo para especificar las características de los protocolos de comunicación para redes SDN.

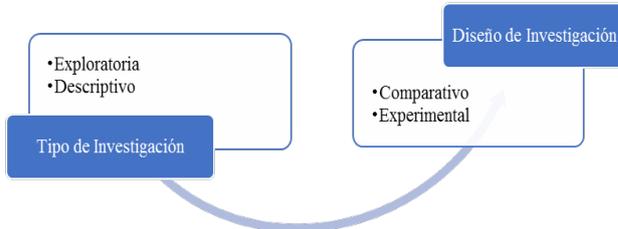


Figura 4: Tipo y diseño de investigación
Fuente: Elaboración propia (2020)

Una vez descrito cada uno de los protocolos de comunicación Southbound, se ha seleccionado dos de ellos. Para complementar este estudio de investigación, se ha empleado el método comparativo para analizar el rendimiento de la red considerando la tasa de transferencia en el envío de paquetes entre hosts aplicando los dos protocolos de comunicación seleccionados (OPENFLOW y OVSDDB). Finalmente, para poner a prueba la hipótesis del estudio, se ha empleado el método experimental. Por medio de este diseño, se pretende observar las variables de investigación, es decir, si los protocolos de comunicación pueden incidir en el rendimiento de una SDN.

Procedimiento

Se ha planteado un proceso sistemático que consta de tres fases para el cumplimiento del desarrollo de la emulación de una SDN aplicando los protocolos de comunicación Southbound. A continuación, en la figura 1 se resume cada fase.



Figura 5: Proceso sistemático del estudio
Fuente: Elaboración propia (2020)

Recopilación de Información

En esta fase se detalla el resumen del análisis bibliográfico sobre los protocolos de comunicación Southbound. Los protocolos que se detallan en la Tabla 2, son basados en la revisión de la literatura realizada para la construcción del estado del arte y antecedentes conceptuales. Asimismo, se describen varios de los protocolos de comunicación empleados en las redes definidas por software.

Tabla 2: Protocolos Southbound

Item	Protocolo	Descripción
1	ForCES	Su funcionamiento se basa en una arquitectura maestro-esclavo donde los elementos de reenvío (FE) son esclavos y permiten que el elemento de control maestro (CE) los controle (Haleplidis et al., 2015). Esto quiere decir, que FE está a cargo de procesar y manejar los paquetes, mientras que CE se encarga de la administración y ejecución del enrutamiento de los paquetes.
2	BGP	Se lo clasifica como protocolo de ruta vectorial o un protocolo de vector de distancia. Se basa en su tabla de enrutamiento con las direcciones que se puede alcanzar, y se las van asociando a una métrica de costo (valor que representa la conexión a cada router).
3	OpenFlow	Considerado en muchas aplicaciones para protocolos hacia el sur (Alves et al., 2018). Es un protocolo a través del cual un controlador lógicamente centralizado puede controlar un interruptor OpenFlow. El enrutamiento de los paquetes se basa en las tablas de flujo (uno o más) de cada conmutador OpenFlow.
4	OVSDB	El protocolo de administración OVSDB usa JSON. Permite que las aplicaciones se conecten a la base de datos Open vSwitch, en donde se encuentra la configuración.
5	NetConf	Proporciona mecanismos para instalar, manipular y eliminar la configuración de los dispositivos de red. Emplean el lenguaje XML (Extensible Markup Language) para los datos de configuración y los mensajes de protocolo. Tienen como objetivo la reducción de la complejidad y mejora del rendimiento de la red.

Fuente: Elaboración propia (2020)

Además, se pudo encontrar que no solo existen protocolos de comunicación, sino que existen API y framework que pueden ser utilizadas en otros tipos de propuestas.

Tabla 3: Resumen de Protocolos Southbound

Protocolo	API	Framework	Controlador Compatible
ForCES	X	X	Vendedor específico
OpenFlow	X		Openaylight, RYU, ONOS, Openvirtex, POX
OVSDB	X		Openaylight, RYU, ONOS, Opencontrail
Netconf	X		Openaylight, RYU, ONOS, Opencontrail
Xmpp	X		Opencontrail
BGP LS	X		Openaylight
BGP	X		Opencontrail

Fuente: Elaboración propia (2020)

Como se puede observar en la Tabla 3, se resumen los protocolos hacia el sur, no todos son protocolos, algunos son API como en el caso de XMPP que es empleado para mensajería instantánea haciendo envío de información por medio del formato XML. Otro caso a destacar es ForCES, que no solo se considera un protocolo sino también un Framework con la particularidad que es proporcionado por un vendedor específico, lo que quiere decir, que son implementados en dispositivos propios.

Por lo tanto, para seguir a la siguiente fase solo se consideran a los protocolos: ForCES, OpenFlow, OVSDB, BGP LS y BGP.

Diseño de escenario para laboratorio

En esta fase, se analizó el soporte que puede brindar Mininet a los protocolos definidos en la fase anterior. Es decir, se realizó una revisión teórica de la herramienta para identificar que protocolos pueden ejecutarse en Mininet. Como resultado de la revisión se obtuvo que OpenFlow y OVSDB están soportados por la herramienta de emulación.

Tabla 4: Protocolos Southbound soportado por Mininet

Protocolos	Controlador Compatible	Soportado por MININET
ForCES	Vendedor específico	
OpenFlow	Openaylight, RYU, ONOS, Openvirtex, POX	X
OVSDB	Openaylight, RYU, ONOS, Opencontrail	X
BGP LS	Openaylight	
BGP	Opencontrail	

Fuente: Elaboración propia (2020)

Se han diseñado dos topologías (lineal y simple) sobre las cuales los protocolos seleccionados (Tabla 4) fueron experimentados bajo controladores diferentes.

- Protocolo OpenFlow con el controlador POX
- Protocolo OVSDB con el controlador RYU

La topología lineal se empleó para experimentar con los protocolos, y para validar los resultados

obtenidos se experimentó en una topología distinta (simple).

Pruebas y análisis de resultados

Para los diseños de las topologías descritas en la fase anterior, se configuro un servidor HTTP, luego se procedió a comprobar la conectividad. Se estableció al Host 2 como cliente web haciendo una petición GET al servidor web (Host 1) como se observa en la Figura 6.

```
mininet> h2 wget -o - h1
```

Figura 6: Petición GET desde cliente a servidor HTTP
Fuente: Consola de Mininet (2020)

Se obtuvo éxito en el envío de paquetes ICMP realizado desde el H2 (cliente) al H1 (servidor) como se evidencia en la Figura 7.

```
mininet> h2 ping h1 -c 4
PING 10.0.0.1 (10.0.0.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.083 ms
64 bytes from 10.0.0.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.078 ms
64 bytes from 10.0.0.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.093 ms
64 bytes from 10.0.0.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.077 ms

--- 10.0.0.1 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3005ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.077/0.082/0.093/0.012 ms
```

Figura 7: Resultado del ping realizado entre H2 y el servidor HTTP en RYU
Fuente: Consola de Mininet (2020)

Además, se verificó la petición HTTP en Wireshark con igual prueba de solicitud desde el cliente hacia el servidor HTTP como se aprecia en la Figura 8.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
4	0.001704000	10.0.0.2	10.0.0.1	HTTP	172	GET / HTTP/1.1
20	0.002297000	10.0.0.1	10.0.0.2	HTTP	890	HTTP/1.0 200 OK
32	15.447741000	10.0.0.2	10.0.0.1	HTTP	172	GET / HTTP/1.1
48	15.448301000	10.0.0.1	10.0.0.2	HTTP	890	HTTP/1.0 200 OK

Figura 8: Verificación de petición HTTP
Fuente: Consola de Mininet (2020)

Se realizó el envío de paquetes ICMP entre los hosts H2 y H3 para verificar el comportamiento de la red. En este punto, se consideraron los siguientes criterios:

- Enviar paquetes de distintos tamaños (256, 512, 1024 y 2048 bytes)
- Realizar 5 pruebas de conectividad para cada tamaño de paquete.
- Cada prueba con 10 paquetes enviados de un mismo tamaño.

```
mininet> h2 ping -c 10 -s 256 h3
PING 10.0.0.3 (10.0.0.3) 256(284) bytes of data.
264 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.16 ms
264 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=2 ttl=64 time=2.26 ms
264 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.218 ms
264 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.075 ms
264 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.083 ms
264 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.082 ms
264 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.628 ms
264 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.077 ms
264 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=9 ttl=64 time=0.072 ms
264 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=10 ttl=64 time=0.072 ms

--- 10.0.0.3 ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9015ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.072/0.473/2.261/0.685 ms
```

Figura 9: Resultado del ping realizado entre H2 y H3
Fuente: Consola de Mininet (2020)

Los criterios mencionados, se establecieron para la ejecución de los protocolos OpenFlow y OVS-DB en las topologías Lineal y Simple.

Resultados

Una vez realizadas las pruebas en la topología lineal (lineal), aplicando el proceso que se describió anteriormente se han obtenido los siguientes resultados:

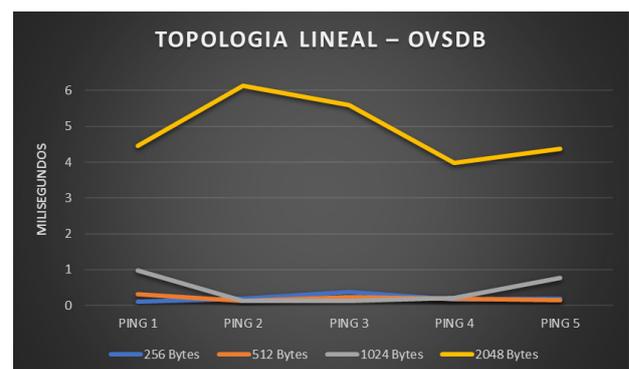


Figura 10: Resultado de OVSDb con topología lineal
Fuente: Elaboración propia (2020)

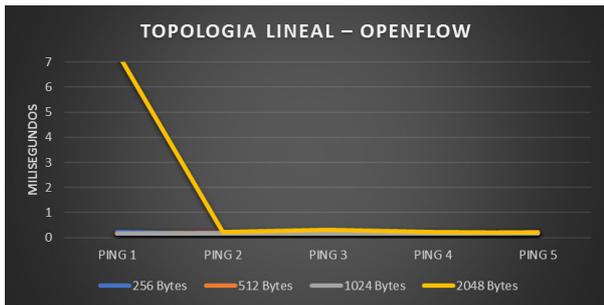


Figura 11: Resultado de OpenFlow con topología lineal
Fuente: Elaboración propia (2020)

Como se puede observar en la Figura 10 y 11 los resultados permiten evidenciar que el protocolo OpenFlow presenta mejores resultados de tasa de transferencia en el envío de paquetes con diferentes cargas (256, 512, 1024 y 1818 bytes) entre hosts.

En el caso del protocolo OVSDDB (Figura 10), se han obtenido valores de hasta 6 milisegundos, a diferencia del protocolo OpenFlow que arroja mejores valores, llegando a estar por debajo de 1 milisegundo.

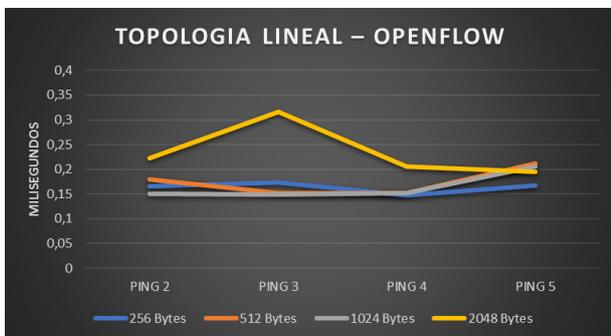


Figura 12: Resultados con la topología Lineal con OpenFlow
Fuente: Elaboración propia (2020)

Para mejorar la visualización de los resultados del protocolo OpenFlow, se han omitido los valores del primer envío de paquetes ICMP, y como se observa en la Figura 12 los resultados obtenidos en la topología propuesta no superan los 0.35 milisegundos.



Figura 13: Resultados con diferentes tamaños de paquetes ICMP
Fuente: Elaboración propia (2020)

Otro dato importante que se observa en el comportamiento de estos protocolos, es que en el primer envío de paquetes con carga de 2048 bytes toma valores altos, es decir, mayor latencia en relación a los siguientes paquetes que se envían, y esto está relacionado al tiempo de convergencia de la red. Además, es importante mencionar que la topología lineal incluye un Switch al que se conecta cada Host lo que podría aumentar la latencia.

Sin embargo, OpenFlow a pesar del retardo inicial, logra estabilizarse con el paso del tiempo hasta su convergencia, a diferencia del protocolo OVSDDB que en paquetes de 2048 bytes mantiene valores similares a los de los primeros paquetes enviados.

Para validar el mejor comportamiento del protocolo OpenFlow, se realizó otra prueba en una topología diferente, se escogió una topología Single (simple), obteniendo los siguientes resultados.

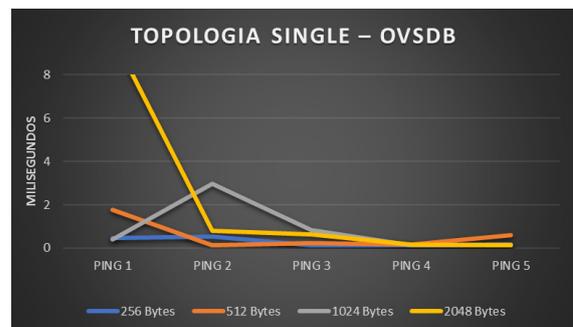


Figura 14: Resultado de OVSDDB con topología single o simple
Fuente: Elaboración propia (2020)

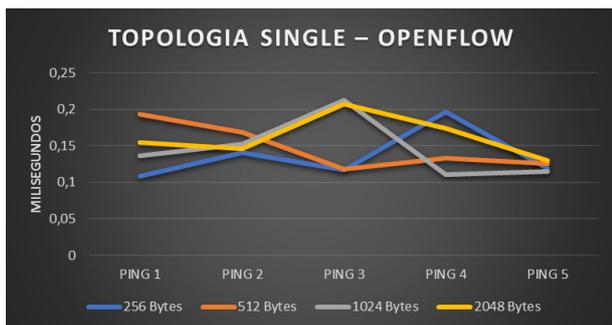


Figura 15: Resultado de OpenFlow con topología single o simple

Fuente: Elaboración propia (2020)

En este caso, ambos protocolos presentaron resultados, en general, similares al presentado en la topología Lineal. Como se evidencia en la Figura 14, el protocolo OVSDB alcanza un valor superior a 8 milisegundos (9,815ms) en el primer envío de paquetes ICMP con carga de 2048 bytes, a diferencia del protocolo OpenFlow que otorga valores que no superan 0.25 milisegundos en las 5 pruebas realizados con los diferentes tamaños de paquetes.

Conclusiones

El análisis de los protocolos de comunicación permite conocer alternativas con respecto a la implementación de una SDN considerando la importancia de la comunicación entre el plano de control y de datos. Estos protocolos pueden inferir en un mejor rendimiento en el envío de paquetes, sin embargo, esto también puede variar según el diseño de la topología. Como se pudo evidenciar en el presente estudio, al tener una topología simple con un switch se puede proporcionar un mejor rendimiento en el envío de los paquetes. A diferencia de una topología lineal, en la que se le agrega un switch para la conexión de cada host, y que por tanto agrega latencia necesaria para procesar el paquete desde el switch origen hacia el controlador, y posteriormente al switch del destino para que reenvíe al host receptor. Con este análisis, se deduce que el diseño de la topología juega un papel importante no solo en la selección del protocolo, sino para la implementación de la SDN.

Otro hallazgo en este estudio es que el protocolo OpenFlow ofrece una mejor comunicación. Observando los resultados, la tasa de transferencia mejora con el uso del protocolo OpenFlow en ambas topologías diseñadas.

El proceso de selección de la herramienta de emulación, en este caso Mininet, ha permitido evidenciar su gran capacidad para el despliegue de este tipo de arquitecturas. También se puede destacar, que presta un sinnúmero de comandos que pueden ser ejecutados desde los hosts creados.

Con este estudio se pretende generar una guía para introducir a nuevos análisis acerca de los otros componentes de una SDN, como son controladores, los protocolos NorthBound, además del análisis de seguridad en cada uno de los planos. Incluso, se puede desarrollar el software con el que se pretende interactuar desde el plano de aplicaciones hacia el controlador.

Otro trabajo que puede desarrollarse a partir de este estudio es la implementación de una SDN física, para ello es indispensable contar con los dispositivos adecuados y el software para el controlador.

Finalmente, se recomienda, comprobar otros protocolos hacia el sur con el mismo controlador, para lo cual se debe tener al alcance los equipos y software necesarios.

Agradecimiento

Este artículo fue desarrollado y financiado por la Universidad Técnica de Machala, por medio de la Gestión de la Maestría en Software mediante el aporte económico y académico para su publicación.

Referencias Bibliográficas

- Alcívar, P., & Navia, M. (2020). Comparativa entre red tradicional y red definida por software: Caso de estudio ES-PAM MFL. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, E29, 79–90.
- Alves, R. C. A., Oliveira, D. A. G., Pereira, G. C. C. F., Alber-

- tini, B. C., & Margi, C. B. (2018, agosto 1). WS3N: Wireless Secure SDN-Based Communication for Sensor Networks [Research Article]. *Security and Communication Networks*; Hindawi. <https://doi.org/10.1155/2018/8734389>
- Ampuño Avilés, A. R., & Chávez Cristóbal, M. M. (2015). Diseño y simulación de una red de Datacenters basada en topología FAT-TREE en un ambiente de redes definidas por software (SDN).
- Barrera Pérez, M. Á., Serrato Losada, N. Y., Rojas Sánchez, E., & Mancilla Gaona, G. (2019). State of the art in software defined networking (SDN). *Visión Electrónica*, 13(1), 178-194. <https://doi.org/10.14483/22484728.14424>
- Barrientos-Avenida, E., Rico-Bautista, D., Coronel-Rojas, L. A., & Cuesta-Quintero, F. R. (2019). Granja inteligente: Definición de infraestructura basada en internet de las cosas, IPv6 y redes definidas por software. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, E17, 183-197.
- Benzekki, K., El Fergougui, A., & Elbelhiti Elalaoui, A. (2016). Software-defined networking (SDN): A survey. *Security and Communication Networks*, 9(18), 5803-5833. <https://doi.org/10.1002/sec.1737>
- Carlos, J., Mejía, D., & Bernal, I. (2014, febrero 1). Implementación de un Prototipo de una Red Definida por Software (SDN) Empleando una Solución Basada en Hardware.
- Casado, M., Freedman, M. J., Pettit, J., Luo, J., McKeown, N., & Shenker, S. (s. f.). *Ethane: Taking Control of the Enterprise*. 12.
- Céleri-Pacheco, J., Andrade-Garda, J., & Rodríguez-Yáñez, S. (2018). *Cloud Computing para PYMES*. Machala: Universidad Técnica de Machala. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/12507>
- Centeno, A. G., Vergel, C. M. R., Calderón, C. A., & Bondarenko, F. C. C. (2014). Controladores SDN, elementos para su selección y evaluación. *Telemática Magazine*, 13(3), 10-20.
- Chico, J. C., Mejía, D., & Bernal, I. (2014). Implementación de un Prototipo de una Red Definida por Software (SDN) Empleando una Solución Basada en Hardware. 25, 10.
- Ciungu, R. S. (2016). *Improving IoT security with software defined networking* [Master's Thesis]. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Fernández Torres, Y., Gutiérrez Fernández, M., & Palomo Zurdo, R. (2019). ¿Cómo percibe la banca cooperativa el impacto de la transformación digital? CIRIEC-España, *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 95, 11. <https://doi.org/10.7203/CIRIEC-E.95.12724>
- Ghonaim, F. A., Darcie, T. E., & Ganti, S. (2018). Impact of SDN on optical router bypass. *IEEE/OSA Journal of Optical Communications and Networking*, 10(4), 332-343. <https://doi.org/10.1364/JOCN.10.000332>
- Gilces, C. E. M., & Villamar, R. P. (2019). Aplicación de Balanceo De Carga Dinámico Para Servidores, Basada En Redes Definidas Por Software. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 32, 67-82.
- Giraldo, M. R., & Echeverry, A. M. L. (2018). Redes de datos definidas por software—SDN, arquitectura, componentes y funcionamiento. 7.
- Gómez, D. F. B. (2013). OPENFLOW: EL PROTOCOLO DEL FUTURO. *Revista Académica e Institucional*, 93, 61-72.
- Gonzalez, C., Flauzac, O., & Nolot, F. (2018). Evolución y Contribución para el Internet de las Cosas por las emergentes Redes Definidas por Software. *Memorias de Congresos UTP*, 28-33.
- Haleplidis, E., Salim, J. H., Halpern, J. M., Hares, S., Pentikousis, K., Ogawa, K., Wang, W., Denazis, S., & Koufopavlou, O. (2015). Network Programmability With ForCES. *IEEE Communications Surveys Tutorials*, 17(3), 1423-1440. <https://doi.org/10.1109/COMST.2015.2439033>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación.
- Hicham, M., Abghour, N., & Ouzzif, M. (2018). 5G mobile networks based on SDN concepts. 7, 2231-2235. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.12194>
- Huang, X., Cheng, S., Cao, K., Cong, P., Wei, T., & Hu, S. (2019). A Survey of Deployment Solutions and Optimization Strategies for Hybrid SDN Networks. *IEEE Communications Surveys Tutorials*, 21(2), 1483-1507. <https://doi.org/10.1109/COMST.2018.2871061>
- Ibáñez Moruno, F., Lévano Lévano, J. A., & Nieto Maldonado, E. S. (2016). Diseño e implementación de una herramienta de visualización para análisis en tiempo real de redes SDN/OpenFlow.
- Jiménez Velásquez, Á. L. (2019). Implementación y evaluación de una estrategia para garantizar mantenimiento de QoS en la transmisión de video en tiempo real en redes WLAN bajo el esquema de gestión SDN.
- Krishnan, P., Duttgupta, S., & Achuthan, K. (2019). VARMAN: Multi-plane security framework for software defined networks. *Comput. Commun.* <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2019.09.014>
- Kumari, A., & Sairam, A. S. (2019). A Survey of Controller Placement Problem in Software Defined Networks. *arXiv:1905.04649 [cs]*. <http://arxiv.org/abs/1905.04649>
- Latifis, S. (2011). Análisis al futuro de las arquitecturas de internet. *Revista Ingenierías USBMed*, 2(1), 18. <https://doi.org/10.21500/20275846.244>
- Manzano, S., Pallo, J., González, P., & Escobar, A. (2017). Gestión de flujo de datos en una red definida por software en relación a variables externas. *UTCiencia" Ciencia y Tecnología al servicio del pueblo"*, 3(2), 73-84.
- Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. (2016). Plan de Telecomunicaciones y TI. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2016/08/Plan-de-Telecomunicaciones-y-TI.pdf>
- Molina, C., & Fernando, A. (2017). Análisis de servicios Web en redes SDN. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/144287>
- Muro, Y. A., Alvarez Paliza, F., Carbonell, A., & Dueñas Santos, C. (2017). SDN Application For The Network Access Control. En *Conferencia Científica Internacional 8Va Edición*.

- Muro, Y. A., Alvarez Paliza, F., & Carbonell, A. (2016). Colaboracion De Ims Y Sdn-Openflow. Una Arquitectura Para Mitigar Problemas De Seguridad En Redes Futuras. *Revista TONO*, 13, 34-39.
- Navarro, F. W. S., Bustos, J. G., & Hernández, W. E. C. (2019). Adaptive video transmission over software defined networks. *Visión Electrónica*, 13(1), 152-161. <https://doi.org/10.14483/22484728.14398>
- Ordóñez-Lucena, J., Ameigeiras, P., Lopez, D., Ramos-Munoz, J. J., Lorca, J., & Figueira, J. (2017). Network Slicing for 5G with SDN/NFV: Concepts, Architectures, and Challenges. *IEEE Communications Magazine*, 55(5), 80-87. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2017.1600935>
- Parashar, M., Poonia, A., & Satish, K. (2019). A Survey of Attacks and their Mitigations in Software Defined Networks. 2019 10th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT), 1-8. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT45670.2019.8944621>
- Peña Casanova, M., & Anías Calderón, C. (2018). Empleo de modelos de información en arquitectura modificada para gestión de redes y servicios basada en políticas. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 39(3), 77-88.
- Peña Casanova, M., & Anías Calderón, C. (2019). Sistema para ejecutar políticas sobre infraestructuras de Tecnologías de la Información. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27(3), 479-494. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052019000300479>
- Peña, M., & Anías Calderón, C. (2018). Empleo de modelos de información en arquitectura modificada para gestión de redes y servicios basada en políticas. 39, 77-88.
- Pereira, G., Silva, J., & Sousa, P. (2019). Comparative Study of Software-Defined Networking (SDN) Traffic Controllers. 2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 1-6. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2019.8760997>
- Pereira, G. & Gamess, E. (2017). Lineamientos para el Despliegue de Redes SDN/OpenFlow. 4(2), 13.
- Pérez, G. C., & Marín, M. F. (2015). Redes definidas por software: Solución para servicios portadores del Ecuador. *INVESTIGATIO*, 6, 41-63. <https://doi.org/10.31095/investigatio.2015.6.2>
- Rams, J. A., Calderón, C. A., & Fonseca, D. F. (2017). Lenguajes de alto nivel de abstracción para el desarrollo de aplicaciones SDN. *Telemática*, 16(2), 1-11.
- Rodríguez, N., Murazzo, M., & Medel, D. (2016). Consideraciones sobre la arquitectura de Internet del Futuro. *Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação*, 1(5).
- Rodríguez-Natal, A., Portoles-Comeras, M., Ermagan, V., Lewis, D., Farinacci, D., Maino, F., & Cabellos-Aparicio, A. (2015). LISP: A southbound SDN protocol? *IEEE Communications Magazine*, 53(7), 201-207. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2015.7158286>
- Romero Amondaray, L., Artigas Fuentes, F. J., Calderón, C. A., Romero Amondaray, L., Artigas Fuentes, F. J., & Calderón, C. A. (2020). Redes de Sensores Inalámbricos Definidas por Software: Revisión del estado del arte. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 41(2), 39-50.
- Romero-Gázquez, J. L., & Bueno-Delgado, M. V. (2018, septiembre 27). Software Architecture Solution Based on SDN for an Industrial IoT Scenario [Research Article]. *Wireless Communications and Mobile Computing; Hindawi*. <https://doi.org/10.1155/2018/2946575>
- Sanabria, F., Bustos, J., & Castellanos, W. (2018). Estudio de la transmisión de video sobre redes definidas por software (Study on Video Streaming over Software Defined Networks). *MEMORIAS-CICI*.
- Saraswat, S., Agarwal, V., Gupta, H. P., Mishra, R., Gupta, A., & Dutta, T. (2019). Challenges and solutions in Software Defined Networking: A survey. *Journal of Network and Computer Applications*, 141, 23-58. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2019.04.020>
- Trejos, F. D., & Alzate, N. (2016). Cloud gaming: A survey. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 10(20), 82-91.
- Tri-Hai Nguyen, & Myungsik Yoo. (2017). Analysis of link discovery service attacks in SDN controller. 2017 International Conference on Information Networking (ICOIN), 259-261. <https://doi.org/10.1109/ICOIN.2017.7899515>
- Trois, C., Del Fabro, M. D., de Bona, L. C. E., & Martiniello, M. (2016). A Survey on SDN Programming Languages: Toward a Taxonomy. *IEEE Communications Surveys Tutorials*, 18(4), 2687-2712. <https://doi.org/10.1109/COMST.2016.2553778>
- Valencia, B., Santacruz, S., Becerra, L. Y., & Padilla, J. J. (2015). Mininet: Una herramienta versátil para emulación y prototipado de Redes Definidas por Software. *Entre ciencia e ingeniería*, 9(17), 62-70.
- Valencia, J. C. C., Muñoz, W. Y. C., & Golondrino, G. C. (2020). Análisis de QoS para IPTV en un Entorno de Redes Definidas por Software. *Revista de Ingenierías: Universidad de Medellín*, 19(36), 29-51. <https://doi.org/10.22395/riurum.v19n36a2>
- Yang, L., Anderson, T., Dantu, R., & Gopal, R. (2004). Forwarding and Control Element Separation (ForCES) Framework. <https://doi.org/10.17487/rfc3746>



Seguridad IoT: Principales amenazas en una taxonomía de activos

Security IoT: Top Threats in an Asset Taxonomy

Cartuche-Calva, Joffre J.¹

<https://orcid.org/0000-0002-1633-2291>

Hernández-Rojas, Dixys L.²

<https://orcid.org/0000-0002-2116-6531>

Morocho-Román, Rodrigo F.³

<https://orcid.org/0000-0003-0194-5033>

Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Radicelli-García, Ciro D.⁴

<http://orcid.org/0000-0001-9188-0514>

Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador

Recibido: 05-09-2020

Aceptado: 20-12-2020

Cita Recomendada

Cartuche-Calva, J. J., Hernández-Rojas, D. L., Morocho-Román, R. F. & Radicelli-García, C. D., (2020). Seguridad IoT: Principales amenazas en una taxonomía de activos. *Hamut'ay*, 7 (1), 51-59

<http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v7i3.2192>

Resumen

El Internet de las Cosas (IoT) es una extensión de internet al integrar redes móviles, internet, redes sociales y cosas inteligentes para proporcionar mejores servicios o aplicaciones a los usuarios, uno de los mayores retos que tiene IoT son los problemas de seguridad relacionados con las amenazas, ataques, vulnerabilidades, etc. En este artículo, se proporciona una taxonomía de sus activos mediante la agrupación de los diferentes elementos que conforman un ecosistema IoT, para determinar qué elementos podrían estar afectados en la adquisición, el intercambio y el procesamiento de información ante las posibles amenazas existentes. La metodología utilizada consta de cuatro pasos, comenzando con la definición del alcance y juicios de expertos en el área de IoT, la investigación de escritorio, el análisis y desarrollo, redacción y validación del informe, llegando a obtener una clasificación y análisis de las principales amenazas según la categorización de los diferentes tipos de amenazas existentes y el nivel de impacto de riesgo que estas generan identificando qué amenazas pueden mitigarse y el riesgo que puedan tener en cada entorno IoT. Como resultado se aporta con una taxonomía de seguridad que podrá ser usada para evaluar el nivel de impacto de riesgo de toda una arquitectura IoT.

Palabras clave: IoT, seguridad, amenazas, vulnerabilidades, taxonomía.

1. Ingeniero en Sistemas Informáticos y Magíster en Ingeniería del Software. Candidato a doctor en TIC-Redes Móviles en la UDC, España. Líneas de investigación ingeniería de software, gestión de proyecto y seguridad IoT. docente titular e investigador de la UTMACH. jcartuche@utmachala.edu.ec.
2. Ingeniero electrónico y Máster en Electrónica. PhD en TIC-Redes Móviles por la UDC- España. Líneas de investigación en IoT, Realidad aumentada, Blockchain y Seguridad IoT. Profesor titular e investigador de la UTMACH. dhernandez@utmachala.edu.ec
3. Ingeniero de Sistemas, con maestrías en Seguridad Informática Aplicada y en Docencia y Gerencia en Educación Superior; profesor universitario en el área de Redes de Computadoras e instructor certificado para el programa Netacad de Cisco. rmorocho@utmachala.edu.ec
4. Ingeniero en Sistemas Informáticos, con maestría en Tecnologías, Sistemas y Redes de Comunicaciones. PhD en Telecomunicación Líneas de investigación Televisión Digital Terrestre, telecomunicaciones, TIC y educación. cradicelli@unanch.edu.ec



Abstract

The Internet of Things (IoT) is an extension of the internet by integrating mobile networks, internet, social networks and smart things to provide better services or applications to users, one of the biggest challenges that IoT has are security problems related to threats, attacks, vulnerabilities, etc. In this article, a taxonomy of your assets is provided by grouping the different elements that make up an IoT ecosystem, to determine which elements could be affected in the acquisition, exchange and processing of information in the face of possible existing threats. The methodology used consists of four steps, beginning with the definition of the scope and judgments of experts in the area of IoT, desktop research, analysis and development, writing and validation of the report, reaching a classification and analysis of the main threats according to the categorization of the different types of existing threats and the level of risk impact that these generate, identifying which threats can be mitigated and the risk they may have in each IoT environment. As a result, it is provided with a security taxonomy that can be used to evaluate the level of risk impact of an entire IoT architecture.

Key words: IoT, security, threats, vulnerabilities, taxonomy

Introducción

Uno de los primeros conceptos del Internet de las cosas se atribuye a Kevin Ashton, en el año 2009, el cual hace referencia a la conexión de todo tipo de dispositivos a Internet, para el intercambio de información entre estos dispositivos, pudiendo incluso, en determinados casos, actuar de modo automático ante la detección de ciertos eventos (Carmona & Antonio, 2019). La agencia de la Unión Europea para la ciberseguridad (ENISA, 2017), define a IoT como “un ecosistema ciberfísico de sensores y actuadores interconectados, que permiten la toma de decisiones inteligentes”. Sin embargo, se coincide con Russell & Duren (2018) al plantear que las tecnologías para IoT aún están en desarrollo, muchas de ellas aun no son estándares y se deben superar muchas dificultades. Uno de los obstáculos más importantes en IoT es la seguridad que afectan la garantía de los datos entre las aplicaciones y los dispositivos IoT. La seguridad en sistemas basados en IoT implica no sólo proteger datos, claves criptográficas y credenciales. Es por esto, que estos sistemas son propensos a una amplia variedad de amenazas y desafíos en cuanto a la seguridad (Perez et al., 2018).

La seguridad debe abordarse durante todo el ciclo de vida de IoT desde el diseño inicial hasta los servicios en ejecución (Shancang Li, Da Li, 2017). Las tres principales áreas de desafíos de la seguri-

dad en IoT son la confidencialidad, “preservar la divulgación no autorizada de la información, en las operaciones internas y los componentes del dispositivo IoT”, (Uribe, Felix, 2019), el objetivo es garantizar la seguridad de la transmisión de los datos en las comunicaciones, la integridad en la protección de los datos durante la transmisión, para lo cual deben existir medidas en vigor que hagan posible la verificación de que un mensaje transmitido por un equipo es legítimo de la red (Arteche Zabalo, 2018) y la disponibilidad, la que hace referencia a la “característica de la información de encontrarse siempre a disposición del solicitante que debe acceder a ella, sea persona, proceso o sistema (Augusto, 2017), el objetivo es garantizar el acceso y uso de los datos en cualquier condición adversa.

En la actualidad todos los dominios de aplicación IoT muestran una creciente preocupación de las amenazas de seguridad, ataques y vulnerabilidades. Para Romero, (2017) una amenaza es como cualquier elemento o acción capaz de atentar y aprovechar una vulnerabilidad para comprometer la seguridad de un sistema de información o ecosistemas IoT. Las amenazas surgen a partir de la existencia de vulnerabilidades, es decir que una amenaza sólo puede existir si existe una vulnerabilidad que pueda ser aprovechada, e independientemente que se comprometa o no la seguridad (Carrión & Rodrigo, 2017).

Método

Con este estudio lo que se pretende aportar a la comunidad científica es un análisis bibliográfico acerca de las principales amenazas para IoT, vista desde una clasificación de la arquitectura y elementos de IoT, denominada taxonomía de activos, para lo cual se ha utilizado los métodos históricos lógicos para la clasificación y la identificación de las principales amenazas, para el impacto de riesgo se aplicaron los métodos inductivos. La metodología de investigación que se aplicó se muestra en la Figura 1.

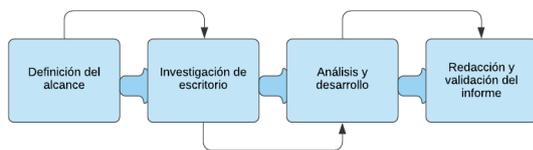


Figura 1. Metodología de estudio.

Fuente: Elaboración propia (2020)

Se inicia la metodología de estudio con la definición del alcance y juicios de expertos en el área de IoT a fin de recopilar sus aportes y conocimientos, luego, la investigación documental para identificar publicaciones e información existente sobre los principales activos y amenazas para el desarrollo de las medidas de seguridad. En el análisis y desarrollo se crearon las taxonomías de activos y amenazas identificando los escenarios de ataque y por último la redacción y validación del informe para sintetizar todos los hallazgos de la investigación.

Taxonomía de activos IoT.

Un ecosistema IoT puede entenderse como el conjunto de infraestructura hardware y software que se encuentra instalado, junto con sus actores sociales en un contexto en particular (Balcazar Hoyos & Lemos Elvira, 2019). Las tecnologías y aplicaciones específicas, en este entorno necesitan de estándares, arquitecturas, modelos de seguridad, etc. Existen varias arquitecturas de IoT definidas, por instituciones, comunidad científica (artículos, libros, congreso, etc.), algunas de ellas convertidas en estándares y las cuales están basadas en SOA (Avila et al., 2017), orientada a

API (Tan et al., 2016), estandarizada oneM2M (Muhammad, 2019), referencia de Internet Industrial (Yli-Ojanperä, 2019) y referencia WSO2 (Breivold, 2017).

Para la clasificación propuesta en activos, se tomó la arquitectura basada en dominios mostrada en la figura 2, la cual tiene tres dominios o capas principales: dominio de sensores, dominio de red y dominio de aplicaciones. Dentro del ecosistema IoT y pasando por los diferentes dominios antes descritos, tenemos un conjunto de elementos físicos y lógicos, que junto a diferentes servicios y aplicaciones hacen funcionar al IoT actual. Todos ellos pueden ser clasificados a través de una taxonomía de activos, la cual estará agrupada por diferentes componentes.

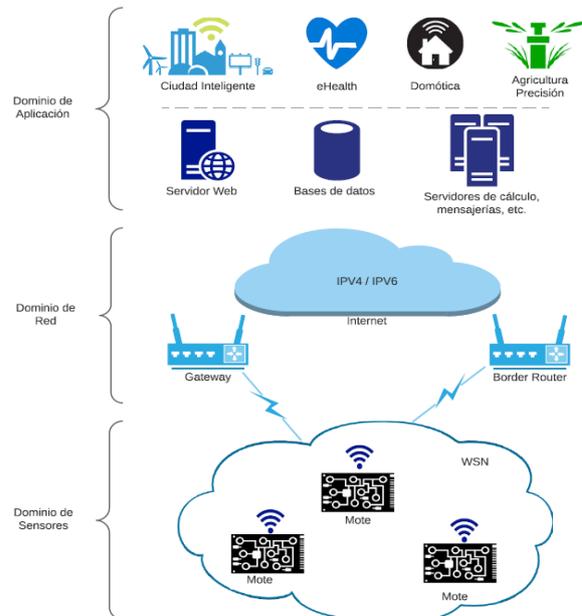


Figura 2: Arquitectura Basados en Dominios.

Fuente: Basada en (Campoverde et al., 2015)

La figura 3 muestra una clasificación general propuesta por los principales componentes lógicos (infraestructura, plataforma & back-end, decisiones de datos, servicios y aplicaciones, información) y físicos (Dispositivos IoT, otros dispositivos IoT, comunicaciones).



Figura 3: Modelo de referencia de componentes lógicos y físicos.
Fuente: Elaboración propia (2020)

En la tabla 1 y 2 se proporciona una descripción general de los grupos de activos clave, y se debe mencionar que esta taxonomía es indicativo y no exhaustivo, es decir, los elementos se mencionan de manera general y no por marca o tipo, el mismo criterio se aplica a las redes y a los protocolos y para una mejor descripción se han separado en la taxonomía propuesta los elementos lógicos de los físicos.

Tabla 1: Taxonomía de activos de componentes lógicos

Tipo Activos	Activos	Descripción
Infraestructura	Router	Componentes de red que se encarga de seleccionar la ruta en el envío de paquetes de datos entre las diferentes redes del ecosistema IoT, actúan como la barrera entre internet y la red local (Segura Gavilán, 2019).
	Gateways	Nodos de red que permiten interactuar con otro segmento de red utiliza diferentes protocolos, funciona como puerta de salida de los diferentes paquetes. Es un enlace entre la WSN o WSNAN y la comunicación por internet (Cloud Computing), el Gateway IOT puede acceder directamente a un recurso de la Cloud Computing o comunicarse directamente con una WSN (Villacres & David, 2016).
	Fuente alimentación	Medios de conexión para el suministro de energía eléctrica a un dispositivo IoT. Puede ser cableada o una batería integrada.
	Activos de seguridad	Comprende equipos informáticos enfocados específicamente a la seguridad de los dispositivos, redes e información de IoT. Entre estos están firewalls, firewalls de aplicaciones web WAF (Cano Alvaro, 2018), CASB (Bertolin, 2016) para proteger la nube, IDS (Coyle Jarita, 2019), IPS (Macias Victor Julio, 2020) y sistemas de autenticación / autorización (Mondragón & Guillén, 2019).
Plataforma & backend	Servicios basados en la web	Servicios dentro de la World Wide Web, proporcionan una interfaz basada en web para usuarios web o para aplicaciones conectadas a la web. Esto significa que las tecnologías web se pueden utilizar en IoT para comunicaciones de persona a máquina H2M (Ruan et al., 2019) y para comunicaciones de máquina a máquina M2M (Otero, 2018).
	Infraestructura de la cloud y servicios	En IoT, el backend de la nube se puede utilizar los servicios (Duarte & Ramírez, 2019) para agregar y procesar datos de

	Procesamiento de datos	dispositivos dispersos, y también proporciona capacidades informáticas, almacenamiento, aplicaciones y servicios. Son algoritmos y servicios para procesar los datos recopilados y transformarlos en una estructura definida para su uso posterior, utilizando tecnologías de big data (Hernández-Leal et al., 2017) para descubrir patrones en conjuntos de datos muy grandes.
Decisiones de datos	Procesamiento y computación de datos	Servicios para facilitar el procesamiento, recopilados de los datos para obtener información útil, que se puede utilizar para aplicar reglas, lógica, toma de decisiones y automatizar procesos.
	Analisis y visualización de datos	La información resultante se puede analizar y visualizar para identificar nuevos patrones y mejorar la eficiencia operativa.
	Gestión de dispositivos y redes	Actualizaciones de software del sistema operativo, el firmware y las aplicaciones, abarca el seguimiento y monitoreo de los dispositivos y redes, recolectando y almacenando registros que luego pueden usarse para diagnósticos.
Servicios & aplicaciones	Uso de dispositivos	Comprender el estado actual, patrones de uso y rendimiento.
	Reposo	Información almacenada en una base de datos en el backend de la nube o en los propios dispositivos.
	Transito	Información enviada o intercambiada a través de la red entre dos o más elementos de IoT.
Información	Uso	Información utilizada por una aplicación, servicio o elemento de IoT.

Fuente: Elaboración propia (2020)

Tabla 2: Taxonomía de activos de componentes físicos

Tipo Activo	Activos	Descripción
Dispositivos IoT	Hardware	Componentes físicos a partir de los cuales se pueden construir los dispositivos de IoT, incluyen microcontroladores, microprocesadores, los puertos físicos del dispositivo y la placa base (Ziegler, 2019).
	Software	Comprende el sistema operativo del dispositivo IoT, firmware, programas y aplicaciones instalados y en ejecución, el software se desarrolla a través de un proceso (Ramos et al., 2017).
	Sensores	Dispositivos cuya finalidad es detectar y/o medir eventos en su entorno y enviar la información a otra electrónica para su procesamiento, existen dos tipos de sensores inductivos y capacitivos (Reyes-Flores, 2019).
	Actuadores	Dispositivos de salida de los dispositivos IoT, que ejecutan decisiones basadas en información procesada previamente (Hernández-Rojas et al., 2018b).
Otros Dispositivos IoT	Interfases de conexión con los dispositivos IoT	Dispositivos cuyo propósito sirven como interfaz o como agregado entre otros dispositivos de un ecosistema IoT. Además, los dispositivos utilizados por los usuarios para interactuar e interactuar con dispositivos IoT. Varios ejemplos aparecen en (Berrú-Ayala et al., 2020).
	Dispositivos para administrar objetos	Dispositivos diseñados para administrar otros dispositivos IoT y redes.
	Sistemas embebidos	Dispositivos conformados por un sistema electrónico, de tamaño muy reducido, construidos con materiales muy resistentes que soportan factores de calor, frío, humedad, etc. (Barrera Obando Anlly, 2018), la unidad de procesamiento permite procesar datos por sí mismos. Contienen sensores, actuadores, y puede conectarse a la red directamente en la nube y tienen capacidad de ejecutar software.
	Redes	Sistema de comunicación que conecta computadores y otros equipos informáticos entre sí, con la finalidad

	de compartir información (Zambrano et al., 2017), existen diferentes topologías de redes como LAN, PAN, WAN, entre otras.
Comunicaciones	Protocolos Conjunto de reglas para realizar la comunicación entre dos o más dispositivos de IoT a través de un canal determinado. Existen dos tipos de protocolos de comunicación inalámbricos o alámbricos. Ejemplos de protocolos de comunicación de IoT son ZigBee, MQTT, CoAP, BLE. En (Hernández-Rojas et al., 2018a) se puede profundizar más sobre protocolos IoT.

Fuente: Elaboración propia (2020)

Seguridad IoT.

Se entiende por amenaza a la presencia de factores que pueden aprovechar las vulnerabilidades que se presentan, ya sea un sistema de información, personas o procesos (Chalá Ibarra Edwar, 2020). Para la implementación en los sistemas IoT se deben considerar los siguientes factores de seguridad: las amenazas (Palacios, 2019), vulnerabilidades (Cárdenas & Roperó, 2020), ataques y compromisos (Monzón, 2019) que puedan ocurrir en su normal funcionamiento, luego de

tener clasificado la taxonomía de inventario de activos IoT procedemos a identificar las principales amenazas y su nivel de impacto en los activos de IoT descritos en el epígrafe anterior.

Las principales amenazas en una taxonomía de activos, pueden ser clasificadas según su categoría, tipo, nivel de impacto y posibles activos IoT afectados. Entre las categorías de incidencias hemos analizado las siguientes: ataques o abusos, intersección o secuestro, caídas, daños, fallos o averías, desastres y ataques físicos. Entre las amenazas de seguridad fueron seleccionadas los malware, secuencia de exploit, ataques dirigidos, DDoS, falsificación de identidad (dispositivos y usuarios), ataques de privacidad, modificación de la información, man in the middle, secuestros de protocolos, pérdidas de servicio entre otros. En la tabla 3, se muestra más amenazas, con su respectiva descripción y clasificadas por categorías y tipos.

Categoría	Amenaza	Descripción	Nivel de impacto	Tipos de activos afectados
	Malware	“Malicious software”, es cualquier tipo de programa o código malicioso, malintencionado cuyo objetivo es infiltrarse en un dispositivo sin el consentimiento del usuario (González Díez, 2020). Son los más utilizados por los hackers para el robo de información.	Alto	– Dispositivos IoT. – Otros dispositivos IoT. – Plataforma & backend.
	Kits de explotación	Son servicios basados en la web diseñados para aprovechar las vulnerabilidades en los navegadores web mediante la descarga de archivos. (Taylor et al., 2016). La función principal es encontrar errores o puntos vulnerables y acceder a un sistema IoT, para provocar un comportamiento no intencionado.	Alto	– Dispositivos IoT. – Otros dispositivos IoT. – Infraestructura.
Ataques / Abusos	Ataques dirigidos	Diseñados para ejecutarse en un periodo de tiempo prolongado y llevados a cabo en numerosas fases con el objetivo de permanecer ocultos y obtener la mayor cantidad de información / datos confidenciales. El ataque dirigido requiere un modelo de destino para generar una etiqueta de destino específica (Li et al., 2020).	Media	– Infraestructura. – Plataforma & backend. – Información.
	Denegación de servicio distribuido DDoS	Varios sistemas atacan un objetivo común para saturarlo y dejar inoperativo el servicio o recurso provocando el fallo de la conectividad. Estos ataques se realizan a través de botnets, que habitualmente están compuestas por	Alto	– Dispositivos IoT. – Otros dispositivos IoT. – Infraestructura. – Plataforma & backend.

		están compuestas por ordenadores que han sido infectados y son controlados a distancia por los atacantes (Bautista Rosell, 2020).		
	Falsificación de dispositivos maliciosos	Cuando un dispositivo falso se hace pasar por un original en un sistema IoT, estos dispositivos tienen backdoors o puertas traseras que pueden utilizarse para atacar otros sistemas de TIC.	Media	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositivos IoT. - Otros dispositivos IoT. - Infraestructura.
	Ataques a la privacidad	Estas amenazas afectan a la privacidad del usuario, elementos de la red, personas no autorizado.	Media	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositivos IoT. - Otros dispositivos IoT. - Plataforma & backend. - Información.
Ataques / Abusos	Modificación de la información	Consiste en la manipulación de la información para generar caos y obtener beneficios.	Media	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositivos IoT. - Otros dispositivos IoT. - Plataforma & backend. - Información.
	Man in the Middle	El atacante intercepta en secreto la conexión entre dos partes comunicantes y, por tanto, en secreto retransmite o incluso puede alterar los datos que se transfieren entre las dos partes (Patni, 2017).	Alta	<ul style="list-style-type: none"> - Información. - Comunicaciones - Dispositivos IoT. - Decisiones de datos.
	Secuestro del protocolo de comunicación IoT	Se apropia de una sesión de comunicación existentes entre dos usuarios o elementos de la red y tiene acceso a la información, contraseñas, y forzar desconexión o negación del servicio.	Media	<ul style="list-style-type: none"> - Información. - Comunicaciones - Dispositivos IoT. - Decisiones de datos
Eavesdropping Intercepción / secuestro	Intercepción de la información	Recepción no autorizada de procesos de comunicación privada (llamadas telefónicas, mensajería, mails)	Media	<ul style="list-style-type: none"> - Información. - Comunicaciones - Dispositivos IoT.
	Reconocimiento de red	Escaneo de información en la infraestructura de la red con sus dispositivos conectados, protocolos utilizados, puertos abiertos y servicios.	Media	<ul style="list-style-type: none"> - Información. - Comunicaciones - Dispositivos IoT. - Infraestructura.
	Secuestro de sesión	El atacante asume la identidad del cliente legítimo y obtiene una conexión de red no autorizada como si fuera un cliente legítimo (Letsoalo & Ojo, 2018). Con el objetivo de obtener modificar o eliminar datos transmitidos.	Media	<ul style="list-style-type: none"> - Información. - Comunicaciones - Dispositivos IoT.
	Obtención de información	Obtención pasiva de la información sobre la red : dispositivos conectados y protocolos empleados.	Media	<ul style="list-style-type: none"> - Información. - Comunicaciones. - Dispositivos IoT.
	Reproducción de mensajes	Utiliza una transmisión de datos válida de manera mal intencionada enviando repetidamente o retrasándolos los mensajes, con el propósito de dejar inoperativo el equipo.	Medio	<ul style="list-style-type: none"> - Información. - Comunicaciones. - Dispositivos IoT.
Caídas	Caída de red	Interrupción o fallo en el funcionamiento de la infraestructura de la red, puede ser ocasionada de manera intencionada o no intencional.	Alta	<ul style="list-style-type: none"> - Información. - Comunicaciones.
	Fallos de dispositivos	Fallos o avería en los dispositivos de hardware	Medio	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositivos IoT.
	Fallos de sistemas	Fallos de los servicios o aplicaciones software	Medio	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositivos IoT. - Otros dispositivos IoT. - Plataforma & backend.

	Perdida de servicio de soporte	Perdida del soporte necesarios para el funcionamiento adecuado de la información	Alta	– Todos los activos.
Daño / pérdida (Activos TI)	Filtrado de datos / información confidencial	Cuando los datos confidenciales son revelados de manera intencional a terceros sin autorización del usuario, la amenaza varía según el tipo de dato que se filtre.	Medio	– Dispositivos IoT. – Plataforma & backend. – Información.
	Vulnerabilidad de software	Se debe a la utilización de contraseñas débiles, por defecto, errores de software, malas configuraciones lo que es un riesgo para la red.	Alta	– Dispositivos IoT. – Otros dispositivos IoT. – Plataforma & backend. – Infraestructura. – Servicios y Aplicaciones.
Fallos / averías	Fallos de tercero	Configuraciones no adecuadas en uno de los elementos activos de la red.	Medio	– Dispositivos IoT. – Otros dispositivos IoT. – Plataforma & backend. – Infraestructura. – Servicios y Aplicaciones.
	Desastre natural	Problemas que están fuera de la voluntad humana como inundaciones, vientos, etc. Pero pueden ocasionar un daño físico en los dispositivos.	Alta	– Dispositivos IoT. – Otros dispositivos IoT. – Plataforma & backend. – Infraestructura.
Desastre	Desastre ambiental	Desastres en el despliegue de los entornos de equipos de IoT, ocasionando su inoperatividad.	Media	– Otros dispositivos IoT. – Plataforma & backend. – Infraestructura.
	Modificación de dispositivo	Manipulación de dispositivos mediante la errónea comunicación que puedan tener los puertos abiertos	Media	– Comunicaciones – Dispositivos IoT.
Ataques físicos	Dstrucción del dispositivo / sabotaje	Perdida de dispositivos sea por robos, ataques y vandalismo.	Media	– Dispositivos IoT. – Otros dispositivos IoT. – Plataforma & backend. – Infraestructura.

Fuente: Elaboración propia (2020)

Conclusiones

La metodología empleada para la revisión bibliográfica de conceptos, términos, taxonomías e investigaciones propuestos por la comunidad científica, permitieron hacer una clasificación de los elementos del ecosistema IoT a través de una taxonomía de activos.

Como resultado del estudio realizado se define además una taxonomía de seguridad IoT según la categorización de los diferentes tipos de amenazas existentes y el nivel de impacto de riesgo que estas generan sobre los diferentes activos de IoT, en la adquisición, el intercambio y el procesamiento de información.

Los métodos inductivos aplicados permitieron identificar aquellas amenazas que pueden mitigarse o evaluar el riesgo que estas puedan tener en cada entorno IoT.

Agradecimiento

La elaboración de este trabajo forma parte de un proyecto de investigación institucional, desarrollado dentro del grupo de investigación AutoMathTIC y financiado por la Dirección de Investigación de la UTMACH (Universidad Técnica de Machala) según Resolución 359/2020.

Referencias bibliográficas

- Arteche Zabalo, E. (2018). La ciberseguridad como norma. Estudio del estado del arte en estándares y certificación en materia de seguridad cibernética aplicada a industria 4.0 e IoT, Universidad de Paos Vasco. https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/32240/TFG_Zabalo%20Arteche.pdf?
- Ávila, K., Sanmartín, P., Jabba, D., & Jimeno, M. (2017). Applications Based on Service-Oriented Architecture (SOA) in the Field of Home Healthcare. *Sensors*, 17(8),

1703. <https://doi.org/10.3390/s17081703>
- Balcázar Hoyos, D. F., & Lemos Elvira, J. J. (2019). Modelo para la construcción de ecosistemas sociales de objetos inteligentes IoT. <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/1776>
- Barrera Obando, A. (2018). Estudio de parámetros y características para el desarrollo de aplicaciones de internet de las cosas (IoT) en sistemas embebidos. Universidad de San Buenaventura. <http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/168052.pdf>
- Bautista Rosell, J. (2020). Ataques DDoS con IoT, Análisis y Prevención de Riesgos. <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/29630>
- Berrú Ayala, J., Hernandez Rojas, D., Morocho Díaz, P., Novillo Vicuña, J., Mazon Olivo, B., & Pan, A. (2020). SCADA System Based on IoT for Intelligent Control of Banana Crop Irrigation. En M. Botto-Tobar, M. Zambrano Vizuete, P. Torres Carrión, S. Montes León, G., Pizarro Vásquez, & B. Durakovic (Eds.), *Applied Technologies* (pp. 243-256). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42517-3_19
- Bertolín, J. A. (2016). Implantación de la tecnología de seguridad CASB para el acceso a ecosistemas cloud en IoE. *Eurofach electronica: Actualidad y tecnología de la industria electrónica*, 449, 44-48.
- Breivold, H. P. (2017). A Survey and Analysis of Reference Architectures for the Internet-of-things. *ICSEA 2017*, 143.
- Campoverde, Ariel., Hernández, Dixys., & Mazón, B. (2015). Cloud computing con herramientas open-source para Internet de las cosas. *Maskana*, 6, 173-182.
- Cano, A. (2018). Implementación y medida del rendimiento de un firewall para aplicaciones web (WAF) en un balanceador de carga. <https://idus.us.es/handle/11441/85834>
- Cárdenas-Quintero, D., Roperro-Silva, E., Puerto-López, K., Sanchez-Mojica, K., Castro Casadiego, S., & Ramirez Mateus, J. (2020). Vulnerabilidad en la seguridad del internet de las cosas. *Mundo FESC*, 10(19), 162-179.
- Carmona, M., & Antonio, P. (2019). Seguridad en los ecosistemas IoT. <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/96607>
- Carrión, A., & Rodrigo, M. (2017). Plan de seguridad informática basado en estándares Iso-Iec 27001 para proteger la información y activos del GAD cantonal de Pastaza. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/6508>
- Chalá Ibarra, E. (2020). Propuesta de un modelo de seguridad para la prevención de pérdida de información sensible dirigido a la asamblea nacional Universidad Internacional SEK. <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3997/1/Edwar%20Rodolfo%20Chal%C3%A1%20Ibarra.pdf>
- Coyla Jarita, Y. (2019). Implementación de un sistema de detección y prevención de intrusos (IDS/IPS), basado en la norma ISO 27001, para el monitoreo perimetral de la seguridad informática, en la red de la Universidad Peruana Unión - Filial Juliaca. (Tesis de licenciatura) Universidad Peruana Unión. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/2002>
- ENISA. (2017). Baseline security recommendations for IoT in the context of critical information infrastructures. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2824/03228>
- Gómez Duarte, M. A., & Galindo Ramírez, X. (2019). Seguridad en la nube, evolución indispensable en el siglo XXI. <https://doi.org/10.14483/2322939X.15535>
- González Díez, M. (2020). Internet de las cosas. Privacidad y seguridad. <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/116427>
- Google Books Link. (s. f.). Recuperado de <https://books.google.es/books?id=G2Q4DgAAQBAJ>
- Hernández Leal, E. J., Duque Méndez, N. D., & Moreno Cadavid, J. (2017). Big Data: Una exploración de investigaciones, tecnologías y casos de aplicación. *Tecnológicas*, 20(39), 17-24. <https://doi.org/10.22430/22565337.685>
- Hernández-Rojas, D. L., Fernández Caramés, T. M., Fraga Lamas, P., & Escudero, C. J. (2018b). A Plug-and-Play Human-Centered Virtual TEDS Architecture for the Web of Things. *Sensors*, 18(7), 2052. <https://doi.org/10.3390/s18072052>
- Patni, P., Iyer, K., Sarode, R., Mali, A., & Nimkar, A. (2017). Man-in-the-middle attack in HTTP/2. 2017 International Conference on Intelligent Computing and Control (I2C2), 1-6. <https://doi.org/10.1109/I2C2.2017.8321787>
- Letsoalo, E., & Ojo, S. (2018). A Model to Mitigate Session Hijacking Attacks in Wireless Networks. 2018 IST-Africa Week Conference (IST-Africa).
- Li, M., Deng, C., Li, T., Yan, J., Gao, X., & Huang, H. (2020). Towards Transferable Targeted Attack. 641-649. <https://doi.org/10.1109/CVPR42600.2020.00072>
- Macías, V. (2020). Diseño de sistema prototipo para análisis de intrusiones con técnicas de machine learning. *Universidad Piloto de Colombia*, 55. http://35.227.45.16/bitstream/handle/20.500.12277/8213/Trabajo%20de%20Grado%20Victor_Macias_20200703.pdf
- Mondragón, M. V. P., & Guillén, E. P. (2019). Servicios de autenticación y autorización orientados a internet de las cosas. *Telemática*, 17(2), 42-51.
- Monzón, G., Todt, C. M., Bolatti, D., Gramajo, S. D., & Scappini, R. J. R. (2019). Modelo de seguridad IoT. XXV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC) (Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/91363>
- Muhammad, A., Afzal, B., Imran, B., Tanwir, A., Akbar, A. H., & Shah, G. (2019). OneM2M Architecture Based Secure MQTT Binding in Mbed OS. 2019 IEEE European Symposium on Security and Privacy Workshops (EuroS PW), 48-56. <https://doi.org/10.1109/EuroSPW.2019.00012>
- Palacios Román, J. (2019). Seguridad y privacidad en internet de las cosas. <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/107086>

- Patni, P., Iyer, K., Sarode, R., Mali, A., & Nimkar, A. (2017). Man-in-the-middle attack in HTTP/2. 2017 International Conference on Intelligent Computing and Control (I2C2), 1-6. <https://doi.org/10.1109/I2C2.2017.8321787>
- Perez, N. B., Bustos, M. A., Berón, M., & Rangel Henriques, P. (2018). Análisis sistemático de la seguridad en internet of things. XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2018, Universidad Nacional del Nordeste). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/68387>
- Ramos, D., Noriega, R., Laínez, J. R., & Durango, A. (2017). Curso de Ingeniería de Software: 2a Edición. IT Campus Academy.
- Reyes-Flores, E. (2019). Tipos de Sensores. Con-Ciencia Serrana Boletín Científico de la Escuela Preparatoria Ixtlahuaco, 1(2), 31-33.
- Rodríguez, D. H. (s. f.). Detección de ataques de Denegación de Servicios en la Nube. 11.
- Otero, M. (2018). Evaluación del desempeño de protocolos de control de acceso al medio para comunicaciones máquina a máquina (M2M), (Tesis de Licenciatura). Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones. <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/10050/Miguel%20Alejandro%20Otero%20Rojas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Romero, T. (2017). La protección de datos ante el internet de las cosas. (Tesis de Licenciatura). Universidad Politécnica de Madrid. http://oa.upm.es/47426/1/TFC_MARIA_TERESA_ROMERO_GARCIA.pdf
- Ruan, L., Dias, M. P. I., & Wong, E. (2019). Machine Learning-Based Bandwidth Prediction for Low-Latency H2M Applications. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(2), 3743-3752. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2890563>
- Russell, B., & Duren, D. V. (2018). *Practical Internet of Things Security: Design a security framework for an Internet connected ecosystem*, 2nd Edition. Packt Publishing Ltd.
- Segura Gavilán, A. (2019). Seguridad en la internet de las cosas: Propuesta de implantación segura de un sistema de seguridad con dispositivos IoT en una PYME. <http://open-access.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/97447>
- Seguridad y ciberseguridad: ¿Qué hemos aprendido en esta década? ¿Cuáles con los retos a 2030? (2020). <https://sistemas.acis.org.co/index.php/sistemas/issue/view/14/11>
- Shancang Li, Da Li. (2017). *Securing the internet of things*. Oreilly.
- Tan, W., Fan, Y., Ghoneim, A., Hossain, M. A., & Dustdar, S. (2016). From the Service-Oriented Architecture to the Web API Economy. *IEEE Internet Computing*, 20(4), 64-68. <https://doi.org/10.1109/MIC.2016.74>
- Taylor, T., Hu, X., Wang, T., Jang, J., Stoecklin, M. P., Monrose, F., & Sailer, R. (2016). Detecting Malicious Exploit Kits using Tree-based Similarity Searches. *Proceedings of the Sixth ACM Conference on Data and Application Security and Privacy*, 255-266. <https://doi.org/10.1145/2857705.2857718>
- Uribe, Félix. (2019). El Internet de las cosas IoT y su uso como vector de ataques cibernéticos e incidentes de privacidad. 10.
- Vega, C. (2017). Artículo en formato IEEE: Concienciación en seguridad de la información. Universidad Piloto de Colombia. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/2667>
- Villacres, P., & David, J. (2016). Desarrollo e implementación de un gateway para una red de sensores inalámbricos BLE integrado al sistema IOTMACH. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/7608>
- Yli-Ojanperä, M., Sierla, S., Papakonstantinou, N., & Vyatkin, V. (2019). Adapting an agile manufacturing concept to the reference architecture model industry 4.0: A survey and case study. *Journal of Industrial Information Integration*, 15, 147-160. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2018.12.002>
- Zambrano, J. A. O., Ortiz, J. M. E., Bernabe, M. del C. T., & Castillo, K. N. L. (2017). Propuesta de un programa de tecnología en redes informáticas y telecomunicaciones. *Dominio de las Ciencias*, 3(3), 1159-1180.
- Ziegler, S. (Ed.). (2019). *Internet of Things Security and Data Protection*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-04984-3>



Perceptivas que posibilitan Los Cursos Virtuales en Moodle en Programas de Pregrado de la Universidad de Pamplona

Perceptions That Possible Virtual Courses in Moodle In Undergraduate Programs Of The University Of Pamplona

Rolando Quintero Pérez¹

<https://orcid.org/0000-0003.2844-5514>

Olga Lorena González Maldonado²

<https://orcid.org/0000-0001-6531-3372>

Kleeder José. Bracho Pérez³

<https://orcid.org/0000-0003-3644-0561>

Universidad de Pamplona, Colombia

Recibido: 25-08-2020

Aceptado: 21-12-2020

Cita Recomendada

Quintero, R. González, O.L., & Bracho, K. (2020). Perceptivas que posibilitan los cursos virtuales en Moodle en programas de pregrado de la Universidad de Pamplona. *Hamut'ay*, 7 (3), 60-74
<http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v7i3.2193>

Resumen

El estudio se realizó con el propósito de evaluar las características perceptivas que posibilitan los cursos de formación Ciudadana y Cultura de la Paz y Educación Ambiental en el marco de las asignaturas virtuales (Moodle) en los programas de pregrado de la Universidad de Pamplona, Sede Villa del Rosario, Norte de Santander, Colombia, desde la perspectiva de la teoría de la Gestalt. La metodología se basó en la filosofía post positivista bajo un enfoque cualitativo, con método descriptivo y de corte transversal. Los informantes claves estuvieron representados por siete (7) estudiantes seleccionados aleatoriamente, matriculados para el periodo 2020-1. Se aplicó una encuesta con preguntas abiertas que buscaban recabar la mayor cantidad de información necesaria que sirviera de insumo para la validación de la estructura gestáltica de los diferentes cursos virtuales de la Universidad de Pamplona. La información recolectada se trabajó mediante las fases de la investigación en tres grandes momentos: observación, recolección de información y análisis e interpretación. El estudio permitió concluir que la aplicación de una fundamentación teórica como la de Gestalt, mejoraría significativamente la percepción del estudiante en los cursos virtuales, permitiendo contar con estándares audiovisuales idóneos y superar la carencia de habilidades en la ejecución de procesos académicos fundamentados en TIC, que dificultan el adecuado funcionamiento dentro de la ejecución de las actividades en asignaturas de tipo virtual.

Palabras clave: perspectiva, Moodle, cursos virtuales, programas, Gestalt.

1. Magister Gestión de Proyectos Informáticos, Universidad de Pamplona. E-mail:rolando_quintero@hotmail.com

2. Magister en Educación, Docente, Universidad de Pamplona. E-mail: olgalorena.gonzalez@gmail.com

3. Doctor en Ciencias de la Educación, Docente, Universidad de Pamplona. E-mail: kleeder8@hotmail.com



Abstract

The study was carried out with the purpose of evaluating the perceptual characteristics that make possible the Citizen and Culture of Peace and Environmental Education training courses within the framework of virtual subjects (Moodle) in the undergraduate programs of the University of Pamplona, Villa Sede del Rosario, Norte de Santander Colombia, from the perspective of Gestalt theory. The methodology was based on the post-positivist philosophy under a qualitative approach, with a descriptive and cross-sectional method. Key informants were represented by seven (7) randomly selected students enrolled for the 2020-1 period. A survey was applied with open questions that sought to collect the greatest amount of information necessary to serve as input for the validation of the Gestalt structure of the different virtual courses at the University of Pamplona. The information collected was worked through the phases of the investigation in three main moments: observation, information collection and analysis and interpretation. The study allowed to conclude that the application of a theoretical foundation such as Gestalt, would significantly improve the student's perception in virtual courses, allowing them to have suitable audiovisual standards and overcome the lack of skills in the execution of academic processes based on ICT, which hinder the proper functioning within the execution of activities in virtual subject

Key words: perspective, Moodle, virtual courses, programs, Gestalt.

Introducción

El proceso de enseñanza – aprendizaje hace referencia a todos aquellos factores determinantes que llevan al estudiante a escuchar detenidamente al docente, a presentar un mayor interés para interactuar con este con el afán de aclarar las dudas que se le presenten, a participar activa y dinámicamente de la clase, a realizar y ejecutar las diferentes actividades propuestas, a estudiar conscientemente con las técnicas adecuadas, en una palabra, es la fuerza que lleva al individuo a investigar, experimentar y aprender de manera constructiva y significativa. Al respecto del Moral y Martínez (2012) afirman que:

El profesor universitario ha de añadir, por tanto, a sus funciones tradicionales como docente, tutor e investigador, una cuarta función como experto en Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) que le capacite no solo para utilizar didácticamente las herramientas y aplicaciones procedentes de la web 2.0 convirtiéndolas en un recurso más dentro del aula, sino también para desempeñar su propia labor docente inmerso en los nuevos escenarios virtuales (p.38).

La percepción del estudiante dentro del proceso de enseñanza – aprendizaje en ambientes virtuales es fundamental para lograr los objetivos, incluso es un factor determinante para la consecución de nuevo conocimiento y las habilidades necesarias para su aplicación en solución de si-

tuaciones de la vida cotidiana. Por lo anterior, la percepción dentro del aprendizaje virtual incrementa el esfuerzo, la persistencia y la iniciativa para mejorar el procesamiento cognitivo que lleva a la optimización del desempeño general del estudiante, teniendo como premisa de acción el “yo puedo hacerlo” el cual se refiere a los conocimientos, capacidades, estrategias, y destrezas necesarias que aunadas a la disposición y la intención permiten conseguir dichos objetivos Naula, (2017).

El avance de las TIC posibilita al individuo estudiar en cualquier parte rompiendo las barreras de espacio – tiempo, en las cuales se enmarca la educación tradicional del siglo XX. La educación virtual es el componente donde se interrelacionan sinérgicamente docente, estudiante, tecnología y medio ambiente. Así mismo, una asignatura virtual permite ejecutar en línea los contenidos de una materia mediante la utilización de herramientas tecnológicas como la computadora, internet y una plataforma de aprendizaje, Gregori y Garganté (2005, p.9) afirman “El estudiante no sólo debe conocer cómo navegar por un sitio con materiales hipermedia de contenido: además debe saber cómo utilizarlos para potenciar su aprendizaje”.

Los cursos en línea en la Universidad de Pamplona mediante la plataforma Moodle se han convertido en un constante desafío desde su implementación en el año 2015 que ha revolucionado el

paradigma tradicional de educación estableciendo un proceso comunicativo entendido como “la interacción dotada de sentido entre un ser humano y su entorno. El ser humano es un sistema abierto y un sistema complejo y, en relación a la información, constituye un sistema de comunicación retroalimentado” Colle, (2002, p.12). Así mismo, dicha evolución y la necesidad de enfocar el desarrollo en la calidad en los procesos educativos han aumentado los índices de deserción, pérdida y/o cancelación de asignaturas virtuales debido a la deficiente estructuración de los contenidos virtuales, lo cual hace imperativo que se realice una validación del proceso tanto en fases previas como posteriores al desarrollo de las mismas.

Muchas instituciones de educación superior creen que con el montaje de una plataforma que soporte un ambiente virtual y la estructuración de unos contenidos programáticos (en la mayoría de los casos, preestablecidos para la presencialidad) ya pueden brindar un servicio de virtualidad académica para diferentes asignaturas y programas, desconociendo en gran medida que dentro las diferencias marcadas que existen entre estas dos metodologías, y obviando fundamentos o posturas teóricas de buenas prácticas que se encuentran en teorías como la de Gestalt, que pueden mejorar a través de los principios de la percepción como contraste de figura fondo, la sencillez, la proximidad, la similaridad y cierre, el aprendizaje significativo de los estudiantes, y determinar de manera directa la incidencia e impacto en la educación teniendo en cuenta las necesidades del entorno, de los estudiantes y los docente del siglo XXI Pérez, (2007).

Por lo mencionado anteriormente, se presenta en este estudio un trabajo investigativo apoyado en las leyes de percepción de la teoría de Gestalt que permita validar la idoneidad en la construcción de los cursos virtuales para materias como Educación Ambiental, Formación Ciudadana y Cultura de la Paz de la Sede Villa del Rosario de la Universidad de Pamplona, revisando de manera directa la estructura de las mismas con el fin de facilitar al estudiante la ejecución de los contenidos de dichas asignaturas. Con la finalidad

de concebir mejoras en los procesos de aprendizaje de los estudiantes que cursan asignaturas virtuales dentro de la Universidad de Pamplona. Marrero y Pérez (2014, p. 55), afirman que “se hace necesaria la formación de competencias que busquen la integralidad del estudiante universitario mediante la conjunción de conocimientos, aptitudes y actitudes, que le permitan desenvolverse en la solución de problemas”. En tal sentido, desde el punto de vista educativo, toda institución debe estar prolija a atender todos aquellos cambios diferenciales que en determinado momento impactan el desarrollo de las actividades académicas con el fin de afrontar y adaptar los procesos a dichos cambios, especialmente los tecnológicos. Una de las principales incidencias hoy en la educación, son la aplicación y apropiación de las TIC, ya que en el campo educativo abre un abanico de posibilidades didácticas que permiten establecer nuevas modalidades de estudio en la educación virtual, la educación a distancia y presencial pero apoyada hoy por hoy en la virtualidad. Por lo anterior, la excelencia se logra aprovechando “el tiempo, disciplinando las actividades, formando hábitos, cumpliendo compromisos, realizando esfuerzos, luchando ante las dificultades, pensando, actuando, sintiendo con base en valores positivos y cultivando cualidades”. Quintero, (2003, p.61).

Por otra parte, en referencia a la educación virtual, el docente deja de ser un transmisor de conocimiento a convertirse en un mediador para la construcción del mismo, en otras palabras, “se debe planificar previamente el proceso de aprendizaje de forma más evidente, si es posible, que en el presencial” Duart y Sangrá, (2000, p. 8); por otra parte, el estudiante deja de ser un simple acumulador de información para convertirse en una persona que sabe qué hacer con la información. Todo este proceso de transformación educativa influenciada por el creciente avance tecnológico hace que los roles que intervienen dentro del proceso cambien de estructura y se enfoquen en otras perspectivas mejorando indudablemente la motivación cognitiva del estudiante.

Del mismo modo, el estudio se convierte en una oportunidad para indagar y conocer aspectos

teóricos y prácticos relacionados con diferentes teorías, especialmente, la teoría de Gestalt y su importancia en el proceso constructivo de ambientes virtuales de aprendizaje, lo cual permea el proceso de aprendizaje del estudiante enmarcándolo dentro de un contexto educativo virtual, encontrando a su vez beneficios para el desarrollo integral del individuo, desde la garantía de una educación de calidad. Por lo anterior, “la educación sería el medio por el cual los sujetos adquieren las competencias necesarias y pertinentes para el escenario global” Castro, (2007, p. 165).

La validación dentro de un proceso informático se puede definir como la revisión al que se somete un programa para comprobar que cumple con ciertas especificaciones. Partiendo de este punto, dentro del proceso de enseñanza virtual en la Universidad de Pamplona se ha visto reiteradamente la cancelación y pérdida de las asignaturas virtuales por parte de los estudiantes, lo que conlleva a realizar una validación de la estructura desarrollada dentro de la plataforma Moodle para las mismas, teniendo en cuenta los principios y elementos de la Teoría de la Gestalt como base evaluativa, permitiendo así definir si dicha estructura incide al momento de realizar el proceso educativo virtual y está conllevando a la cancelación o pérdida de la asignatura matriculada.

Teoría de Gestalt

El término Gestalt tuvo su origen en Alemania y fue introducido a principios del siglo XX por Christian Von Ehrenfels definiéndose como: forma, figura, configuración, estructura y/o creación. En otras palabras, la Gestalt puede definirse como “el todo es siempre más que la suma de sus partes” refiriendo a las experiencias de cada persona en cuanto a la autorrealización y la búsqueda de decisiones acertadas, tendiendo a desarrollar el ser humano de forma libre y autónoma. La Gestalt no solo es la suma de doctrinas, teorías y enfoques mencionados anteriormente como partes de un todo, sino la integración creativa a un nuevo plan global, el cual es enmarcado dentro

del Enfoque Gestáltico. Koffka (1922, p.1), uno de sus fundadores dice que, si bien es cierto que la teoría de la Gestalt nace de la investigación psicológica, ésta debe ser entendida “más que una mera teoría de la percepción: incluso más que una mera teoría psicológica”. La Gestalt presume un cambio esencial en las formas de pensar, la metodología y epistemología de la ciencia tal como señala Martín y de la Rosa (2011, p.19) “la Gestalt surge de las teorías visuales y auditivas en una época en que los sentimientos, las emociones y cualquier otro contenido que procediera del interior de la persona y que expresara su personalidad más profunda, no eran tomados en cuenta”.

Tabla 1. Principales autores que intervinieron en la creación y consolidación de La Teoría de Gestalt

Autores	Teoría	Aporte
Max Wertheimer	Según Antón (2011) “La teoría fue concebida por Max Wertheimer (1880-1943) y se desarrolla en Alemania a partir de 1924. Este psicólogo alemán sostenía que la conciencia debe ser analizada como una totalidad organizada. Los pensamientos son percepciones significativas y no un simple conjunto asociado de imágenes o de eslabones estímulo-respuesta (E-R)”.	<ul style="list-style-type: none"> Investigó sobre la percepción de estructuras ambiguas y complejas. Generó el fenómeno PHI el cual consiste en percibir una ilusión de movimiento continuo, en donde hay una sucesión de imágenes a través de un taquiscopio.
Wolfgang Köhler	Participó en el desarrollo de la Teoría de Gestalt, interesándose en las investigaciones sobre la inteligencia animal y sobre las formas físicas.	Aportó a esta escuela el concepto de aprendizaje por Insight. Es decir, el individuo llega súbitamente a la solución mediante una reorganización del campo perceptivo.
Kurt Koffka	Participo junto a Köhler, en los trabajos sobre percepción llevados a cabo por Wertheimer (1912), sobre la Teoría de la Forma o de la Estructura, asumiendo la percepción como la capacidad de ver totalidades estructuradas y no elementos aislados.	<ul style="list-style-type: none"> La percepción es un todo conformado por sensaciones, asociación y atención. La sensación es todo aquello que existe y está ligada completamente al estímulo. Cuando un elemento es convertido sensación, el sujeto puede experimentarlo en forma de imagen. La asociación nos permite saber por qué un elemento causa la aparición de otro. La atención influye en la estructura y el curso de los procesos conscientes del individuo.
Kurt Lewin	Se le considera el padre de la Psicología Social moderna e hizo parte activa en el desarrollo de la Psicología de la Gestalt.	<ul style="list-style-type: none"> Teoría del Campo: Las variaciones individuales del comportamiento humano en relación a la norma son condicionadas por la tensión entre las percepciones del individuo y el contexto psicológico en el que se encuentra. Teoría Topológica de la personalidad: Las personas se encuentran dentro de un campo psicológico de fuerzas que fijan la conducta del individuo. El concepto de espacio vital: se refiere a la forma como cada individuo percibe el mundo que le rodea. De esta manera se puede decir que posee una parte subjetiva, pero, además tiene una parte objetiva que son las condiciones ambientales físicas y sociales,

que limitan el campo psicológico.

- Las tensiones se dan por los conflictos internos y las frustraciones del individuo al no lograr los objetivos que actúan como fuerzas motivadoras.

Fuente: Elaboración Propia (2020).

Proceso	La percepción realiza constantemente un proceso dinámico y continuo en el tiempo y el espacio para crear o recodar situaciones internas o externas en pro de una solución.
Relatividad	Dentro de la percepción no existe lo absoluto ya que esta se adapta a la situación presentada por el estímulo percibido por el sujeto.

Fuente: Elaboración Propia (2020).

Percepción

En consideración a la percepción esta consiste en un intento por agrupar la información circundante dentro de las unidades simples que le permiten a la conciencia obtener noción de objeto y con ello mejorar su capacidad abstracta. Oviedo, (2004), en tal sentido, la percepción está definida como la capacidad de los sujetos para obtener información del entorno a partir de los estímulos que producen los sentidos, lo cual permite al individuo interactuar con el ambiente que lo rodea.

Por otra parte, Carterette y Friedman, (1982), consideraron la percepción como una etapa subjetiva, a través del cual se realiza una abstracción del mundo externo o de hechos relevantes, es decir un proceso inicial de la acción mental y no un precedente cerebral de estados sensoriales y Vargas, (2008) considera que la percepción del sujeto será una línea única moviéndose desde la posición de la primera a la de la segunda línea. (p.3)

Del mismo modo, la Gestalt es entendida como una tendencia al orden mental; inicialmente la percepción establece la entrada de información, garantizando que los datos tomados del ambiente posibiliten la formación de abstracciones, (juicios, categorías, conceptos, entre otros) Gilberto, (2004).

Tabla 4. Percepción y Educación Virtual

Características de la percepción	
Inferencial	Como primer proceso cognoscitivo toma la información del medio para realizar una interpretación de una imagen o idea a partir de la decodificación de estímulos sensoriales.
Constructiva	Se encarga de construir una idea basada en datos nuevos y preexistentes en la memoria del individuo.
Percepción y sensación son diferentes.	La percepción interpreta una sensación, que aporta significado y orden en el individuo. La sensación vive una experiencia a partir de un estímulo.
Depende de los sentidos	Visual para la percepción de imágenes. Auditiva para la percepción de sonidos. Olfativa para la percepción de aromas. Gustativa para la percepción de sabores. Táctil para la percepción de mediante contacto físico.
La atención	Es el filtro que permite seleccionar los estímulos importantes y/o significativos que percibe el sujeto del entorno.
Propósito	Construir y entender situaciones de acuerdo con las necesidades del individuo.

Teoría de Gestalt – Moodle

La teoría de Gestalt sirve de base para activar el interés del estudiante en primera instancia desde la percepción virtual que otorga la generación de un curso en Moodle. Al ser la percepción una causa y un efecto del aprendizaje es necesario captar la atención del sujeto, ofreciendo un abanico de opciones para que él, desde el autoaprendizaje logre los objetivos trazados y evalúe el progreso respecto a los mismos, Pupiales (2009) afirma que:

Al hablar de aulas virtuales, normalmente se hace relación a las múltiples posibilidades y experiencias culturales que ofrece Internet, por ejemplo: desarrollo curricular, desarrollo del aprendizaje, de espacios sociales tales como los foros virtuales, la wiki, o sea, espacios democráticos en donde los estudiantes a través de una temática o problema a abordar, reflexionan y debaten con el propósito de construir dominios consensuales más ricos, significativos y profundos con el colectivo, verbigracia, para elaborar un texto - ensayo, como fruto de la discusión del colectivo social y mediante la red de conectividad (p.83).

En este orden de ideas, Moodle es una herramienta que controla el proceso de aprendizaje del sujeto desde la elaboración de contenidos, por lo que la estructuración de espacios colaborativos permite construir conocimiento y organizar en lapsos de tiempo los temas y/o actividades que se encargan de lograr los objetivos trazados basados en el respeto, la responsabilidad y la honestidad como principios básicos de interacción entre el sujeto, el docente y el ambiente virtual. De acuerdo con lo anterior, Ros (2008) afirma que la plataforma:

Fomenta el autoaprendizaje, el aprendizaje cooperativo y la creatividad, facilitando la participación e implicación de unos alumnos con un

perfil diferente al tradicional y que precisan que las actividades que realizan les motiven y que tengan relación con lo que están aprendiendo y la realidad laboral en donde aplicaran esos conocimientos (p.8).

Las asignaturas virtuales de la Universidad de Pamplona están estructuradas dentro de la plataforma Moodle, con actividades programadas como foros, mapas mentales, trabajos colaborativos, comunicación sincrónica y asincrónica entre estudiantes y docentes mediante mensajería, videoconferencias, correo electrónico, videos, audios, envío de trabajos investigativos en la plataforma, etc., para ser entregadas en un lapso de tiempo establecido por el docente. Es así, que la práctica educativa de interacción que ofrece Moodle corresponde con las concepciones que, de esta, se tienen desde diferentes autores, quienes plantean que “es una herramienta polivalente que favorece un amplio abanico de posibilidades de comunicación didáctica” Correa, (2005).

E-Learning.

Rosemberg (2002) plantea “la educación e-learning como el uso de las tecnologías basadas en internet para proporcionar un amplio despliegue de soluciones a fin de mejorar la adquisición de conocimientos y habilidades” (p.4). Lo anterior implica, que la virtualidad en la educación deba cumplir con algunos criterios o aspectos mínimos, como que se ejecute bajo los parámetros de interconexión de internet, que llegue al estudiante y docente a través de un computador y que se centre en la solución de situaciones a través de paradigmas diferentes a los utilizados en la formación tradicional. Gesa (2012) afirma que:

Mediante el uso de las tecnologías de la información, los procesos de formación han dejado de tener límites de espacio o tiempo, debido a que en la actualidad los estudiantes aprenden no sólo con los materiales tradicionales disponibles, sino que también lo hacen con las destrezas relacionadas con el encontrar, evaluar e interpretar los contenidos que estudian cuando se relacionan con el mundo real (p.83).

Por otra parte, García (2005) considera que el e-learning es una capacitación no presencial que, a través de plataformas tecnológicas, viabiliza y adapta el acceso y el tiempo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, adecuándolos a las habilidades, necesidades y disponibilidades de cada discente, además de avalar ambientes de aprendizaje colaborativos mediante el uso de herramientas de comunicación síncrona y asincrónica, fomentando en suma el proceso de gestión basado en competencias.

Tabla 3. Formación Virtual

Fases del Ciclo de Vida	Descripción
Planeación	En esta fase se define la asignatura, la población, los objetivos, los recursos y el material necesario para el desarrollo. En esta fase solo intervienen las autoridades académicas.
Diseño del curso virtual	En esta fase se define el contenido a desarrollar y los recursos didácticos que se utilizarán para un óptimo proceso de enseñanza - aprendizaje. Es importante que en esta fase puedan intervenir los diferentes actores del proceso como: autoridades académicas, docentes y estudiantes.
Desarrollo de entornos y contenidos digitales	En esta fase los expertos en desarrollo de contenidos elaboran cada uno de los recursos establecidos en la fase de diseño.
Fase de pruebas	En esta fase el grupo experto conformado por docentes y estudiantes ejecutará y evaluará el contenido de la asignatura con el fin de establecer mejoras o avalarlo para su puesta en producción.
Puesta en producción del curso virtual como herramienta de enseñanza - aprendizaje	En esta fase el curso virtual es colocado al servicio de los docentes y estudiantes para su desarrollo académico.
Evaluación del curso	En esta fase se debe evaluar por los actores que intervienen en el proceso con el fin de retroalimentar y establecer mejoras para el siguiente periodo académico.

Fuente: Elaboración Propia (2020).

Tabla 4. Percepción y Educación Virtual

Estrategia			
Organizar estudiantes en pequeños grupos, a estos grupos se les presentan disímiles ejemplos o enfoques de un concepto para que intercambien opiniones y formulen sus hipótesis con la finalidad de convenir un acuerdo concluyente con respecto al tema de estudio.			
Formas de intercambiar información			
SINCRÓNICA	✓ Foros	ASINCRÓNICA	✓ Correo
	✓ Chat		✓ Foros
	✓ Aulas virtuales		✓ Blogs
RECURSOS			✓ Gráficos, ✓ Animaciones ✓ Sonidos.

Fuente: Vivas, (2011). Modelos pedagógicos en educación a distancia.

El Concentrar las TIC y las Comunidades Virtuales de Aprendizaje (CVA) en el proceso de enseñanza, genera situaciones nuevas de aprendizaje y oportunidades de intercambio de conocimiento entre los diferentes actores, lo cual permite transpolar situaciones para llegar a soluciones de forma conjunta en lo que respecta a procesos educativos.

Teniendo en cuenta lo anterior y para el mejor aprovechamiento de estos ambientes de aprendi-

zaje se deben utilizar estrategias que fortalezcan el proceso formativo y mantengan al estudiante motivado en el transcurso de las asignaturas o programas según sea el caso, Cacheiro (2014) señala que las estrategias de enseñanza “son un proceso de ayuda que se va ajustando en función de cómo ocurre el progreso en la actividad constructiva” (p. 45), en consecuencia, las estrategias son la forma en que se enseña y la forma en que los alumnos aprenden a aprender por ellos mismos, y por su parte, Galvis (2017), expone que son una guía para todos los que incursionan en el maravilloso mundo del aprendizaje.

Tabla 5. Procesos Pedagógicos y Elementos del Aula Virtual Universidad de Pamplona

Procesos pedagógicos	Concepto	Elemento del aula
1. Inicio del aprendizaje		
1.1 Motivación	Acción permanente en el que se generan para el estudiante las condiciones de interés necesarias para un óptimo proceso de enseñanza – aprendizaje.	(Video e información de presentación, Banner de presentación de la asignatura virtual) (Banner de presentación de la asignatura virtual)
1.2 Recuperación de saberes previos	Conocimientos previos con que el estudiante llega a desarrollar un curso.	(Material de estudio y complementario)
1.3 Conflicto cognitivo	Rompimiento de las estructuras mentales debido a la no comprensión y/o explicación de saberes propios.	(Información General) (¿Tema de la semana, Al finalizar este tema usted?, Guía de aprendizaje).
2. Construcción del aprendizaje	Proceso mediante el cual se desarrollan estructuras cognitivas a través de una entrada, construcción y salida de información.	(Actividades de aprendizaje)
3. Aplicación y/o transferencia del aprendizaje	Solución de situaciones nuevas a través de la ejecución de la teoría y conceptualización adquirida.	(Actividades de aprendizaje)
4. Metacognición y evaluación		
4.1 Reflexión	Retroalimentación entre lo aprendido y ejecutado para establecer mejora continua en el proceso de aprendizaje.	(Comunicaciones, Notificaciones y mensajería) (Interacción, Notificaciones y mensajería)
4.2 Evaluación	Determinación de aciertos y desaciertos dentro del proceso de enseñanza – aprendizaje.	(Actividades de aprendizaje)

Fuente: Elaboración Propia (2020).

E-Learning como Herramienta de Aprendizaje

La enseñanza virtual u online (e-learning) es definida por la Fundación para el Desarrollo de la Función Social de las Comunicaciones (FUNDESCO), tal como lo señala Marcelo, Puente y Ballesteros (2002, p.5) como “un sistema de impartición de formación a distancia, apoyado en las TIC que combina distintos elementos pedagógicos: instrucción clásica (presencial o autoes-

tudio), las prácticas, los contactos en tiempo real (presenciales, videoconferencias o chats) y los contactos diferidos (tutores, foros de debate, correo electrónico)”. Así mismo, Urdan y Weggen (2000, p. 10) definen el e-learning como el desarrollo de contenidos a través de cualquier medio electrónico incluyendo Intranet, Extranet, satélites, cintas de audio video, televisión interactiva y CD-ROM. En cambio, para Castells (2001, p.21) el e-Learning “es la respuesta que el mundo de la educación y el de la tecnología han desarrollado en conjunto para adaptar a las organizaciones sociales a las reales necesidades que requieren los actores del mundo globalizado basado en el conocimiento y en el capital humano”. Por otro lado, Boneu (2007, p. 3) define el e-learning como “una forma de utilizar la tecnología para distribuir materiales educativos y otros servicios, permitiendo establecer un canal de retorno entre profesores y alumnos”.

Por otra parte, la enseñanza virtual aporta unas ventajas al ofrecer métodos, técnicas y recursos que hacen más efectivo, flexible el proceso de enseñanza-aprendizaje y que pueden justificar su rápida expansión; la posibilidad de utilizar materiales multimedia, la fácil actualización de los contenidos, la interactividad, acceso al curso desde cualquier lugar y en cualquier momento, la existencia de un feed-back de información inmediato, de manera que un profesor conoce si el alumno responde al método y alcanza los objetivos fijados inicialmente. En otras palabras, la enseñanza virtual a través de Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) está referido a las organizaciones, comunidades, actividades y prácticas que operan y tienen lugar en Internet; y se subraya su potencialidad por permitir una comunicación entre usuarios, similar a la que se realiza cara a cara, (Coll, 2008).

De esta forma, para Iazza y Pinzón (2005, p.17) el e-Learning apuesta por un tipo de modelo educativo en el que el alumno tiene un papel principal como parte activa del proceso de aprendizaje. Su relación con el profesor ya no será de mero oyente, sino que las herramientas de comunicación que ofrece Internet (foros, chats, etc.) le dan la posibilidad de interactuar con el tutor, con

los demás alumnos y con el propio sistema. Todos los elementos que forman parte del modelo pedagógico virtual se ponen a disposición del estudiante para que pueda gestionar su propio proceso formativo. Por lo anterior, para Rodríguez y Vaca (2018, p.72) “el aprendizaje nunca llega a ser un proceso completo, sino que continuamente los individuos adaptan y reelaboran el conocimiento que proviene del mundo real a partir de las diversas fuentes de información que emplean”. Para optimizar este modelo hay que tener presente dos aspectos cruciales: la calidad pedagógica (de los materiales virtuales diseñados y de la metodología docente empleada) y el énfasis en el apoyo personalizado. Por lo anterior, para Díaz y Ledesma (2011, p.3) al desear diseñar un recurso educativo indistintamente de la aplicación que se emplee, es necesario reconocerla como estrategia pedagógica. Al mismo tiempo, el alumno desarrollará una importante actividad de dinamización y creación de información pues, como usuario de Internet, puede proponer y sugerir recursos educativos, intercambiando éstos con sus compañeros en línea.

Materiales y Métodos

Participantes

Los informantes claves son de uso fundamental para el desarrollo inicial del objeto de estudio, puesto que orientan el proceso de investigación, para Taylor & Bogdam (1986) “apadrinan al investigador en el escenario y son sus fuentes primarias de información” (p.5); es decir, los informantes claves poseen la capacidad de empatizar y relacionarse con el campo donde interactúa y pueden acoger al investigador convirtiéndose en una fuente importante de información. Martínez (2009), asegura que los informantes clave son personas con conocimientos especializados, capacidad para proporcionar la información requerida.

Sin embargo, se debe tener claridad que en una etapa más avanzada cumple con la función de cubrir faltantes de información y evidenciar aspectos que no han sido detectados para los inves-

tigadores. En este orden de ideas, para la presente investigación se tomó la cantidad de siete (7) estudiantes seleccionados aleatoriamente, matriculados para el periodo 2020-1 en las asignaturas virtuales de los cursos de Formación Ciudadana y Cultura de la Paz, y Educación Ambiental de la Universidad de Pamplona, sede Villa del Rosario, Norte de Santander, Colombia.

Tipo de estudio

La investigación se basó en la filosofía post positivista bajo un enfoque cualitativo el cual se basa en el contexto natural de la realidad, tal y como sucede en las asignaturas virtuales de la Universidad de Pamplona. En tal sentido González (2013), refiere que, la investigación cualitativa aborda lo real en cuanto proceso cultural, desde una perspectiva subjetiva, con la que se intenta comprender e interpretar todas las acciones humanas, las vivencias, las experiencias, el sentir, con el fin de crear formas de ser en el mundo de la vida.

Por otra parte, Bernal, (2006), afirma que el estudio cualitativo requiere de una observación próxima y detallada del sujeto en su propio contexto, para lograr aproximarse lo más posible a la significación de los fenómenos.

En este sentido, Andrade y Bracho (2019), señalan que es sustancial reflexionar acerca de lo que es investigar a partir de las experiencias propias, que llevarán a una explicación acerca de lo que se hace, lo que se piensa y cuál es su fin o propósito. Por lo que, la investigación cualitativa permite una perspectiva centrada en el entendimiento de la interpretación de lo que el sujeto va captando en el entorno, que, para el caso de estudio, son las aulas virtuales en la plataforma Moodle de la Universidad de Pamplona.

Tabla 6. Descripción de los informantes asignaturas virtuales de la Universidad de Pamplona

Asignaturas virtuales de la Universidad de Pamplona	Cantidad
Formación Ciudadana y Cultura de la Paz	4
Educación Ambiental	3
Total	7

Fuente: Elaboración Propia (2020).

De igual manera, se acudió al investigador experto que lidera el estudio, para realizar un análisis estructural a las aulas virtuales, desde la observación de su diseño y actividades de ejecución.

Instrumento

Los instrumentos en un trabajo de investigación son utilizados por los investigadores para recolectar información, teniendo en cuenta la muestra seleccionada, y así mismo lograr resolver el problema del objeto de estudio, según Arias (2012) “son las distintas formas o maneras de obtener información, señalando que los instrumentos son medios materiales que emplean para recoger y almacenar información” (p.146), por tal motivo permiten conseguir unos resultados específicos que aportan una información de alta importancia para el presente trabajo. Por otra parte, Bracho (2012), señala que las técnicas son los recursos utilizados para facilitar la recolección y el análisis de los hechos. En tal sentido, se realizó una observación directa a las aulas virtuales objeto de estudio, mediante la aplicación de un diario de campo por parte del experto investigador, teniendo en cuenta los principios de la Gestalt que fundamentan el presente interés investigativo.

Para la recolección de los datos se utilizó una encuesta, aplicada a los siete (7) estudiantes seleccionados aleatoriamente, con el fin de acercarse a estos de manera ética y recabar la mayor cantidad de información a través de un conjunto de preguntas abiertas, orientadas en los nueve (9) principios o leyes de Gestalt, y con un desarrollo a manera de conversación, con el objetivo de obtener las respuestas necesarias que sirvan de insumo para la validación de la estructura gestáltica de los diferentes cursos virtuales de la Universidad de Pamplona, desde la percepción del estudiante.

Procedimiento

Para el desarrollo de la presente investigación se han tenido en cuenta tres fases importantes que estructuran todo proceso de investigación: ob-

servación, recolección de la información, y análisis e interpretación, ya que en este proceso según, Hernández, Fernández y Baptista (2014), se posibilita el acercamiento objeto-sujeto de investigación dando de esta forma alternativas factibles de solución a las problemáticas reconocidas e identificadas por el investigador.

Momento 1. Observación

Significa observar un objetivo claro, concreto y preciso: el investigador sabe que es lo que quiere observar y para que quiere hacerlo, lo cual implica que debe preparar cuidadosamente la observación. Sierra (2001), la define como: “la inspección y estudio realizado por el investigador, mediante el empleo de sus propios sentidos, con o sin ayuda de aparatos técnicos, de las cosas o hechos de interés social, tal como son o tienen lugar espontáneamente”

Este momento permitió construir una estructura del problema y recolectar la información necesaria para iniciar con un planteamiento que luego se va acotando en la medida que avanza la investigación, de tal modo que el estudiante busca establecer lo que se define como la situación problematizadora lo que desencadena en un posible título y objetivo general que serán la base del proyecto. Según Schuster et al., (2013), durante este primer momento se ha requerido de pasos que permitieran fijar prioridades, definir estrategias y garantizar la toma de decisiones en torno a la situación planteada. Así mismo, se realiza la revisión de antecedentes, bibliografía, datos estadísticos y referentes legales como eje conductor durante el proceso de la investigación y ejecución del proyecto.

Momento 2. Recolección de información

La recolección de la información, consiste en los medios que emplea el investigador para recoger de forma minuciosa y detallada las pesquisas o datos que suministren los informantes claves. Méndez (1999, p.143) define a las fuentes para recolección de la información como los hechos o documentos a los que acude el investigador y que

le permiten tener información.

En este momento se realizó la recolección de la información referente al problema objeto de estudio, la cual permitió contar con una visión clara de la realidad percibida por el experto investigador y los estudiantes que cursan asignaturas virtuales en la Universidad de Pamplona a través de técnicas e instrumentos establecidos para tal fin.

Momento 3. Análisis e interpretación

El análisis y la interpretación consistieron básicamente en dar respuesta a los objetivos pautados en la investigación con función explicativa. Según, Zorrilla y Torres (1992, p.77) consiste en interpretar los resultados obtenidos con la ayuda de los instrumentos contruidos para ello, por otra parte, Balestrini (2003: 73), señala que “se debe considerar que los datos tienen su significado únicamente en función de las interpretaciones que les da el investigador, ya que de nada servirá abundante información si no se somete a un adecuado tratamiento analítico”, es decir, se trata de encontrar un significado más amplio de la información.

En este momento se realizó el análisis de la información recopilada a partir de las técnicas e instrumentos aplicados que permitieron hacer una descripción, interpretación y explicación comprensiva de la realidad actual de los estudiantes que cursan asignaturas virtuales en la Universidad de Pamplona Sede Villa del Rosario para consolidar la situación problema.

Confidencialidad o consentimiento informado

En lo que respecta a la confidencialidad del proceso investigativo es recurrente asistir a los principios éticos, el cual se tomó en consideración del código de ética profesional de psicólogos, citado por Tojar & Serrano (2000), de los deberes éticos en el área de investigación, ya que este contempla el consentimiento informado como parte del proceso investigativo a fin de proteger los derechos, dignidad y la integridad de los sujetos sometidos al estudio.

El consentimiento informado se enmarcó en la capacidad del investigador de informar y hacer comprender a los estudiantes que cursan las asignaturas virtuales de Formación Ciudadana y Cultura de la Paz, y Educación Ambiental de la Universidad de Pamplona, sede Villa del Rosario, Norte de Santander Colombia, la importancia de evaluar las aulas virtuales construidas bajo la plataforma Moodle con respecto a las características perceptivas que posibilitan dichos los cursos desde la perspectiva de la teoría de la Gestalt, a fin de mantener un equilibrio entre la discreción, la información y apuntar a las mejores respuestas y el menor riesgo posible en la confidencialidad de la información.

Resultados

La Tabla 7 muestra los niveles de análisis que se utilizan en el proyecto de investigación con el fin de determinar la incidencia de la Teoría de Gestalt en la percepción de los estudiantes de la Universidad de Pamplona.

Tabla 7. Definición de niveles de análisis y categorías

Nivel de análisis	Categorías
Percepción	Inferencial
	Proceso
	Insight
	Atención
	Experiencia
Estructura	Principio de figura-fondo
	Principio de Sencillez
	Principio de Proximidad
	Principio de Similitud
	Ley de cierre
	Principio de Continuidad

Fuente: Elaboración Propia (2020).

El propósito de esta investigación se enfocó en evaluar las características perceptivas que posibilitan los cursos de Formación Ciudadana y Cultura de la Paz, y Educación Ambiental en el marco de las asignaturas virtuales (Moodle) en los programas de pregrado de la Universidad de Pamplona, Sede Villa del Rosario, desde la perspectiva de la teoría de la Gestalt, permitiendo desde el enfoque cualitativo la aplicación de instrumentos que llevaron a realizar una revisión

perceptiva de la estructura de estas aulas virtuales, a partir de la mirada del experto investigador (diario de campo) y del estudiante (encuesta).

En este sentido, se describe en primera instancia los resultados obtenidos, en la que se estableció una categoría para cada aspecto. Con relación a la categoría Inferencial se obtuvo que el aula Moodle construida para las asignaturas virtuales estimula en varios aspectos el nivel sensorial (vista y oído) del usuario, pero no son representativos, ya que visualmente no se denota una identidad institucional en cuanto a imágenes, colores y estructura, mostrando una interface plana y poco llamativa para este. Por su parte, los sonidos de los videos de presentación no están acordes con las imágenes mostradas y el sonido lector de las lecturas principales es robotizado. Lo anterior, rompe con lo planteado para esta primera categoría acorde a las características del sujeto dentro del proceso de percepción, que es muy importante puesto que “inicialmente determina la entrada de información; y en segundo lugar, garantiza que la información retomada del ambiente permita la formación de abstracciones (juicios, categorías, conceptos, etc) (Gilberto, 2004, p.90), lógicamente incidiendo en mejores procesos de aprendizaje.

En lo que corresponde a la categoría Proceso se encontró que el aula Moodle construida permite ejecutar secuencialmente las actividades dentro del curso ya que cada hito se encuentra organizado en bloques y su secuencia lineal de arriba hacia abajo permite al usuario culminar satisfactoriamente el proceso académico dentro de la semana de trabajo.

Para la categoría Insight se resalta la falta de un punto de inflexión que le permita al usuario mantener su atención en el curso y a estar buscando los elementos y/o estímulos no logrados dentro de su proceso académico para convertirlos en una fuerza motivadora de cambio no solo para obtener un resultado numérico de aprobación sino un resultado académico integral para su formación como ser humano. De aquí, la necesidad de establecer estrategias de enseñanza que funjan como “un proceso de ayuda que se va ajustando en función de cómo ocurre el progreso en la acti-

vidad constructiva” (Cacheiro, 2014, p. 45), para lograr consolidar la atención del estudiante en los contenidos de aprendizajes abordados.

En cuanto a la categoría Atención se observó que el aula Moodle es simple y plana, carente de elementos interactivos, animaciones, imágenes personalizadas, podcast, etc, es decir, ampliar el espectro metodológico académico de acuerdo con las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación TIC, con el fin de mantener motivado al usuario en su proceso de enseñanza – aprendizaje. Pineda, Casanova & Bracho, (2020), afirman que las tecnologías son esenciales para favorecer el desarrollo de las dimensiones y competencias en todo proceso de cambio e innovación, los cuales solventan los requerimientos actuales de una sociedad globalizada.

En lo pertinente a la categoría Experiencia en palabras de Larrosa (2006) la experiencia es “eso que me pasa” (p.88) se encontró que el aula Moodle se fundamenta en la habilidad de ejecución empírica de la unidad UETIC sin tener en cuenta para su diseño una fundamentación teórica estructurada que permita al usuario un aprendizaje significativo y un mejor acoplamiento a los Ambientes Virtuales de Aprendizaje –AVA, evitando de esta manera la pérdida o cancelación de este tipo de asignaturas. Esto, evidencia claramente una desventaja en la estructuración de las aulas virtuales, y las posibilidades de acción de e-learning en plataformas tecnológicas como Moodle, que posibilitan y flexibilizan el acceso y el tiempo en el proceso de enseñanza- aprendizaje, adecuándolos a las habilidades, necesidades y disponibilidades de cada discente, además de garantizar ambientes de aprendizaje colaborativos mediante el uso de herramientas de comunicación síncrona y asíncrona, potenciando en suma el proceso de gestión basado en competencias García, (2005).

Por otra parte, se relacionan los resultados obtenidos a partir de la percepción de los estudiantes, en las categorías establecidas, teniendo en cuenta los aspectos de video, información general, guía de lectura, lectura principal, guía de aprendizaje y presentación de la semana.

Respecto a la categoría de Figura y Fondo de la Gestalt, el aula Moodle es percibida por el estudiante como una estructura donde no existe una figura que predomine en cada uno de los elementos mencionados, lo cual, al hacer contraste con el fondo en cada uno de los contextos planteados, el usuario pierde la percepción principal del momento, invitándolo a la dispersión y al desinterés al momento de ejecutar las acciones de aprendizaje dentro del aula. Lo anterior, evidencia poca cercanía de acuerdo a lo planteado por la Gestalt en lo que se refiere a Figura y Fondo, y su relación directa con la percepción, puesto que; las diferencias entre figura y fondo son muy significativas. La figura se caracteriza por tener una forma muy definida, fácilmente ubicable espacio-temporal. La presencia de contornos permite darle a la figura cualidades tan importantes como relieve, tamaño, textura y fácilmente referir a un interior y a un exterior. El fondo, por el contrario, carece de límites o contornos, tiene un carácter indefinido y tiende a hacerse cada vez más homogéneo con respecto a la figura. Gilberto, (2004, p.95).

En relación con la estructura del curso con respecto a la categoría de Sencillez de la Gestalt, el aula Moodle es percibida por el estudiante como una estructura no óptima organizativamente, debido a que en algunos casos no se tiene un buen contraste visual e intervienen elementos distractores que generan en el usuario ambigüedad en su interpretación y percepción a la hora de ejecutar las actividades propias de cada curso. Según la Gestalt, “una buena forma (buena Gestalt) es la que está bien articulada. Tiende a dejar su huella en el observador, a persistir, a recurrir” (Boring, 1992, citado por Gilberto, 2004, p.93).

En cuanto a la categoría de Proximidad de la Gestalt, los estudiantes percibieron una clara agrupación de elementos que le permiten al usuario entender más fácilmente el contexto, debido a que ciertas imágenes y grafías están cercanas y relacionadas entre sí y vinculadas o inmersas las unas con las otras, lo cual permite entender un gráfico o rotulo de manera holística y con mayor facilidad. De acuerdo a Gilberto (2004) “La distribución espacial de los objetos es uno de los más importantes criterios para realizar el traba-

jo de abstracción. La variable distancia entre los elementos permite llevar a cabo la organización perceptual” (p. 93).

En lo que corresponde con la categoría de Similitud de la Gestalt, se encontró que es percibida por el estudiante como una estructura dispersa y poco asociativa dado que no encuentra regularidad en patrones similares pertinentes en color, forma, tamaño, estructura, contraste, estilo en la grafía e imágenes y elementos significativos dentro de los diferentes recursos lo que dificulta al usuario ver las cosas como un todo dentro de la estructura del aula. Esto evidencia posibles debilidades para la adquisición de información adecuada para el aprendizaje, pues no se articula a los postulados de este principio, que plantea dentro de la Gestalt que “la percepción clasifica la información según el grado de semejanza que mantengan los estímulos entre sí” Gilberto, (2004, p. 94).

Respecto a la categoría de Cierre de la Gestalt, se puede decir que el aula Moodle es percibida por el estudiante como una estructura en la que la mayoría de los casos se encuentran elementos no completos a nivel de ejecución, indicaciones, ideas, transiciones, imágenes, mensajes, conclusiones, etc., formando en el usuario una noción vaga y vacía al momento de interpretar y contrastar un elemento, una situación, un contexto, una lectura, una interfaz con su conocimiento previo. Dado que algunos elementos dentro del curso no tienen un cierre, se puede decir que están incompletos, lo que lleva a los usuarios a invertir mayor cantidad de tiempo para su entendimiento lo que conlleva a generar indirectamente una percepción con un significado erróneo al que se quiso plantear dentro del curso. En este sentido, se observa la poca relación con este principio de la Gestalt, concebido como aquel en el que “toda información que contribuya a la conformación del concepto de contorno es privilegiada por sobre aquella que no contribuye a darle bordes o límites definidos a los objetos” Gilberto, (2004, p. 94) y que directa o indirectamente, infiere en procesos de aprendizaje, que parten de la capacidad de percepción visual que se tiene sobre la información que se recibe del entorno.

Finalmente, en relación con la categoría de Continuidad, los estudiantes perciben un aspecto sinérgico o trabajo en conjunto, no solo encaminado a completar el objetivo académico de aprobar el curso sino de mejorar en la concepción del estudiante como ser humano en el aspecto cívico y ambiental. Al analizar las respuestas de continuidad, “Completar partes faltantes haciendo creer que lo que no se ve, sigue estando ahí mismo, de igual manera se llega a conceptuar que lo no visible es similar a lo que vemos” (López, 2016, p.16).

Conclusiones

En el estudio se llegó a las diversas conclusiones, siendo una de ellas que la aplicación de una fundamentación teórica como la de Gestalt, mejoraría significativamente la percepción del estudiante referente a los cursos de formación Ciudadana y Cultura de la Paz y Educación Ambiental en el marco de las asignaturas virtuales (Moodle) y permitiría construir una base con estándares audiovisuales idóneos.

Las asignaturas virtuales se construyeron sin tener en cuenta una identidad institucional teniendo como referencia una semilla, la cual fue diseñada de forma empírica y sin una fundamentación que permita el aprendizaje significativo de los estuantes que toman dichos cursos.

Los recursos audiovisuales y elementos constitutivos del aula deben ser construidos atendiendo el primer plano de estímulo visual sensorial del Principio de Figura-Fondo de la Gestalt, captando la atención del estudiante con elementos contrapuestos de las tecnologías emergentes, con el fin de permitir una mejor interactividad entre el aula y los actores que intervienen en ella.

La guía de lectura y aprendizaje debe ser un elemento que genere un punto de inflexión en el estudiante y construida mediante la orientación del Principio de Sencillez de la Gestalt sin elementos distractores y con un adecuado arreglo visual que involucre una herramienta interactiva que le permita secuencializar las instrucciones de ejecución de una forma más fácil y sencilla.

La lectura principal debe estar enmarcada dentro del Principio de Proximidad de la Gestalt

dado que debe ser un elemento que condense el tema general y permita mediante aristas entrelazar ideas y demás lecturas con el fin de captar la atención del estudiante y generar una base investigativa que profundice en el tema en discusión y los demás temas vinculados.

El aula Moodle diseñada para las asignaturas de manera estructurada y organizada estimula medianamente a nivel sensorial (Vista y oído) al estudiante dado que visualmente no se percibe una identidad institucional en cuanto a imágenes, colores y contraste y carece de animaciones y procesos interactivos mostrando una interface plana y poco llamativa que impidiendo la captación de la atención del usuario.

El aula permite ejecutar las actividades dentro del curso y cerrarlas dentro del proceso académico dada la organización en bloques y la secuencia lineal estructurada; sin embargo, falta desde el docente diseñar nuevos procesos y recursos académicos mediante la utilización de TIC, que generen sinergia y complejidad entre el material de estudio y el complementario.

El nivel perceptivo del Insight dentro del aula no está definido, lo que impide al estudiante mantener su atención en el curso y buscar los elementos y/o estímulos no logrados dentro del proceso académico para convertirlos en una fuerza motivadora de cambio, no solo para aprobar una asignatura sino para lograr un resultado académico integral.

El curso diseñado bajo la plataforma Moodle es simple y plano, carente de elementos interactivos, animaciones, imágenes personalizadas, postcast, etc, lo cual dificulta ampliar el espectro de aprendizaje, facilita la dispersión de la atención desmotivando al estudiante en su proceso de enseñanza aprendizaje y retrasa el avance académico con respecto a las demás asignaturas del pensum. El concepto de amplitud dentro del aula de estudio debe extenderse involucrando las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), con el fin de relacionarlos entre si y mantener la proximidad entre elementos textuales y/o gráficos permitiendo una agrupación del conocimiento y una memorización perceptiva del contexto.

El aula Moodle diseñada se fundamentó en la habilidad de ejecución empírica de la Unidad Especial para el uso y apropiación de las TIC - UETIC sin tener en cuenta para su diseño una fundamentación teórica estructurada que permita al estudiante un aprendizaje significativo y un mejor acoplamiento a los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) evitando de esta manera, la pérdida o cancelación de este tipo de asignaturas.

Los resultados del proceso de investigación para las asignaturas virtuales de la Universidad de Pamplona recomienda La Teoría de Gestalt como fundamento estructural perceptivo para el mejoramiento de la semilla de cada uno de los cursos virtuales de la Universidad de Pamplona, lo cual lleva a generar un plan de capacitaciones a los docentes para que el contenido inyectado a cada semilla se fundamente dentro de los parámetros establecidos dentro de la misma. Así mismo es importante aplicar las categorías de estudio a otros elementos como comunicaciones, evaluaciones y actividades, lo cual permitirá a futuro motivar al docente y al estudiante a utilizar los recursos tecnológicos de forma creativa en aras de mejorar el aprendizaje significativo de cada uno en el contexto de desarrollo académico que se encuentre.

Referencias Bibliográficas

- Andrade, J. & Bracho, K. (2019). Concepción Docente frente a la Formación Integral de los Educandos en Hogares, Comunitarios. *CIE*, 2(8), 38-53.
- Antón, L. (2011). Teorías del aprendizaje en educación superior: Teorías contemporáneas del aprendizaje. <https://coscomantauni.files.wordpress.com/2011/09/teorias-del-aprendizaje.pdf>.
- Arias, F (2012) El Proyecto de Investigación. Introducción a la investigación científica. Caracas. 6ta ed. Venezuela: Editorial Episteme.
- Balestrini, M. (2003). Estudios Documentales, Teóricos, Análisis de Discurso y las Historias de Vida: una propuesta metodológica para la elaboración de sus proyectos. (2a. ed.) Caracas: BL Consultores Asociados. Servicio Editorial.
- Bernal, C. (2006). Metodología de la Investigación. México, D.F., Pearson educación.
- Boneu, J. (2007). Plataformas abiertas de e-learning para el soporte de contenidos educativos abiertos. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 4(1), 36-47. <https://doi.org/10.7238/rusc.v4i1.298>
- Boring, E. (1992). Historia de la psicología experimental. México: Trillas.
- Bracho (2012). Cultura Investigativa y Producción Científica en Universidades Privadas del Municipio Maracaibo del Estado Zulia. *REDHECS*. Vol. 7. pp. 50-69.
- Cacheiro, M. (2014). Educación y Tecnología: Estrategias didácticas para la integración de las TIC. Madrid: Editorial UNED.
- Carterette, E. y Friedman, M. (1982). Manual de percepción. Raíces históricas y filosóficas. México: Trillas.
- Castells, M. (2001). La Galaxia Internet. Reflexiones sobre Internet, empresa y sociedad. En *La Sociedad Red*. Vol. 1. Madrid: Alianza Editorial. <https://doi.org/10.1007/978-3-322-89613-1>
- Castro, Y. (2007). La educación para el desarrollo humano en un mundo globalizado. *Revista tendencia de retos* (12), 157-175.
- Coll, C. (2008). Psicología de la educación virtual: aprender y enseñar con las tecnologías de la información y la comunicación. Ediciones Morata.
- Colle, R. (2002). "Teoría Cognitiva Sistémica de la Comunicación. Santiago de Chile, Ed. San Pablo.
- Correa, J. (2005). La integración de plataformas de e-learning en la docencia universitaria: enseñanza, aprendizaje e investigación con "Moodle" en la formación inicial del profesorado. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 4(1). 37-48.
- Del Moral, M., & Martínez, L. (2012). Didáctica universitaria en la era 2.0: competencias docentes en campus virtuales. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 9 (1), 36-50. <https://doi.org/10.7238/rusc.v9i1.1127>
- Díaz y Ledesma (2011). eXeLearning: herramienta de autor para una Escuela 2.0. *Revista Digital La Gaveta*.17, 90-105.
- Duart, J. & Sangrá, A. (2000). Aprender en la virtualidad. Barcelona: Gedisa.Catalunya – España.
- Galvis, N. (2017). Exelearning como Estrategia Pedagógica para el Fortalecimiento del Pensamiento Lógico Matemático en Niños de Educación Preescolar. *CIE*, 2(4), 59-74.
- García, F (2005). Estado actual de los sistemas e-learning. En *Teoría de la educación: educación y cultura en la sociedad de la información*. Universidad de Salamanca, 6(2).
- Gesa, R. (2012). Combinando la realidad aumentada con las plataformas de e-learning adaptativas. *Revista Venezolana de Información, tecnología y conocimiento*, 9 (2), 69-78.
- Gilberto, O. (2004). La definición del concepto de percepción en psicología con base en la teoría Gestalt. *Revista de Estudios Sociales*, (18), 89-96. <https://doi.org/10.7440/res18.2004.08>
- González, E. (2013). Acerca del estado de la cuestión o sobre un pasado reciente en la investigación cualitativa con enfoque hermenéutico. *Unipluriversidad*, 13(1), 60- 63.
- Gregori, E., & Garganté, A. (2005). El uso educativo de las aulas virtuales emergentes en la educación superior. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 2 (2), 2.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P.

- (2014). Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill.
- Iazza, G. y Pinzón, S. (2005) El E-Learning en la Enseñanza Universitaria: El Centro de Enseñanzas Virtuales de la Universidad de Granada y su Adaptación Al Eees. Centro de Enseñanzas Virtuales de la Universidad de Granada. España
- Larrosa, J. (2006). Sobre la experiencia. Aloma. Revista de Psicología i Ciències de l'Educació, 2006, num. 19, p. 87-112.
- López Ortiz, R. H. (2016). Análisis de las leyes de la Gestalt y su aplicación en materiales didácticos para niños de educación inicial II (Doctoral dissertation, Ecuador-PU-CESE-Escuela de Diseño Gráfico).
- Koffka, K. (1922): "Una introducción a la Gestalt-Theorie". En La teoría de la Estructura (K. Koffka), Ediciones de la Lectura, Madrid.
- Marcelo, D.; Puente, D. y Ballesteros, A. (2002). E-learning-teleformación. Diseño, desarrollo y evaluación de la formación a través de Internet. Editorial Gestión 2000. Madrid.
- Marrero, O., & Perez, M. (2014). Competencias investigativas en la educación superior. RES NON VERBA, 55-68.
- Martín, Á., & de la Rosa, C. (2011). Manual práctico de psicoterapia Gestalt. Desclée de Brouwer.
- Martínez, M. (2009). Ciencia y arte en la metodología cualitativa. México: Trillas.
- Méndez, C. (1999). Metodología. (2a. ed.). Santa Fe de Bogotá: LIMPRES Ltda.
- Naula, M. (2017). Importancia de la motivación en el aprendizaje. Sinergias Educativas, 2(1). <https://doi.org/10.31876/s.e.v2i1.20>
- Pérez, A. (2007). Espacios virtuales en educación. Revista Academia, 6 (12), 2-12.
- Pineda, W., Casanova, M. & Bracho, K., (2020). Objeto virtual de aprendizaje en la Cátedra de Paz para estudiantes de educación básica primaria. Hamut'ay, 7(1), 9-18. <https://doi.org/10.21503/hamu.v7i1.1894>
- Pupiales, A. (2009). Impacto de las aulas virtuales como mediación pedagógica en las asignaturas presenciales de pregrado del Departamento de Humanidades de la Universidad Militar Nueva Granada. Revista Educación y Desarrollo Social, 3 (2), 79-87.
- Quintero, M. (2003). Un enfoque gestáltico en la formación educativa. México, Trillas
- Rodríguez, R. & Vaca, V. (2018). Importancia de las herramientas y entornos de aprendizaje dentro de la plataforma e-learning en las universidades del Ecuador. Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa, (65), 68-92.
- Ros, I. (2008). Moodle, la plataforma para la enseñanza y organización escolar. Ikastorratza, e- Revista de Didáctica 2. Retrieved from http://www.ehu.es/ikastorratza/2_alea/moodle.pdf (issn: 1988-5911).
- Rosemberg M. (2002). E-learning: Estrategias para transmitir conocimiento en la era digital. Bogotá: McGraw-Hill Interamericana.
- Schuster, A.; Puente, M.; Andrada, O., y Maiza, M. (2013). La Metodología Cualitativa, Herramienta para Investigar los fenómenos que ocurren en el aula. La Investigación Educativa. Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología, 4(2), 111- 139.
- Sierra, R (2001). Técnicas de investigación social. Paraninfo S.A.- Thomson Learning. España.
- Taylor & Bogdam (1986) Introducción a los Métodos Cualitativos de Investigación - la Búsqueda de Significados. Argentina: PAIDOS. ISBN 13: 9789501268379.
- Urdan, T. A., & Weggen, C. C. (2000). Corporate e-learning: Exploring a new frontier. San Francisco, USA: WR Hambrecht.
- Vargas, F. F. (2008). Gestalt y aprendizaje. Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación", 8(1), 1-12.
- Vivas, J. (2011). Modelos pedagógicos en educación a distancia. REDHECS, 12, 86-113.
- Wertheimer, M. (1912). Estudios experimentales sobre la visión del movimiento. Zeitschrift der Psychologie, 61, 161-265.
- Zorrilla, S. y M. Torres (1992). La Tesis, 2ª. ed., Ed. McGraw-Hill, México.



Análisis de las características de la Realidad Aumentada aplicada a la educación

Analysis of the characteristics of Augmented Reality applied to education

Quezada Sarmiento Ramiro Hernán¹
<https://orcid.org/0000-0002-9552-8486>
Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Rivera Escriba Luis Antonio²
<https://orcid.org/0000-0002-5029-2561>
Universidad Estatal del Norte Fluminense, Río de Janeiro, Brasil

Loján Cueva Edison Luis³
<https://orcid.org/0000-0002-7092-1281>

Loja Mora Nancy Magaly⁴
<https://orcid.org/0000-0002-5583-4278>
Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Recibido: 20-09-2020
Aceptado: 22-12-2020

Cita Recomendada

Quezada, R., Rivera, L., Loján, L. & Lona, N. (2020). Análisis de las características de la Realidad Aumentada aplicada a la educación. *Hamut'ay*, 7 (3), 75-85
<http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v7i3.2202>

Resumen

El avance de las tecnologías de información y comunicación y la incorporación de tecnologías emergentes en la educación, ha dado lugar a al desarrollo de herramientas innovadoras como es el caso de las aplicaciones de Realidad Aumentada, en las cuales se combinan elementos virtuales en ambientes reales al mismo tiempo. Estas aplicaciones vienen siendo utilizadas en diferentes áreas educativas, con mayor frecuencia en temas con contenidos abstractos, con la intención de facilitar la asimilación de los mismos. Varias de éstas aplicaciones de realidad aumentada fueron analizadas en la presente investigación, con el objetivo de determinar sus características y de esta manera sirvan de guía para futuras aplicaciones.

Palabras clave: Realidad aumentada, realidad aumentada en educación, aplicaciones de realidad aumentada.

1. Ingeniero en Sistemas Informáticos y Computación en la Universidad Técnica Particular de Loja. Docente Investigador de la Universidad Técnica de Machala. Estudiante de Doctorado en Ingeniería de Sistemas e Informática en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima-Perú. rquezada@utmachala.edu.ec

2. Posee graduación en Ciencia de la Computación por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Maestría y Doctorado en Ciencia de la Computación por la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro. Actualmente es Investigador Asociado de la Universidad Estatal del Norte Fluminense Río de Janeiro-Brasil. arivera@uenf.br

3. Ingeniero de Sistemas por la Universidad Católica de Cuenca, Especialista en Docencia Universitaria por la Universidad Católica de Cuenca, Magister en Sistemas de Información Gerencial por la Universidad Católica de Cuenca - ESPOL, Docente Titular de la Universidad Técnica de Machala. elojan@utmachala.edu.ec

4. Ingeniero en Sistemas Informáticos y Computación por la UTPL, Magister en Docencia y Gerencia en Educación Superior por la Universidad de Guayaquil, Magister en Gestión Estratégica de las Tecnologías de la Información por la Universidad de Cuenca. nmloja@utmachala.edu.ec



Abstract

The advancement of information and communication technologies and the incorporation of emerging technologies in education, has led to the development of innovative tools such as Augmented Reality applications, in which virtual elements are combined in real environments at the same time. These applications have been used in different educational areas, more frequently in subjects with abstract content, with the intention of facilitating their assimilation. Several of these augmented reality applications were analyzed in this research, in order to determine their characteristics and thus serve as a guide for future applications.

Keywords: Augmented reality, augmented reality in education, augmented reality applications.

Introducción

La difícil tarea de utilizar e incorporar herramientas tecnológicas dentro del ámbito educativo, tiene como una de sus principales causas, la carencia de investigaciones sobre tecnologías emergentes en éstos ámbitos. Con el surgimiento de la Realidad Aumentada (RA), investigadores y educadores se han visto atraídos por alternativas tecnológicas interesantes e innovadoras que permiten crear herramientas de enseñanza-aprendizaje para beneficio de la educación. La RA es una tecnología que proporciona una interfaz interactiva única, en la que se combinan elementos virtuales y reales y, donde el usuario puede trabajar e interactuar simultáneamente con el mundo real y los objetos virtuales de forma natural.

En la actualidad la RA se ha vuelto más accesible, puesto que no requiere el uso de equipo especializado y puede ser fácilmente utilizado en dispositivos móviles; aunque, por otro lado, investigaciones sobre las aplicaciones de RA en la educación todavía se encuentra en una etapa temprana, existiendo una falta de investigación sobre los efectos e implicaciones de la RA en este ámbito (Akçayır & Akçayır, 2017; Wu, H. et al., 2013). Varias de las aplicaciones de RA que han sido probadas y son utilizadas como herramientas de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, han tenido resultados positivos y otras que no lograron los efectos deseados; por lo que, la presente investigación tiene como propósito indagar entre las diferentes aplicaciones de RA, con el objetivo de determinar las características que deberían tener futuras aplicaciones de RA enfocadas al ámbito educativo, contribuyendo de esta manera con mayores hallazgos empíricos que be-

neficien y mejoren el aprendizaje académico.

Entre las aplicaciones consideradas dentro de la presente investigación, se encuentran: Elements 4D, Zookazam y Anatomy 4D, las cuales vienen siendo utilizadas en diferentes proyectos educativos en los que se obtuvieron resultados positivos. Adicionalmente se analizan dos investigaciones con experiencias en RA educativa que han servido para complementar el análisis correspondiente.

Método

Al tratarse de un estudio documental, la revisión de la literatura se basó en artículos científicos que envuelven al tema en cuestión. Como motor de búsqueda de la revisión se utilizó Google académico, de donde se obtuvieron algunas fuentes científicas relevantes con frases como: “realidad aumentada”, “realidad aumentada en la educación”, “aplicaciones de realidad aumentada en la educación” y algunas de sus variantes. Las fuentes científicas utilizadas, en su mayoría son del año 2015 hacia adelante y, algunas fuentes anteriores a 2015 por considerarse relevantes y necesarias para referir conceptos y enfoques dentro del estudio.

Realidad Aumentada

La realidad aumentada está descrita como una tecnología que combina objetos virtuales bidimensionales o tridimensionales, dentro de un entorno tridimensional real y proyectado en tiempo real. (Gede et al., 2015). Para Akçayır et al., (2016), un sistema de RA es caracterizado por la combinación de objetos virtuales y reales, per-

fectamente alineados en un escenario real, en el que una persona pueda interactuar con ellos en tiempo real. Esta característica convierte a la RA en una tecnología inmersiva (Marín & Sampedro-Rquena, 2019), especialmente en contextos educativos. En general, un sistema de realidad virtual (RV) y realidad aumentada (RA) fundamentalmente usa dispositivos de entrada y salida con posición y orientación espacial, que puede ser rastreada en una plataforma de computación con procesador gráfico apropiado, en base de un framework de manipulación de software de RV/RA de entrada/salida y comportamiento de aplicaciones (Mossel et al., 2012), como se muestra en la Figura 1. Los datos capturados son llevados a la plataforma de computación y entregados a la RV/RA para que sean transformados y entregados como datos de entrada a la aplicación.



Figura.1. Framework de realidad virtual / realidad aumentada.
Fuente: Elaboración propia (2020)

Esa conexión de dominios físico y digital permite que el humano pueda construir visiones completas de casos y fenómenos, como si todo fuese real. Las interacciones son realizadas a través de computadoras de escritorio con cámaras y, últimamente con mayor frecuencia, a través de móviles (Akçayır & Akçayır, 2017). En los últimos años, la tendencia de los investigadores es la preferencia por el uso de aplicaciones móviles RA como herramientas educativas en sus diferentes niveles, con un 61% (Ruiz-ariza et al., 2017); aplicaciones RA de escritorio con un 24% y otros (Kinect, HMD, 3D visión glasses, entre otros) con un 16% (Akçayır & Akçayır, 2017). Esto se debe a que el móvil es un dispositivo portátil que los estudiantes pueden utilizar para aplicaciones RA basadas en localización y por su disponibilidad en diversos entornos (Steinkuehler & Squire, 2014), para una gran variedad de personas (Nin-carean et al., 2013; Cheng & Tsai, 2013).

La RA viene siendo utilizada en diferentes ámbitos como la Química (Nechypurenko et al., 2018; Habig, 2020; Irwansyah et al., 2018), Arquitectura (De La Fuente Prieto et al., 2017; Abdullah

et al., 2017), Ingeniería (Wr et al., 2017; Li et al., 2017), Medicina (Andersen et al., 2016; Kilgus et al., 2015), Marketing (Rauschnabel et al., 2019; Wedel et al., 2020; Scholz & Duffy, 2018), entre otros.

Las diferentes aplicaciones de RA utilizan mecanismos que definen el grado de complejidad en los que se desenvuelven estos sistemas; funcionan como activadores de información y se encuentran clasificados en lo que se conoce como niveles de RA. Para Prendes, (2015), los niveles de RA se clasifican de la siguiente forma: Nivel 0, utiliza códigos de barra, códigos QR o reconocimiento de imágenes aleatorias y sirven como hiperenlaces a otros contenidos. Nivel 1, RA en la que se implementan marcadores, reconociendo patrones 2D y objetos 3D. Nivel 2, el reconocimiento lo realiza a través de GPS (Marín & Sampedro-Rquena, 2019), brújula y en algunas ocasiones acelerómetros, evitando de esta manera el uso de marcadores. Nivel 3, visión aumentada en donde se emplean dispositivos como lentes de contacto de alta tecnología, Google Glass, entre otros.

Realidad Aumentada en la educación

Mediante la utilización de aplicaciones de RA se puede percibir beneficios en el proceso de enseñanza-aprendizaje y desarrollar competencias tecnológicas tanto de alumnos como de docentes (Cabero Almenara & Barroso Osuna, 2016; Toledo & Sánchez, 2017)

Entre los diversos estudios realizados sobre RA en educación (Akçayır et al., 2016), es evidente que la RA ofrece a la educación aspectos positivos que podrían mejorar significativamente los procesos educativos, promoviendo actitudes positivas en los estudiantes (Siwawetkul & Koraneekij, 2018; Akçayır et al., 2016; Marín & Sampedro-Rquena, 2019). Se posibilita a los estudiantes a experimentar con situaciones y fenómenos científicos que no son posibles de realizar en el mundo real, situaciones que en ciertos casos no se pueden realizar por los elevados costos del equipamiento, disponibilidad física y de tiempo

de las instalaciones; experimentos complejos y peligrosos que no se pueden realizar por las lesiones que pueden causar si existiera un error, experimentaciones en las que se necesitan largos periodos de tiempo para su ejecución, pero que esos tiempos pueden verse simplificados con la ayuda de aplicaciones RA. Un ejemplo claro es la investigación presentada por Chiu et al., (2015), en la que se desarrolló una aplicación que permite realizar procesos en un laboratorio de RA para análisis de fenómenos químicos de gas con visualizaciones a nivel molecular, aplicaciones como ésta facilitan la experimentación y una mejor comprensión (Cai et al., 2014b). El estudio de (Marín & Sampedro-Rquena, 2019), menciona que la RA puede enriquecer textos planos como libros y apuntes, incorporando recursos interactivos. Para Cai et al. (2014a) la RA es más aplicable en los siguientes dos casos: 1) Cuando un fenómeno no se puede simular en la realidad y 2) Cuando los experimentos presentan problemas evidentes.

Constantemente se buscan formas de mejorar el aprendizaje en todos sus niveles, aún existe un grande porcentaje de estudiantes, principalmente de la educación básica, que no asimilan bien los conceptos de las materias, sobre todo de conceptos abstractos como las matemáticas, la química, la física, y otras (Oviatt et al., 2016.); como también materias de tecnologías e ingenierías (Lindgren et al., 2016), los conceptos abstractos de las ciencias pueden ser analizados por los estudiantes a nivel de objetos conjuntamente con sus propiedades, para un entendimiento efectivo y así aumentar la retención de conocimiento por experimentación (Billinghurst & Dunser, 2012), orientar el análisis y síntesis de conceptos a través de visualizaciones 2D y 3D (Salinas et al., 2013), aprender conceptos matemáticos con RA (Bujak et al., 2013). Con esta tecnología, los estudiantes fortalecen aspectos motivacionales (Spector et al., 2014; Khan, T. et al., 2019), motivación que les permite aprender y mejorar sus prácticas en la educación, como es el caso del trabajo presentado por Liu et al. (2016), juego de RA móvil local de aprendizaje de lenguas; algunas aplicaciones de

RA se combinan con juegos serios para el aprendizaje (Moloney et al., 2017), y algunas otras aprovechan la atracción que los juegos producen para inducir el conocimiento en los estudiantes (Tomi & Rambli, 2013; Rambli et al., 2013). Por el contrario, la falta de motivación puede ser una causa del bajo interés en la ciencia por parte de los niños (Laine et al., 2016).

Aplicaciones AR enfocadas a la educación

Dentro de la presente investigación se consideró tres aplicaciones que forman parte de varios estudios y proyectos educativos, obteniendo resultados positivos en la educación y, en muchos casos pueden emplearse como complemento a los métodos de aprendizaje tradicionales (Sampaio & Almeida, 2016); de igual forma se consideraron dos experiencias educativas con RA que permiten complementar y evidenciar en conjunto características importantes que se debería considerar en futuras aplicaciones con RA.

Elements 4D

Consiste en una aplicación de realidad aumentada móvil que, para su funcionamiento utiliza marcadores en forma de cubos que pueden descargarse conjuntamente con la aplicación; éstos marcadores contienen distintos elementos de la tabla periódica, los cuales al ser escaneados mediante la aplicación en un dispositivo móvil con sistema operativo iOS o Android, permiten visualizar el elemento químico con sus características e interactuar a través de un modelo para conseguir combinaciones de elementos, entre otras opciones. Ver Figura 2.



Figure 2. Ilustración de la reacción química entre hidrógeno (H) y oxígeno (O) en Elements 4D.

Fuente: (Yang et al., 2018)

Para Yang et al., (2018), utilizar la aplicación permitió explorar la percepción de varios profesores de química sobre contenidos químicos; dentro de la investigación participaron quince profesores de química en formación en una Universidad de China, con la finalidad de que pudieran interactuar con la aplicación durante dos semanas y de esta manera poder determinar mediante entrevistas sobre su uso, percepción y experiencia con la aplicación en contenidos químicos. Los resultados mostraron como aspectos positivos que, la mayoría (n=12), al tener una interacción directa visible con los elementos, tuvieron una mejor comprensión de los elementos y sus propiedades y, por ende, representa un refuerzo en los contenidos del curso. Por otro lado, algunos participantes (n=5), mencionaron que la aplicación puede ayudar a disminuir el temor de manipular reacciones químicas peligrosas en los laboratorios, puesto que, la aplicación permite observar una reacción de este tipo en un entorno seguro, algo similar al trabajo presentado por Dunleavy & Dede, (2014). Algunos participantes (n= 10), mencionaron que la aplicación podría ser una gran alternativa para la educación química en centros rurales, en donde no se cuenta con laboratorios, productos o equipos. La mayoría de participantes sugieren la provisión de lecciones dentro de la aplicación, lo que permitiría una rápida adaptación a la aplicación y de esta manera llevar a cabo actividades de enseñanza-aprendizaje más relevantes.

Entre las limitaciones que se mencionan, se encuentra la falta de contenidos profesionales, por lo que la aplicación serviría para un nivel de educación medio y no superior. De igual forma se menciona la falta de efectos visuales durante el proceso de reacción química, el número limitado de elementos químicos con los que cuenta actualmente la aplicación y algunos problemas técnicos que formaron parte de la experiencia de usuario negativa.

Zookazam

Esta aplicación está dentro del grupo de aplicaciones RA para móviles, orientada al ámbito edu-

cativo y, permite visualizar cerca de 45 animales e interactuar con la aplicación de manera prácticamente realista, dando la oportunidad a sus usuarios de conocer más acerca del mundo animal. Figura 3 muestra un ejemplo de la realidad aumentada generada por la aplicación.

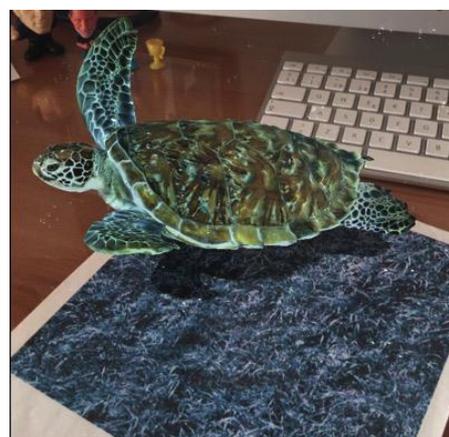


Figura 3: Una de las imágenes generadas por ZooKazam
Fuente: (Martínez et al., 2017)

Es una aplicación que utiliza marcadores que pueden descargarse de su página web <http://www.zookazam.com/>, aunque actualmente la aplicación permite al usuario crear sus propios marcadores usando la cámara de su dispositivo. La visualización es variada dependiendo del tipo de modelo seleccionado dentro de la aplicación, sumándose a cada visualización la oportunidad de seleccionar comandos que permiten escuchar características y costumbres del animal elegido. Ver Figura 4.

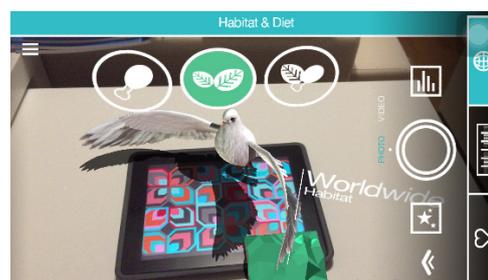


Figura 4: Características adicionales dentro de la aplicación ZooKazam.

Fuente: <http://www.enlanubetic.com.es/2015/12/zookazam.html>

Según (Blas Padilla et al., 2019), en su estudio sobre el uso de aplicaciones RA en el ámbito educativo, la aplicación Zookazam es una de las más valoradas por los estudiantes, debido a la facilidad de manejo que con la que cuenta y a su

aplicabilidad en contextos infantiles colectivos, lo que la convierte en una herramienta que aporta al proceso formativo. Para (Vázquez-Cano et al., 2020), representa una herramienta muy importante en términos de usabilidad y facilidad de uso, especialmente para aquellos estudiantes de educación primaria, en la adquisición de nuevos conocimientos.

Anatomy 4D

Aplicación móvil que emplea RA y que tiene como propósito permitir a los usuarios que interactúen con imágenes del cuerpo humano. Representa una buena oportunidad para que los estudiantes puedan observar e interactuar de manera innovadora y atractiva con partes como el esqueleto, músculos, órganos y sistemas del cuerpo humano; además, la aplicación permite la experimentación con modelos masculino y femenino para un estudio diferenciado. Para su funcionamiento la aplicación utiliza una imagen de destino y la cámara de un dispositivo móvil para mostrar la imagen objetivo. Ver Figura 5.

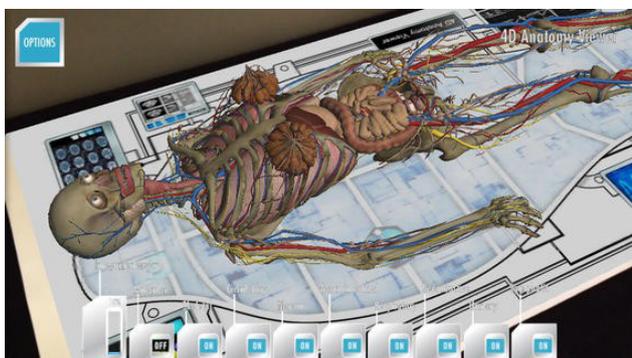


Figura 5: Imagen de uno de los modelos generados por Anatomy 4D

Fuente: <https://edshelf.com/tool/anatomy-4d/>

La imagen de la anatomía puede girar 360°, ofreciendo un aspecto muy realista como por ejemplo la imagen del corazón, en la que además de sus partes los estudiantes pueden oír y ver los latidos del corazón. Ver Figura 6.

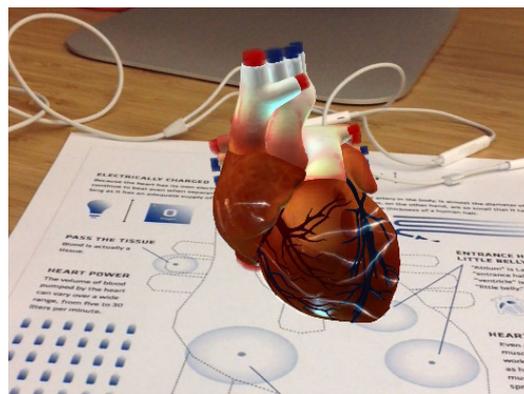


Figura 6: Aspecto realista del corazón.

Fuente: <https://blog.library.tc.columbia.edu>

Para (Khan, T. et al., 2019), luego de experimentar con aplicación Anatomy 4D como parte de su estudio, destacan que, el factor atención hacia los contenidos mejoró notablemente en comparación con las notas de anatomía convencionales, lo que da un inicio a la motivación de los estudiantes por aprender. Dentro del mismo estudio se resaltan otros factores que mejoraron notablemente como, la confianza y la satisfacción que sintieron los estudiantes luego de haber utilizado la aplicación, manifestando la seguridad de trabajar con ésta herramienta y el entretenimiento con el manejo de la misma.

Otras experiencias de Realidad Aumentada en la educación

En la investigación realizada por (Wu, Y. et al., 2016), desarrollaron un juego de cartas interactivo con tecnología de realidad aumentada, como ayuda didáctica basada en juegos para impartir el contenido del curso de ciencias de la escuela primaria. La aplicación funciona en un dispositivo móvil con sistema Android y utiliza un conjunto de cartas imprimibles (marcadores), las cuales, al ser captadas por la cámara, presentan en pantalla el modelo tridimensional correspondiente. Ver Figura 7 a).

Figura 7:



- a) Imagen tridimensional de una carta. b) Rompecabezas de un insecto.

Fuente: (Wu, Y. et al., 2016)

El objetivo del juego de cartas propuesto, los estudiantes pueden familiarizarse con apariencia, características y comportamiento de alimentación de los insectos; para lograrlo, la aplicación contiene juegos de rompecabezas y posteriormente un quiz que permite evidenciar el progreso de aprendizaje de los estudiantes. Ver Figura 7 b). La aplicación según Wu, Y. et al. (2016), constituye una herramienta motivadora que no requiere de la implementación de tecnología costosa, además de ser muy intuitiva y facilitar la interacción en los estudiantes de nivel educativo de primaria. Este estudio reafirma la efectividad que han tenido otros estudios relacionados con juegos educativos (Freitas, 2018; Nagalingam & Ibrahim, 2015), y de algunos relacionados con juegos RA para el aprendizaje y la interacción social (Streitz & Markopoulos, 2017).

Otra de las experiencias de realidad aumentada en la educación es la realizada por (Cai et al., 2014a); en esta investigación se diseñó una aplicación de computadora con realidad aumentada, seis marcadores impresos que son capturados por la cámara y un formulario de actividades. La aplicación cuenta con cuatro aplicaciones específicas de composición de sustancias químicas, las mismas que fueron utilizadas por un grupo de estudiantes de secundaria en China. Ver Figura 8



Figura 8: Representación de una sustancia química.

Fuente: (Cai et al., 2014a)

Durante la experimentación, los estudiantes que participaron de la misma, manipularon marcadores para controlar, combinar e interactuar con micro partículas reflejadas en un modelo 3D, situaciones que no son frecuentes en la vida real (Cai et al., 2014b), pero que ofrecen ventajas en comparación con laboratorios reales (Potkonjak et al., 2016). Para el funcionamiento de la aplicación se utilizaron marcadores que permitieron una serie de experimentos basados en la indagación. Los resultados obtenidos mostraron que esta herramienta de aprendizaje asistido por computadora, es más eficaz para estudiantes de bajo rendimiento académico. Otra de los aspectos a resaltar es la actitud positiva que los estudiantes mostraron con respecto al uso de la aplicación, fomentando además la cooperación en los grupos de trabajo.

Conclusiones

Es evidente que las aplicaciones consideradas en el estudio tienen como característica principal la motivación del aprendizaje en los estudiantes, permitiéndoles adquirir un grado superior de autonomía, adoptando de forma natural un rol activo y dinámico en la construcción de su propio aprendizaje. Otra característica que ofrece es la interactividad a través de sus imágenes tridimensionales, permitiendo enriquecer los materiales de texto plano con información adicional; el nivel de interacción dependerá de la complejidad de la tecnología incorporada y del usuario

objetivo para el que esté diseñada.

La utilización de interfaces interactivas en las aplicaciones expuestas, dan como resultado una mejora en la atención, confianza y satisfacción en los estudiantes; por lo tanto, la interfaz de usuario en las aplicaciones constituye una característica importante, puesto que sirve de guía y base para generar trabajo de manera intuitiva, de esta forma el uso de la aplicación no se convierte en una dificultad; Oviatt et al., (2016), observan que cuando incrementa el nivel de dificultad con la tecnología, hace que aumente el grado de dificultad para los estudiantes. Una de las características que sobresale en el estudio de Cai et al., (2014), es la cooperación en grupos de trabajo que permite la aplicación, logrando que los estudiantes puedan compartir ideas y despejar inquietudes mediante la experimentación con una interfaz inmersiva.

A través del trabajo propuesto por Wu, Y. et al. (2016), se puede entender que el desarrollo de aplicaciones que combinen RA con juegos alcanzan resultados favorables para el aprendizaje, en varias situaciones, propósitos y edades (Lester et al., 2014; Lucardie, 2014). Es también evidente que, gracias al avance tecnológico y al protagonismo de los dispositivos móviles (Akçayır & Akçayır, 2017), la RA está cada vez más cerca de las personas, por lo que se debería aprovechar su uso para desarrollar el trabajo remoto y permitir que los estudiantes puedan aprender de forma más accesible.

Finalmente, es meritorio aclarar que las características obtenidas representan una primera guía para el diseño de aplicaciones de RA, dejando para futuras investigaciones temas importantes relacionados con contenidos pedagógicos, metodologías de aprendizaje que incentivan a los estudiantes a desarrollar sus conocimientos (Khan, A. et al., 2017), niveles de educación, entre otros.

Referencias bibliográficas

Abdullah, F., Kassim, M. H. Bin, & Sanusi, A. N. Z. (2017). Go virtual: Exploring augmented reality application in representation of steel architectural construction for the enhancement of ar-

chitecture education. *Advanced Science Letters*, 23(2), 804-808.

<https://doi.org/10.1166/asl.2017.7449>

Akçayır, M., Akçayır, G., Pektaş, H. M., & Ocak, M. A. (2016). Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. *Computers in Human Behavior*, 57, 334-342. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.054>

Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>

Andersen, D., Popescu, V., Cabrera, M. E., Shanhavi, A., Gomez, G., Marley, S., Mullis, B., & Wachs, J. P. (2016). Medical telementoring using an augmented reality transparent display. *Surgery (United States)*, 159(6), 1646-1653.

<https://doi.org/10.1016/j.surg.2015.12.016>

Billinghurst, M., & Dunser, A. (2012). Vocational Training Council Note : IEEE Computer Society, 56-63. <https://doi.org/10.1109/MC.2012.111>

Blas Padilla, D., Vázquez Cano, E., Morales Cevallos, M., & López Meneses, E. (2019). Uso de apps de realidad aumentada en las aulas universitarias. *Campus Virtuales : Revista Científica Iberoamericana de Tecnología Educativa*, 8(1), 37-48.

Bujak, K. R., Radu, I., Catrambone, R., Macintyre, B., Zheng, R., & Golubski, G. (2013). Computers & Education A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. *Computers & Education*, 68, 536-544.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.017>

Cabero Almenara, J., & Barroso Osuna, J. (2016). Posibilidades educativas de la Realidad Aumentada. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 6(1), 44-50. <https://doi.org/10.7821/naer.2016.1.140>

Cai, S., Wang, X., & Chiang, F. (2014a). Computers in Human Behavior A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 37, 31-40. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.04.018>

Cai, S., Wang, X., & Chiang, F. K. (2014b). A case

- study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 37, 31-40. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.04.018>
- Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2013). Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449-462. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9405-9>
- Chiu, J. L., Dejaegher, C. J., & Chao, J. (2015). The effects of augmented virtual science laboratories on middle school students' understanding of gas properties. *Computers and Education*, 85, 59-73. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.02.007>
- De La Fuente Prieto, J., Castaño Perea, E., & Labrador Arroyo, F. (2017). Augmented reality in architecture: Rebuilding archeological heritage. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 42(2W3), 311-315. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W3-311-2017>
- Dunleavy, M., & Dede, C. (2014). Augmented reality teaching and learning. In *Handbook of Research on Educational Communications and Technology: Fourth Edition* (pp. 735-745). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_59
- Freitas, S. De. (2018). Are Games Effective Learning Tools? A Review of Educational Games The Review: A recent history of game science. 21, 74-84.
- Gede, I. D., Dhiyatmika, W., Gede, I. K., Putra, D., Made, N., & Marini, I. (2015). Aplikasi Augmented Reality Magic Book Pengenalan Bina-tang Untuk Siswa Tk, 6(2), 120-127. <https://doi.org/10.24843/LKJITI.6.2.16708>
- Habig, S. (2020). Who can benefit from augmented reality in chemistry? Sex differences in solving stereochemistry problems using augmented reality. *British Journal of Educational Technology*, 51(3), 629-644. <https://doi.org/10.1111/bjet.12891>
- Irwansyah, F. S., Yusuf, Y. M., Farida, I., & Ramdhani, M. A. (2018). Augmented Reality (AR) Technology on the Android Operating System in Chemistry Learning. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 288(1), 0-7. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/288/1/012068>
- Khan, A., Egbue, O., Palkie, B., & Madden, J. (2017). Active learning: Engaging students to maximize learning in an online course. *Electronic Journal of E-Learning*, 15(2), 107-115.
- Khan, T., Johnston, K., & Ophoff, J. (2019). The Impact of an Augmented Reality Application on Learning Motivation of Students. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/7208494>
- Kilgus, T., Heim, E., Haase, S., Prüfer, S., Müller, M., Seitel, A., Fangerau, M., Wiebe, T., Iszatt, J., Schlemmer, H. P., Hornegger, J., Yen, K., & Maier-Hein, L. (2015). Mobile markerless augmented reality and its application in forensic medicine. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, 10(5), 573-586. <https://doi.org/10.1007/s11548-014-1106-9>
- Laine, T. H., Nygren, E., Dirin, A., & Suk, H. J. (2016). Science Spots AR: a platform for science learning games with augmented reality. *Educational Technology Research and Development*, 64(3), 507-531. <https://doi.org/10.1007/s11423-015-9419-0>
- Lester, J. C., Spires, H. A., Nietfeld, J. L., Minogue, J., Mott, B. W., & Lobene, E. V. (2014). Designing game-based learning environments for elementary science education: A narrative-centered learning perspective. *Information Sciences*, 264, 4-18. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2013.09.005>
- Li, W., Nee, A. Y. C., & Ong, S. K. (2017). A state-of-the-art review of augmented reality in engineering analysis and simulation. *Multimodal Technologies and Interaction*, 1(3). <https://doi.org/10.3390/mti1030017>
- Lindgren, R., Tscholl, M., Wang, S., Johnson, E., & Wang, S. (2016). Enhancing Learning and Engagement through Embodied Interaction within a Mixed Reality. *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.01.001>
- Liu, Y., Holden, D., & Zheng, D. (2016). Analyzing students' Language Learning Experience in an Augmented Reality Mobile Game: An Exploration of an Emergent Learning Environment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*,

- 228(June), 369-374. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.07.055>
- Lucardie, D. (2014). The Impact of Fun and Enjoyment on Adult's Learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 142, 439-446. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.696>
- Marín, V., & Sampedro-Rquena, B. E. (2019). La Realidad Aumentada en Educación Primaria desde la visión de los estudiantes. *Alteridad*, 15(1), 61-73. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.05>
- Martínez, N. M. M., Olivencia, J. J. L., & Meneses, E. L. (2017). La realidad aumentada como tecnología emergente para la innovación educativa. *Notandum*, 125-140. <https://doi.org/10.4025/notandum.44.11>
- Moloney, J., Globa, A., Wang, R., & Roetzel, A. (2017). Serious games for integral sustainable design : Level 1. *Procedia Engineering*, 180, 1744-1753. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.337>
- Mossel, A., Schönauer, C., Gerstweiler, G., & Kaufmann, H. (2012). ARTiFICe ± Augmented Reality Framework for Distributed Collaboration. 11(3), 1-7. <https://doi.org/10.20870/IJVR.2012.11.3.2845>
- Nagalingam, V., & Ibrahim, R. (2015). User Experience of Educational Games: A Review of the Elements. *Procedia - Procedia Computer Science*, 72, 423-433. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.123>
- Nechypurenko, P. P., Starova, T. V., Selivanova, T. V., Tomilina, A. O., & Uchitel, A. D. (2018). Use of augmented reality in chemistry education. *CEUR Workshop Proceedings*, 2257, 15-23. <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3650>
- Nincarean, D., Bilal, M., Dayana, N., Halim, A., & Abdul, H. (2013). Mobile Augmented Reality : the potential for education. 103, 657-664. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.385>
- Oviatt, S., Arthur, A., & Cohen, J. (n.d.). Quiet Interfaces that Help Students Think.
- Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrović, V. M., & Jovanović, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers and Education*, 95, 309-327. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>
- Prendes, C. (2015). Experiencias Prácticas Augmented Reality and Education: Analysis of Pixel-Bit. *Revista de Medios y Educación*, (46), 187-203.
- Rambli, D. R. A., Matcha, W., & Sulaiman, S. (2013). Fun learning with AR alphabet book for preschool children. *Procedia Computer Science*, 25, 211-219. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.026>
- Rauschnabel, P. A., Felix, R., & Hinsch, C. (2019). Augmented reality marketing: How mobile AR-apps can improve brands through inspiration. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 49(November 2018), 43-53. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.03.004>
- Ruiz-ariza, A., Casuso, R. A., Suarez-manzano, S., & Emilio, J. (2017). Effect of augmented reality game Pokemon GO on cognitive performance and emotional intelligence in adolescent young. *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.09.002>
- Salinas, P., González-Mendivil, E., Quintero, E., Ríos, H., Ramírez, H., & Morales, S. (2013). The development of a didactic prototype for the learning of mathematics through augmented reality. *Procedia Computer Science*, 25(81), 62-70. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.008>
- Sampaio, D., & Almeida, P. (2016). Pedagogical Strategies for the Integration of Augmented Reality in ICT Teaching and Learning Processes. *Procedia Computer Science*, 100, 894-899. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.240>
- Scholz, J., & Duffy, K. (2018). We ARe at home: How augmented reality reshapes mobile marketing and consumer-brand relationships. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 44(May), 11-23. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2018.05.004>
- Siwawetkul, W., & Koraneekij, P. (2018). Effect of 5E instructional model on mobile technology to enhance reasoning ability of lower primary school students. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 41, 40-45. <https://doi.org/10.1016/j.kjss.2018.02.005>
- Spector, J. M., Merrill, M. D., Elen, J., & Bishop, M. J. (2014). Handbook of research on educa-

- tional communications and technology: Fourth edition. Handbook of Research on Educational Communications and Technology: Fourth Edition, 1-1005. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5>
- Steinkuehler, C., & Squire, K. (2014). Videogames and learning. *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, Second Edition, 377-394. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139519526.023>
- Streitz, N., & Markopoulos, P. (2017). Distributed, ambient and pervasive interactions: 5th international conference, DAPI 2017 held as part of HCI international 2017 Vancouver, BC, Canada, July 9-14, 2017 proceedings. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10291 LNCS, 612-626. 697-7 <https://doi.org/10.1007/978-3-319-58697-7>
- Toledo Morales, P., & Sánchez García, J. (2017). Realidad Aumentada en Educación Primaria: efectos sobre el aprendizaje. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 16(1), 79-92. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.16.1.79> <https://doi.org/10.17398/1695-288X.16.1.79>
- Tomi, A. Bin, & Rambli, D. R. A. (2013). An interactive mobile augmented reality magical play-book: Learning number with the thirsty crow. *Procedia Computer Science*, 25, 123-130. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.015>
- Vázquez-Cano, E., Marín-Díaz, V., Oyarvide, W. R. V., & López-Meneses, E. (2020). Use of augmented reality to improve specific and transversal competencies in students. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(8), 393-408. <https://doi.org/10.26803/ijlter.19.8.21>
- Wedel, M., Bigné, E., & Zhang, J. (2020). Virtual and augmented reality: Advancing research in consumer marketing. *International Journal of Research in Marketing*, 37(3), 443-465. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2020.04.004>
- Wr, D., Gxfdwlrq, L. Q., Uho, V., Rq, L. Q. J., Phwkrgrorjlv, G., & Dfwlylwlhv, D. Q. G. (2017). 07943075. April, 1683-1688.
- Wu, H., Lee, S. W., Chang, H., & Liang, J. (2013). *Computers & Education* Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Wu, Y., Wu, Y., & Yu, S. (2016). An Augmented-Reality Interactive Card Game for Teaching Elementary School Students. 10(1), 37-41.
- Yang, S., Mei, B., & Yue, X. (2018). Mobile Augmented Reality Assisted Chemical Education: Insights from Elements 4D. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00017>



Lenguajes y Entornos de Programación para Fortalecer El Desarrollo de Competencias Concernientes al Pensamiento Computacional

Languages And Programming Environments To Strengthen The Development Of Competences Concerning Computer Thinking

Maira Isbeth Sarmiento Bolívar¹

Universidad Pedagógica Nacional, Colombia
<https://orcid.org/0000-0001-9066-2726>

Recibido: 21-08-2020
Aceptado: 22-12-2020

Cita Recomendada

Sarmiento, M. (2020). Lenguajes y entornos de programación para fortalecer el desarrollo de competencias concernientes al pensamiento computacional. *Hamut'ay*, 7 (3), 86-97
<http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v7i3.2200>

Resumen

El artículo presenta la descripción de una serie de lenguajes y entornos de programación que han sido utilizados en actividades de aula con el fin de promover el pensamiento computacional. Para encontrar estas herramientas de software se hizo una búsqueda sistemática en la que se recopiló información relacionada con iniciativas alrededor de Iberoamérica que tuvieran como meta el desarrollo del pensamiento computacional a través de lenguajes y entornos de programación, de estas experiencias se tomaron las herramientas con mayor aceptación y uso, las cuales caracterizan y señalan aspectos como, la particularidad del entorno utilizado, características de uso, tipo de acceso (libre y gratuito), requisitos del sistema, lugares donde es posible conseguir material de apoyo para docentes y estudiantes, sitio oficial. El objetivo del estudio es brindar información a docentes interesados sobre herramientas de software, lenguajes y entornos de programación que puedan ser utilizados en propuestas para trabajar en aula con el fin de desarrollar las habilidades concernientes al pensamiento computacional, la información compartida permite dar a conocer características generales sobre catorce herramientas de software, que por sus particularidades resultan útiles para aprendices, novatos en el tema de programación, por la manera en que se puede escribir el código a través de bloques de arrastrar y soltar o mediante una sintaxis sencillas; de igual manera resultan asequibles a todos los interesados en adquirir estas herramientas, pues en su mayoría son libres y gratuitas.

Palabras Claves: lenguajes de programación, entornos de programación, pensamiento computacional, competencias relacionadas con el pensamiento computacional.

1. Especialista en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, magister en Tecnología Informática Aplicada en Educación y Especialista en Tecnología Informática Aplicada en educación de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina. Docente, Área de tecnología e informática, Cundinamarca, Institución Educativa Departamental Pío XII, Pacho, Colombia. E-mail: may1740@gmail.com



Abstract

The following article presents the description of a series of programming languages and environments that have been used in classroom activities in order to promote computational thinking. To find these software tools, a systematic search was carried out, in which information related to initiatives around Ibero-America that had as their goal the development of computational thinking through programming languages and environments were collected. From these experiences, the tools with the greatest acceptance and use, were taken and characterized; in this document are indicated aspects such as: the particularity of the environment used, characteristics of use, type of access (available and free), system requirements, places where it is possible to get support material for teachers and student, official site. The objective of this article is to provide information to interested teachers in software tools, languages and programming environments that can be used in a proposal to work in the classroom in order to develop skills related to computational thinking, the shared information allows to publicize general characteristics of fourteen software tools, which due to their peculiarities are useful for novice programming learners, due to the way in which the code can be written through drag and drop blocks or through simple syntax; in the same way, they are accessible to all those interested in acquiring these tools since they are mostly available and free.

Keywords: programming languages, programming environments, computational thinking, and competencies related to computational thinking.

Introducción

Desde hace aproximadamente 20 años las políticas TIC (Tecnologías de Información y comunicación) se hacen presente en los países Iberoamericanos, con el fin de proveer masivamente a las instituciones educativas de dispositivos tecnológicos que puedan ser utilizados en las aulas, para ello por medio de programas tales como, Computadores Para Educar (CPE) Colombia, Conectar Igualdad en Argentina, Enlaces en Chile y Plan Ceibal en Uruguay, hacen entrega de equipos como, PC, laptop, tablet, tableros digitales y kits de robótica entre otros. Al contar con estos equipos en las instituciones se hace necesario buscar la manera de integrarlos al proceso educativo, de manera que se contrarreste la inclusión acelerada que han tenido en los espacios académicos, a la vez se puedan hacer uso adecuado de los mismos a través de estrategias pensadas desde lo pedagógico para facilitar el desarrollo de habilidades con las que deben contar los estudiantes de hoy (Lugo, 2015). Por esto y como complemento a los programas públicos ya mencionados se generan iniciativas como, programando con RITA y Enfoque basado en gamificación para el aprendizaje de un lenguaje de programación (Argentina), El uso de Scratch en el desarrollo de la programación lógica como un

aporte interdisciplinario (Brasil) , Desarrollo del Pensamiento computacional con Scratch (Chile), Programa Nacional de Informática Educativa – PRONIE (Costa Rica), Desafío STEM (España), entre otras; estas iniciativas utilizan metodologías propias que pretenden además de incluir los dispositivos tecnológicos en las aulas, fomentar las competencias inherentes al pensamiento computacional haciendo uso de lenguajes y entornos de programación, interés suscitado por la importancia que tiene abordar este tipo de pensamiento que forma parte de las llamadas competencias para el siglo XXI, que según Sanabria y Romero (2018) son las habilidades que debe poseer un ciudadano para tener un papel activo en la sociedad.

Según la información encontrada en cada una de las iniciativas se diseñan actividades de aula con base en los contenidos a abordar, el lugar de implementación, las características del grupo objetivo y las herramientas de software/hardware elegidas; estas experiencias según exponen los documentos encontrados alcanzaron resultados positivos por la correcta selección de herramientas de software/hardware utilizadas y la planeación adecuada de las actividades para llevar a cabo el trabajo en aula. Por estos resultados destacados y al tener en cuenta lo comentado por Stage (como se citó en Eduteka, 2008) don-

de agrega que por medio de la programación los estudiantes encuentran diversas maneras de dar solución a problemas, evaluar opciones y anticipar errores, que son características relacionadas al pensamiento computacional; se hace importante conocer las particularidades y potencialidades de los lenguajes y entornos de programación utilizados en las propuestas, de modo que se pueda proponer una lista de estas herramientas en donde se describan los aspectos más importantes junto con los sitios donde se pueda encontrar mayor cantidad de datos al respecto, con el fin de brindar información a docentes y personas interesadas en generar propuestas que fortalezcan el desarrollo del pensamiento computacional y que pueda ser utilizada en diversos entornos educativos.

Método

Para seleccionar la literatura estudiada, de la cual se toma información para la generación de este artículo, se siguen pasos de la metodología para la revisión sistemática Kitchenham (2004). En la cual se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- Se utilizan palabras claves y combinación de estas en español, en inglés y en portugués, algunas de ellas fueron: herramientas de software para fortalecer el pensamiento computacional, lenguajes de programación, entornos de programación, desarrollo del pensamiento computacional, programación para novatos.
- Se realiza la revisión de información por medio de fuentes documentales como:
 - Librerías digitales: IEEE Explore Digital Library, ACM Digital Library.
 - Artículos publicados por diversas comunidades científicas: JENUI, RIBIE.
 - Artículos publicados en actas de congresos: Congreso internacional EDUTEC, Congreso Internacional de Innovación Educativa - CIIE, TISE, CACIC, entre otros.
 - Repositorios institucionales: Bdigital - Repositorio U. Nacional de Colombia, SEDICI, DASH, Repositorio U. Francisco José de Caldas RIUD, Reposital UNAM.
 - Portales académicos: Dialnet, RELPE, Portales

Educativos del MEN Colombia – Eduteka, Colombia aprende.

- Motor de búsqueda Google Academics.
- c. Se eligen publicaciones realizadas entre 2007 y 2018.
- d. Se definen criterios para incluir y excluir documentos.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios para incluir	Criterios para excluir
<ul style="list-style-type: none"> • Publicaciones donde se muestran herramientas de software o entornos y lenguajes de programación que fomentan el pensamiento computacional. • Publicaciones que exponen los diversos conceptos sobre pensamiento computacional. • Publicaciones donde se describen las herramientas de software o lenguajes y entornos de programación encontrados en los documentos revisados. • Publicaciones acerca de propuestas educativas para el fortalecimiento del pensamiento computacional. • Publicaciones realizadas entre los años 2007 y 2018. 	<ul style="list-style-type: none"> • Documentos informales o con el texto incompleto. • Publicaciones en otros idiomas que no incluyera el español, portugués o inglés.

Fuente: Elaboración propia (2020)

Para continuar el proceso se realiza una lista con las publicaciones que se han evaluado por medio de los criterios para incluir o excluir documentos, de allí se eligen referencias que guían la búsqueda de documentos relacionados. Luego se aplican nuevamente criterios para incluir o excluir los documentos que no cumplen los fines de la búsqueda, después se hace una selección con la totalidad de documentos encontrados. Al contar con esta información se toman las herramientas de software, lenguajes y entornos utilizados en las propuestas pedagógicas encontradas, las cuales sirven de insumo para describir y analizar la información que se ha presentado en este artículo.

Pensamiento computacional

Según Wing (2011) el pensamiento computacional está relacionado con la actividad mental para formular problemas que admita soluciones computacionales y esta solución puede ser dada por la conjunción de seres humanos y máquinas (p.1). Acerca de las competencias, habilidades, conocimientos y actitudes pertenecientes al pensamiento computacional existen diversas acepciones, para este caso se toman las más representativas (Barr y Stephenson, 2011; Wing,

2011; ISTE y CSTA, 2011; Kemp, 2014; Linn, Aho, Blake, Constable, Kafai, Kolodner y Bradley, 2010; Sarmiento, Gorga y Sanz, 2016).

Tabla 2. Competencias relacionadas con el pensamiento computacional

Habilidades, conocimientos y actitudes pertenecientes al pensamiento computacional
<ul style="list-style-type: none"> • Presentar problemas que tengan solución al hacer uso de dispositivos para el procesamiento de información. • Reconocer la información principal abstrayendo datos relevantes. • A través del diseño de algoritmos lograr dar soluciones de manera ordenada. • Segmentar procesos, datos o problemas en partes reducidas que sean manipulables. • Antes de hacer las pruebas, proponer modelos de las posibles soluciones. • Probar los modelos propuestos para verificar si es adecuada la solución. • Utilizar un proceso de solución generalizado para dar solución a problemas en diversas situaciones. • Insistir y permanecer al trabajar con problemas complejos • Tener habilidad para llegar a acuerdos al trabajar en equipo.

Fuente: Elaboración propia (2020)

Por otro lado, se tiene en cuenta que, según autoridades en el tema sobre el desarrollo del pensamiento computacional (Kafai, Resnick, Maloney, Monroy-Hernández, Rusk, Eastmond y Silverman, 2009; Guerrero, Nacional y Luis, 2014), señalan los entornos y lenguajes de programación como un medio para aprender a discernir problemas, proponer soluciones prácticas, expresar las soluciones de manera correcta, entre otras. Motivo por el cual esta serie de herramientas de software se emplean en las iniciativas encontradas y se eligen para ser caracterizadas en este artículo.

Para definir las herramientas del pensamiento computacional se han revisado las experiencias educativas de Iberoamerica cuyo objetivo es fomentar el pensamiento computacional a través de lenguajes y entornos para enseñar programación o temas relacionados (Sarmiento, Gorga y Sanz, 2018). Acerca de las herramientas de software, lenguajes y entornos de programación encontradas se revisan algunas como por ejemplo Robot Inventor to Teach Algorithms - RITA, desarrollada por el grupo de investigación LINTI en la Universidad Nacional de La Plata en Argentina que al hacer uso de esta herramienta impulsa un proyecto de articulación universidad – escuela; el mismo grupo en otra experiencia, utiliza el lenguaje Python para trabajar en el segundo año el Seminario de lenguajes en la facultad de informática, por medio de este lenguaje los estudiantes además de aprender conceptos de programación, desarrollan aplicaciones útiles para proyectos de

investigación, extensión y otras cátedras; de la misma forma el grupo de Innovación Educativa Universidad Nacional de La Pampa, Argentina, trabaja mediante el enfoque de gamificación nociones de programación entre ellas: algoritmos, estructuras y variables, haciendo uso de los entornos de programación Lighthbot y Scratch. En Chile, también hacen aportes sobre el tema, al generar varias propuestas, en la que se usa Scratch y los robots de Lego para abordar fundamentos de programación y desarrollar competencias inherentes al pensamiento computacional. De esta manera se eligen una diversidad de herramientas de software, lenguajes y entornos de programación que se caracterizan a continuación.

Lenguajes y entornos de programación para el desarrollo del pensamiento computacional

Expertos en el tema señalan que, los lenguajes y entornos de programación permiten el desarrollo de diversas habilidades y potencian el aprendizaje en otras disciplinas mientras trabajan los conceptos de programación. En este caso se define al lenguaje de programación como la manera de comunicación entre una persona con una máquina, por medio de uso de símbolos y reglas para definir una estructura, y el entorno como un programa compuesto por una serie de herramientas de programación (Quiroz, Muñoz y Noël, 2012).

Para un aprendizaje inicial de programación enfocada al desarrollo del pensamiento computacional existen herramientas de software que tienen una buena aceptación en comunidades educativas interesadas por los resultados favorables descritos en las experiencias revisadas, las cuales hacen uso de estos lenguajes, al respecto se detallará un conjunto de criterios descriptivos como son: C1 nombre, C2 descripción, C3 requisitos software/hardware y C4 sitio web, que enmarcan el lenguaje y entornos de programación para el desarrollo del pensamiento computacional, entre ellos están: Alice, App Inventor, AstroCódigo, Blockly Games, Kodu Game Lab, LightBot, Minecraft Hora del Código, Pilas Bloques, Pilas Engine, PSeInt, Python, R.I.T.A Robot Inventor to Teach Algorithms, RoboMind, Scratch,

Nombre: *Alice*

Descripción: Alice es un entorno de programación libre con código abierto, desarrollado en Java por la Carnegie Mellon University en 2004, en el se crean historias, juegos y videos que se pueden compartir en el sitio web. Es un entorno intuitivo y fácil de usar por medio del cual los estudiantes pueden aprender conceptos básicos de programación orientada a objetos, para construir algoritmos se utilizan bloques drag and drop que se visualizan de forma gráfica, esto motiva a los estudiantes porque pueden ejecutar la animación creada para verla paso a paso y de manera inmediata. El entorno cuenta con una interfaz atractiva por ser tridimensional, colorida y de fácil comprensión, este aspecto incentivo a los estudiantes a realizar las actividades que se les proponen. Alice como herramienta de programación promueven aspectos relacionados con el pensamiento computacional como el modelado, la abstracción, el pensamiento algorítmico y la modularización (Ramírez et al., 2011; Werner, Denner, Bliesner y Rex, 2009).

Requisitos software/hardware: Existen versiones para Windows Vista, XP, 2000, Windows 7 y 8, así como para Linux, Huayra, Ubuntu y RedHat, procesador Pentium II, similar o superior, 1Gb de memoria RAM. Para la versión Alice 3.1 se recomienda tener 2GB de memoria RAM y tener instalada Java JDK.

Sitio web: <https://www.alice.org/>

Nombre: *App Inventor*

Descripción: App Inventor como aplicación web fue desarrollada en Java por Google en 2011, es un Software libre con licencia Apache 2.0, su desarrollo está a cargo del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), este entorno permite crear aplicaciones que se pueden usar en tabletas y móviles con sistema operativo Android, su interfaz es visual e intuitivo, permite programar por medio de bloques drag and drop que resulta ser muy parecido a Scratch, lo cual permite escribir programas sin necesidad de usar códigos. El programa que se realice se puede ejecutar vía web o en la computadora, es posible probar la aplicación desarrollada por medio del editor de

bloques y el emulador, para luego compilarla y utilizarla en cualquier dispositivo con sistema operativo Android. Las creaciones y proyectos se pueden guardar en la web y en la computadora, esto facilita el acceso desde lugares remotos donde se tenga conexión a internet. App Inventor permite usar elementos que son comunes en los lenguajes de programación como los bucles, las variables y las condiciones entre otras, esta herramienta puede servir para desarrollar el pensamiento lógico y la habilidad para solucionar problemas metódicamente (Universidad de Salamanca, 2015; Rederjo, 2013).

Requisitos software/hardware: existen versiones para Windows, Mac, GNU / Linux. El programa funciona en navegadores Firefox, Safari, Chrome, Explorer. Las aplicaciones creadas con App Inventor funcionan únicamente para sistemas operativos Android.

Sitio web: <http://appinventor.mit.edu/explore/>

Nombre: *AstroCódigo*

Descripción: es un desarrollo realizado en el 2017 para trabajo de grado en la Universidad Nacional de La Plata, Argentina, AstroCódigo es un juego serio que por medio de la gamificación explica conceptos de programación para novatos, entre ellos, algoritmos, secuenciación, repetición, iteración y estructuras de control. El juego tiene una temática de ciencia ficción donde un astronauta que es operado por el estudiante cumple misiones en el espacio, a través del uso de bloques drag and drop se solucionan las situaciones propuestas por el juego (Bione y Miceli, 2017). Al hacer uso de una herramienta web se pueden crear escenarios personalizados de modo que los docentes pueden hacer los escenarios que deseen, según las metas que tengan planeadas con los estudiantes. Se puede descargar gratuitamente desde el sitio oficial.

Requisitos software/hardware: se debe contar con conexión a internet, funciona en sistemas operativos Windows, Linux, MacOS.

Sitio web: <http://www.astrocodigo.com/>

Nombre: *Blocky Games*

Descripción: Blocky Games es un lenguaje gráfi-

co implementado en JavaScript que contiene una serie de juegos educativos para enseñar a programar, está basado en la biblioteca Blockly. Su diseño facilita el aprendizaje a las personas novatas en el tema de programación de computadoras, mediante el juego los estudiantes se alistan para usar otro tipo de lenguajes convencionales, se animan a aprender a programar porque en los desafíos propuestos se puede avanzar a su propio ritmo y aprender de los errores, utiliza bloques drag and drop para representar conceptos de código, expresiones lógicas, bucles y variables, de este modo permite programar sin preocuparse de la sintaxis. Es un programa de código abierto, libre y gratuito, se puede jugar en línea y además los archivos ejecutables se descargan del sitio oficial y pueden ser utilizados en la computadora aún sin tener internet.

Requisitos software/hardware: el programa online es compatible con todos los navegadores, no necesita gran capacidad de componentes en el dispositivo donde se ejecuta, el archivo ejecutable funciona en el sistema operativo Windows.

Sitio de web: <https://blockly-games.appspot.com/>

Nombre: Kodu Game Lab

Descripción: es un lenguaje desarrollado por laboratorios Future Social Experiences (FUSE) de Microsoft en el año 2009, se creó específicamente para crear juegos por medio de su interfaz visual, puede ser usado por niños y adultos novatos en el tema de la programación, quienes logran diseñar programas sin necesidad de escribir código, por medio de una interfaz simple y basada en iconos que contiene diversos escenarios y mundos, se usan bloques drag and drop que se encastran en páginas y estas a su vez forman líneas de programación que son llamadas reglas donde se contienen las condiciones y acciones. Este lenguaje promueve el ensayo y error para solucionar problemas, así como también la creatividad, el desarrollo de narraciones, también promueve en los estudiantes el reconocimiento de patrones en el código, las simulaciones mentales al anticipar el proceso que se realizará al ejecutar el programa creado, al predecir el comportamiento desde el

código (Microsoft Student Partners, 2010).

El programa se encuentra en el sitio oficial y su descarga es gratuita, se puede ejecutar en una computadora o en un Xbox, existen versiones en inglés y en español, cuenta con material de apoyo donde se describen las funciones del programa.

Requisitos software/hardware: Sistema operativo Windows Xp, Vista, 7,8 y 10. disponible como juego Xbox 360 Live Indie.

Sitio web: <https://www.kodugamelab.com/>

Nombre: LightBot

Descripción: Es un programa desarrollado por Danny Yaroslavski de Lightbot Inc. lanzado en el 2008, cuyo objetivo es enseñar conceptos de programación enfrentando a los estudiantes a retos donde construyen algoritmos inconscientemente para superar el nivel en que se encuentran. La interfaz es amigable, cuenta con un escenario de casillas con colores y algunas indicaciones en texto, tiene un personaje que es un robot, el cual debe ser programado por medio de instrucciones al usar botones que representan acciones cuya finalidad es encontrar la casilla de salida, en el recuadro de acción se utilizan botones que cuentan con movimientos de distintas direcciones como avanzar, saltar, girar 90 grados en diversos sentidos y encender la bombilla. Al terminar la programación se pulsa el botón de ejecutar para probar el procedimiento, si este es correcto y el robot termina el recorrido, la casilla de salida se enciende y se continúa con otro nivel. Lightbot hace parte de la iniciativa Hora del Código, donde los usuarios cuentan con varios niveles de practicas (Yaroslavski, 2014; Saturio, García, y Hernández, 2015).

Requisitos software/hardware: existe una versión paga para Mac, Android y Windows cuenta con versión de algunos niveles gratuitos que se puede jugar en línea o descargar y la versión lightbot hour of code disponible en el sitio.

Sitio web: <https://lightbot.com/hocflash.html>

<https://lightbot.com/hour-of-code.html>

Nombre: Minecraft Hora del Código

Descripción: Minecraft es un videojuego para

construir mundos, el nombre Minecraft está compuesto por dos actividades, excavar y construir, en ella se propone un desafío donde se debe sobrevivir a medios hostiles, fue creado por Markus Persson para Mojang AB, la primera versión estuvo disponible en el 2009 y lanzado en el 2011 (Villa, 2013). En el año 2014 la empresa Mojang fue adquirida por Microsoft y el juego fue integrado al movimiento La Hora del Código en el año 2015 gracias al interés de Microsoft por utilizar las tecnologías en el aula y como medio para promover la enseñanza de la programación en todo el mundo, para poder integrar el juego Code.org junto a Mojang, crearon la versión gratuita Minecraft Hora del Código, además de esta creación Microsoft continúa aportando en la construcción de herramientas educativas como es el caso del lanzamiento de Minecraft Education Edition, lanzada en 2016 con costo de 5 dólares anuales para cada usuario.

Requisitos software/hardware: la versión comercial de Minecraft está diseñada para consolas, ordenador y dispositivos móviles, para acceder a la versión Hora del Código se puede jugar en línea o descargar la versión que funciona en Windows 7, 8 o 10.

Sitio web: <https://code.org/minecraft>
<https://www.minecraft.net/es-es>

Nombre: Pilas Bloques

Descripción: es un entorno de programación desarrollado por el proyecto Program.AR. Con el interés de enseñar conceptos básicos de programación basado en Pilas Engine, propone pequeños desafíos que se resuelven al programar usando bloques drag and drop, cuenta con varios niveles de dificultad en los cuales se debe utilizar estrategias para la solución de problemas que se resuelven por medio del diseño de algoritmos, la modularización y el uso de diversos bloques entre ellos comandos, procedimientos y repeticiones. Pilas Bloques es un programa creado específicamente para el uso educativo dentro del aula, fue diseñado para acompañar secuencias didácticas enfocadas a enseñar programación desde la escuela, cuenta con una interfaz sencilla, es una herramienta gratuita y libre, en idioma español,

en el sitio oficial se encuentra material educativo como apoyo de docentes y estudiantes, es posible realizar actividades en línea y también se cuenta con una versión descargable (Artiles, 2019).

Requisitos software/hardware: La aplicación al ser instalada, ocupa normalmente entre 100 MB y 200 MB de disco duro según el sistema operativo, requiere entre 100 MB y 200 MB de memoria RAM también según el sistema operativo, funciona correctamente en navegadores Mozilla Firefox y Google Chrome, requiere Windows 7 SP1 o superior de 32 ó 64 bits. Puede correrse en cualquier versión de Mac OS versión 10.9 o superior, para Linux se puede instalar en Huayra 2, Ubuntu 12.04, Debian 8 y posteriores.

Sitio web: <http://pilasbloques.program.ar/>.

Nombre: Pilas Engine

Descripción: inspirado en las teorías de Seymour Papert, es un proyecto desarrollado por Hugo Ruscitti lanzado el 1 de agosto de 2010, es una herramienta de programación sencilla y llamativa para construir videojuegos, se enfoca en estudiantes sin conocimientos previos, novatos o casuales interesados en aprender a programar. Cuenta en su interfaz con actores y ejemplos que se pueden usar para construir un juego rápidamente, estas rutinas pueden ser modificadas y facilitan el desarrollo, se pueden añadir comportamientos para hacer una creación interactiva, a su vez se puede visualizar las instrucciones escritas mientras se programa. Pilas Engine tiene versión en español, se puede descargar del sitio oficial, es libre y gratuito de licencia LGPL, se puede copiar, modificar y distribuir libremente, posee material y videotutoriales educativos. Por ser basado en Phyton las instrucciones que se utilizan para programar son sencillas, el entorno se modifica continuamente gracias al aporte y colaboración de los participantes en la comunidad de programadores, quienes colaboran en el desarrollo de la herramienta; cualquier persona interesada puede hacer parte de la comunidad (Ruscitti, 2016).

Requisitos software/hardware: es compatible con Mac OS X, Windows y Gnu/Linux. Se puede trabajar en línea en los navegadores Mozilla Firefox y Google Chrome, no necesita gran capacidad de

máquina para poderse ejecutar.

Sitio web: <http://pilas-engine.com.ar/>

Nombre: *PSeInt*

Descripción: PSeInt, Pseudo Intérprete, es un entorno educativo desarrollado por Pablo Novara, lanzado en diciembre de 2003, útil en la enseñanza básica de programación como estructuras de control, variables, expresiones, etc. Y el desarrollo de la lógica de programación, pensado para estudiantes novatos, facilita la escritura de algoritmos por medio de herramientas que ayudan a revisar los errores, su interfaz es simple e intuitiva, como complemento tiene un editor de diagramas de flujo, cuenta con numerosas ayudas y recursos didácticos como los ejemplos donde se exponen la aplicación de estructuras básicas, la versión existente es en español. Es un programa con versiones para Windows, GNU/Linux y macOS con licencia GPL que permite el uso libre y gratuito, se puede descargar de su sitio oficial.

Requisitos software/hardware: compatible con Windows, GNU/Linux y Mac OS X. el tamaño de su instalador es de 7 Mb en Windows.

Sitio web: <http://pseint.sourceforge.net/>

Nombre: *Python*

Descripción: programa desarrollado por el investigador holandés Guido Van Rossum para el Centrum Wiskunde & Informatica en los Países Bajos en los años 90, donde se pueden escribir con pocas líneas de código programas completos por su sintaxis y semántica sencilla, cuenta con librerías de varios propósitos que posibilitan a los estudiantes explorar funciones variadas que se pueden realizar con el lenguaje como, interfaces gráficas y aplicaciones web (Lovos, Gibelli, y Bertone, 2014). Python es lenguaje orientado a objetos, multiplataforma, interpretado y con tipado dinámico, posee licencia “Python Software Foundation License” de código abierto, se encuentra disponible para descargarse en el sitio oficial. Según Ortiz (2010) en el artículo “Phyton como primer lenguaje de programación” menciona que además de ser orientado a objetos soporta un tipo de programación funcional y procedural, comparado con Java o C cuenta con una

sintaxis sencilla y consistente, al utilizar tipado dinámico es posible trabajar programas scripts junto con aplicaciones de gran tamaño. Se modifica continuamente mediante la comunidad con la que cuenta, conformada con personas interesada en su desarrollo, Python es utilizado en entornos educativos para llevar programación experimental.

Requisitos software/hardware: cuenta con versiones para Windows, Mac, Linux, Aix, IBMi, Solaris, entre otros. No necesita gran capacidad de máquina para ser ejecutado.

Sitio web: <https://www.python.org/>

Nombre: *R.I.T.A Robot Inventor to Teach Algorithms*

Descripción: R.I.T.A. fue desarrollado por el grupo de investigación LINTI como tesis de grado en la Universidad Nacional de La Plata año 2012, integra los frameworks OpenBlocks y Robocode, es un juego didáctico con el cual se pueden trabajar conceptos básicos de programación, fomenta el pensamiento computacional, el análisis, la creatividad, junto con el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la transferencia de conocimientos en diferentes contextos. El entorno permite programar juegos de estrategia en el cual los robots programados deben sobrevivir a batallas, se programan por medio de bloques estilo Lego drag and drop que se encastran y se pueden visualizar en código Java. R.I.T.A motiva el interés porque se puede visualizar lo que se ha programado en el mismo instante y porque escribir código con bloques resulta agradable para los estudiantes, puesto que no necesitan conocer acerca de sintaxis de programación, el código generado se compilla en Java y se ejecuta en el escenario brindado por Robocode, en el que es posible comprobar las acciones programadas para ser corregidas en caso de ser necesario, así mismo resulta interesante para los estudiantes diseñar estrategias de ataque y defensa para competir con sus compañeros y lograr ganar las batallas (Aybar, Querigua, Banchoff, Kimura, y Brown, 2017; Aybar, Queiruga, Kimura, Brown y Gómez, 2015; Aybar, Queiruga, y Banchoff, 2012).

Requisitos software/hardware: tiene versiones

para Windows y Linux, es entorno libre y gratuito de código abierto, con licencia GNU GPL.

Sitio de descarga: <https://github.com/vaybar/RITA>

Nombre: *RoboMind*

Descripción: Es un programa de simulación con robots que se mueven, fue desarrollado por Arvid Halma estudiante de la Universidad de Ámsterdam, lanzado en 2005, diseñado para enseñar programación a estudiantes interesados en aprender pero que no cuentan con ningún tipo de conocimiento acerca del tema, es un lenguaje de programación con interfaz sencilla en el que se puede programar rápidamente, por medio del cual se aprenden conceptos básicos mientras se programa un robot para cumplir ciertas tareas, el entorno consigue acercar a los estudiantes a áreas relacionadas con la inteligencia artificial y la robótica, se pueden crear programas propios al seguir principios que rigen a los lenguajes de programación comunes, sin necesidad de entornos de desarrollo ni compiladores externos porque RoboMind cuenta con un entorno completamente integrado que permite revisar su script en el momento que se requiera, cuenta con 24 idiomas entre ellos alemán, turco, árabe, sueco, chino, polaco, español, holandés, francés, griego. Es un programa gratuito al cual no se le puede modificar el código, descargable de su sitio oficial (Ministerio de Educación, 2018).

Requisitos software/hardware: Cuenta con versiones para Windows, Linux y Mac OS, no necesita gran capacidad de máquina para poderse ejecutar.

Sitio web: <https://www.robomind.net/en/index.html>

Nombre: *Scratch*

Descripción: entorno de programación creado por el laboratorio “Lifelong Kindergarten” MIT de la Universidad de California en el año 2007, basado en “Squeak”, permite el desarrollo de habilidades computacionales por medio del aprendizaje de programación sin necesidad de tener conocimientos anticipados sobre este tema, su interfaz es atractiva e intuitiva y por medio de

bloques de colores drag and drop se pueden dar instrucciones para crear animaciones, videojuegos y pequeños proyectos, sin necesidad de escribir líneas de código, sino que por medio de los bloques encastrados se logra programar haciendo uso de los escenarios y personajes que brinda el programa o que pueden ser creados según el interés del estudiante. De este modo es posible aprender conceptos básicos de programación como variables, repeticiones, condiciones, entre otros. Se puede acceder al entorno en línea o se realiza la descarga del instalador para PC desde su sitio oficial, también puede ser instalado en su versión para Tablet, es un programa multiplataforma y multilinguaje, libre y gratuito, está disponible en más de 40 idiomas. Scratch cuenta con una comunidad en línea donde se pueden publicar proyectos y creaciones para permitir el trabajo colaborativo, de modo que todos aportan para mejorar y rediseñar los trabajos compartidos, de esta manera se posibilitan crear aplicaciones complejas que una sola persona no habría podido generar. Otro uso para Scratch es el desarrollo de proyectos en robótica con tecnología hardware libre, que mediante la variante del entorno llamada S4A (Scratch para Arduino) creada por Citilab, puede controlar una tarjeta de Arduino haciendo uso de instrucciones en Scratch (Brennan y Resnick, 2012; Sánchez de la Calle y Hernández, 2016; Vázquez-cano y Delgado, 2015).

Requisitos software/hardware: Windows XP y superiores, Mac OS X 10.4 y posteriores, Linux, cuenta con licencia GPLv2 y Scratch Source Code License. La configuración de la pantalla debe ser 800x480 o más, 16 bits de color o más, para su instalación necesita espacio en disco de por lo menos 120 megabytes.

Sitio web: <https://scratch.mit.edu/>

A continuación, en la Tabla 3 y 4 se muestran las observaciones generales de los lenguajes y entornos de programación revisados, donde se resume la información de los criterios con los cuales se analizaron.

Tabla 3. Descripción de lenguajes un entorno de programación

Nombre(C1)	Descripción(C2)	Requerimientos (C3)	Sitio Web(C4)
<i>Alice</i>	Libre de código abierto Creación de juegos, historias y video Comunidad en Internet Interfaz lúdica Bloques drag and drop	Windows 7 y 8, Vista, XP y 2000 Linux 2 Gb de memoria RAM, mínimo 1 GB Java JDK	https://www.alice.org/
<i>App Inventor</i>	Enseñanza básica de programación Software Libre bajo la licencia Apache 2.0 Diseño aplicaciones para móviles y tablet Android Bloques drag and drop Enseñanza básica de programación	Mac OS X 10.5, 10.6 Windows XP, Vista, 7 y posteriores Ubuntu 8 +, 5 + Debian, posteriores Navegadores, Mozilla Firefox 3.6 o superior Safari 5.0 o superior Google Chrome 4.0 o superior Microsoft Internet Explorer 7 o superior	http://appinventor.mit.edu/explore/
<i>Astro Código</i>	Enseñanza básica de programación Bloques drag and drop Juego de desafíos	Contar con conexión a internet <i>Windows, Linux o MacOS</i>	http://www.astrocodigo.com/
<i>Blocky Games</i>	Juegos educativos Bloques drag and drop Enseñanza básica de programación Libre y gratuito de código abierto	Navegadores Chrome, Firefox, Safari, Opera e IE No necesita gran capacidades de componentes para que el programa pueda ser ejecutado	https://blockygames.appspot.com/
<i>Kodu</i>	Interfaz simple Basada en iconos Enseñanza básica de programación Libre y gratuita	<i>Windows 10, Windows 7, Windows 8, Windows Vista o Windows XP</i> Tarjeta gráfica compatible con DirectX 9.0c y Shader Model 2.0 o superior	https://www.kodugamelab.com/
<i>Light Bot</i>	Enseñanza básica de programación Juego de casillas con escenario tridimensional Interfaz amigable Utiliza botones que representan las acciones	<i>Windows, Mac, Android y Iphone</i>	https://lightbot.com/hocflash.html
<i>Minecraft Hora del Código</i>	Enseñanza básica de programación Versiones especiales gratuitas y libres Juego de construcción	<i>Windows 7 o Windows 10.</i>	https://hourofcode.com/es/learn

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla 2 Descripción de lenguajes un entornos de programación

Nombre (C1)	Descripción(C2)	Requerimientos (C3)	Sitio Web(C4)
<i>Pilas Bloques</i>	Enseñanza básica de programación Bloques drag and drop Libre y gratuita Juego de desafíos	100 MB y 200 MB de espacio en disco y en memoria RAM Mozilla Firefox y Google Chrome Windows 7 o posterior Mac OS mayor a 10.9 Huayra 2 y posteriores, Ubuntu 12.04 y posteriores, Debian 8 y posteriores	http://pilasbloques.program.ar/
<i>Pilas Engine</i>	Diseño de video juegos Enseñanza básica de programación Instrucciones escritas Libre y gratuita bajo la licencia LGPL Comunidad abierta	<i>Windows, Gnu/Linux y Mac OS X</i> No necesita gran capacidades de componentes para que el programa pueda ser ejecutado	http://pilas-engine.com.ar/
<i>PSeInt</i>	PseudoCódigo permite editar e interpretar programas escritos Enseñanza básica de Programación Libre y gratuito GPLv2	Microsoft Windows, GNU/Linux y Mac OS X Poca capacidades de componentes para que el programa pueda ser ejecutado	http://pseint.sourceforge.net/
<i>Python</i>	Programas escritos sintaxis sencilla Licencia de código abierto Lenguaje orientado a objetos	Windows, Mac, Linux, Aix, IBMi, Solaris No necesita gran capacidades de componentes para que el programa pueda ser ejecutado	http://www.pygame.org

Nombre (C1)	Descripción(C2)	Requerimientos (C3)	Sitio Web(C4)
<i>R.I.T.A</i>	Juego de programación Arrastre de bloques y conectores Puede visualizarse en Java Gratuita y de código abierto licencia GNU GPL	<i>Windows y Linux</i>	https://github.com/vaybar/RITA
<i>Scratch</i>	Programación básica Interfaz atractiva Bloques de arrastrar y soltar Libre y gratuito Comunidad libre Crea aplicaciones robóticas con S4A	Windows XP y posteriores Mac OS X 10.4 o posterior Pantalla (Display): 800x480 o más Por lo menos 120 megabytes	https://scratch.mit.edu/

Fuente: Elaboración propia (2020)

Conclusiones

La cantidad de lenguajes y entornos de programación analizados es pequeña, por lo tanto, no es posible brindar conclusiones categóricas, pero permite dar a conocer características generales de manera que se convierte en una guía útil de docentes o personas interesadas en la temática acerca del desarrollo de las competencias concernientes al pensamiento computacional.

Con la información recopilada se realiza un análisis donde se compara las características de los lenguajes y entornos de programación revisados, de esta manera se definen los siguientes resultados:

Entre los lenguajes descritos (Alice, App Inventor, AstroCódigo, Blocky Game, Kodu, LightBot, Minecraft hora del código, Pilas Bloques, R.I.T.A, RoboMind, Scratch se encuentran aquellos que son ideales para introducir al tema de programación, pueden ser utilizados con estudiantes novatos que no cuenten con conocimientos previos gracias a su facilidad de uso, puesto que se programa por medio de bloques drag and drop y su interfaz es intuitiva.

Aunque los lenguajes de programación orientada a objetos son utilizados por personas con algún tipo de experiencia en este tema, los entornos descritos en este estudio permiten de manera sencilla entender y aprender la sintaxis de los principales lenguajes de script.

Los lenguajes y entornos de programación descritos cuentan con interfaces gráficas llamativas y amigables, que motivan a los estudiantes en su aprendizaje puesto que muestran los resultados de la codificación al momento de ser escritos si el

estudiante lo ejecuta.

La mayoría de lenguajes y entornos descritos son libres y gratuitos, esto implica la posibilidad de ser utilizado por toda clase de estudiantes, sobre todo los que no cuentan con recursos económicos para comprar programas, brindándoles la oportunidad de acceder a estas herramientas para su aprendizaje.

Para concluir, este artículo describe diversas herramientas de software que fueron utilizadas en iniciativas encontradas alrededor de Iberoamérica cuyo objetivo estaba centrado en el desarrollo de las competencias concernientes al pensamiento computacional. La información brindada sirve para observar detalladamente las características de los lenguajes de programación, de tal manera que se pueda seleccionar la herramienta más conveniente según el grupo objetivo al que se espera llegar y la meta pedagógica por lograr. Una recomendación a tener en cuenta es que, aunque las herramientas se pueden utilizar sin restricción alguna, por ser libres y gratuitas, su uso debe ser planificado por medio de metodologías que guíe el proceso para el diseño de actividades de aula donde se tengan en cuenta los objetivos proyectados y los contenidos temáticos a abordar. Para los docentes interesados en este tema, la información proporcionada en el artículo brinda una idea de las potencialidades de cada una de las herramientas, características que se puede verificar y complementar visitando los sitios web oficiales, cuyo link se encuentra en cada una de las descripciones.

Referencias Bibliográficas

Artiles, C. (2019). Pilas Bloques aprender a programar jugando. Observatorio de tecnología educativa. Recuperado de <https://intef.es/wp-content/uploads/2019/06/Pilas-Bloques-1.pdf>

Astudillo, G. J., Bast, S. G. y Willging, P. A. (2016). Enfoque basado en gamificación para el aprendizaje de un lenguaje de programación. *Virtualidad, Educación Y Ciencia*, (12), 125-142. Recuperado de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/14739>

Aybar, V., Querigua, C., Banchoff, C., Kimura, I. M. y Brown, M. (2017). Programming competitions in high school classrooms: RITA en RED. En A. Villa (Coordinación ejecutiva), CLEI 2017. Simposio llevado a cabo en XLIII Latin American Computer Conference, Córdoba,

Argentina.

Aybar, V. del C., Queiruga, C., Kimura, I. M., Brown, M. y Gómez, S. (2015). Enseñando a programar con RITA en escuelas secundarias. En A. De Giusti (Coordinador), CACIC 2015. Simposio llevado a cabo en XXI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, Junín, Argentina.

Aybar, V., Querigua, C., y Banchoff, C. (2012). Aplicaciones complementarias a ROBOCODE que faciliten el aprendizaje de programación en escuelas secundarias (tesis de pregrado). Facultad de Informática Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/47050/Documento_completo_.pdf?sequence=1

Barr, V. y Stephenson, C. (2011). Bringing Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community. *ACM Inroads*, 2(1), 48-54. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>

Bione, J. y Miceli, P. (2017). AstroCódigo. Un juego serio para la introducción de jóvenes en los conceptos básicos de la programación (tesis de pregrado). Universidad Nacional de La Plata UNLP, La Plata, Argentina.

Brennan, K. y Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. En A. Ball (Presidencia), Annual American Educational Research Association Meeting. Simposio llevado a cabo en el AERA 2012, Vancouver, Canada.

Capot, R. B. y Espinoza, R. M. (2015). Desarrollo del Pensamiento Computacional con Scratch. En J. Sánchez (Presidente), Nuevas ideas en informática educativa. Simposio llevado a cabo en el XX Congreso internacional de Informática Educativa, Santiago, Chile.

Csta.Iste. (2011). Computational Thinking in K-12 Education leadership toolkit. 43. Recuperado de <http://www.iste.org/learn/computational-thinking>

EduTEKA. (2008). En pro de los computadores. Cali, Colombia: Freepik. Recuperado de <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/ProComputadores>

Guerrero, R. A., Nacional, L.U. y Luis, D. S. (2014). El Desarrollo del Pensamiento Computacional para la Resolución de Problemas en la Enseñanza Inicial de la Programación. WICC 2014. Simposio llevado a cabo en el XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, Ushuaia, Argentina.

Harari, V. y Tzancoff, C. (2014). Desarrollando juegos educativos para incrementar la participación de los alumnos en una materia de programación. En D. Pulfer (Presidencia), Simposio llevado a cabo en el Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, Buenos Aires, Argentina.

Kafai, Y., Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., & Silverman, B. (2009). Scratch: Programming for All. *Communications of the ACM*, 52, 60-67. <https://doi.org/10.1145/1592761.1592779>

Linn, M. C., Aho, A. V., Blake, M. B., Constable, R., Kafai, Y. B., Kolodner, J. L., & Bradley, S. (2010). Report of

- a Workshop on The Scope and Nature of Computational Thinking. <https://doi.org/10.17226/12840>
- Lovos, E., Gibelli, T. y Bertone, R. (2014). Programación Estructurada en un Curso Introductorio. Una Experiencia Explorando Python. En A. De Giusti (Presidencia), CA-CIC 2015. Simposio llevado a cabo en el XXI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, Junín, Argentina.
- Lugo, M. T., Toranzos, L., Lopez, N. & Corbetta, S. (2014). Políticas tic en los sistemas educativos de América Latina. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002300/230080s.pdf>
- Lugo, M. (2015). Diálogo con M. Teresa Lugo. Avances en la integración de las TIC en los sistemas educativos latinoamericanos. Recuperado de <http://www.siteal.iipe.unesco.org/debates/521/dialogo-con-m-teresa-lugo-avances-en-la-integracion-de-las-tic-en-los-sistemas-educativo>
- Microsoft Student Partners. (2010). Kodu Game Lab. Recuperado de <https://studentambassadors.microsoft.com/>
- Ministerio de Educación. (2018). Del control automático a la robótica. Recuperado de https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/profnes_educ_tecnologica_robotica_-_actividades.pdf
- Muñoz, R., Barcelos, T. S., Villarroel, R., Barría, M., Becerra, C., Noel, R. y Silveira, I. F. (2015). Uso de Scratch y Lego Mindstorms como Apoyo a la Docencia en Fundamentos de Programación. En M. Castaño (presidencia), JENUI 2015. Simposio llevado a cabo en el XXI Jornadas de La Enseñanza Universitaria de Informática, Andorra La Bella, Principado de Andorra.
- Queiruga, C., Fava, L., Banchoff, C., Aybar, V. del C., Kimura, I. M. & Brown, M. (2016). RITA: una herramienta didáctica-pedagógica innovadora en la escuela secundaria. Recuperado de https://jets.linti.unlp.edu.ar/uploads/docs/rita__una_herramienta_didactica_pedagogica__innovadora_en_la_escuela_secundaria.pdf
- Quiroz, P., Muñoz, R. & Noël, R. (2012). Desarrollo de un lenguaje de programación y entorno de desarrollo que facilite la programación de robots LEGO mindstorms. En J. Sanchez (presidencia), TISE 2012. Simposio llevado a cabo en el XVII Congreso Internacional de Informática Educativa, Santiago de Chile, Chile.
- Ramírez, M., Castillo, M., Garza, J., García, L. y Vargas, J. (2011). "Alice": un entorno diferente para aprender programación orientada a objetos. *CienciaUAT*, 6(2), 64-68. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4419/441942926010.pdf>
- Rederjo, J. (2013). Observatorio Tecnológico. Madrid, España.: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Recuperado de <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/en/software/programacion/1090-uso-de-appinventor-en-la-asignatura-de-tecnologias-de-la-comunicacion-y-la-informacion>
- Resnick, M. (2007). Cultivando las semillas para una sociedad más creativa. *Act. Inv. En Educ.*, 8(1). <https://doi.org/10.15517/aie.v8i1.9306>
- Ruscitti, H. (2016). pilas-engine - manual. Recuperado de <https://docplayer.es/32129896-Pilas-engine-manual.html>
- Sanabria, J y Romero, M (2018). Competencias del siglo XXI en proyectos co-tecnocreativos. *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia*, 10(19), p.16-25. <https://doi.org/10.22201/cuaed.20074751e.2018.19>
- Sanchez, C y Hernandez, A (2016). Carmen, ¿Qué es eso del Scratch y para qué sirve?. *Iberoamericadivulga*. Recuperado de <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?Carmen-que-es-eso-del-Scratch-y-para-que-sirve>
- Sarmiento, M., Gorga, G. y Sanz, C. (2016). Análisis de experiencias y estrategias educativas con TIC para el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes de secundaria y primeros años de universidad en Iberoamérica (tesis de especialización). Universidad Nacional de La Plata UNLP, La Plata, Argentina.
- Sarmiento, M. S., Sanz, C. y Gorga, G. (2018). Diseño de una propuesta metodológica para el desarrollo de competencias relacionadas con el pensamiento computacional (tesis de maestría). Universidad Nacional de La Plata UNLP. La Plata, Argentina.
- Saturio, L. M., García, S. y Hernandez, M. (2015). Videojuegos para aprender a programar videojuegos (tesis de pregrado) Recuperado de <http://eprints.ucm.es/32853/1/Memoria-del-Proyecto-Videojuegos-para-Aprender-a-Programar-Videojuegos.pdf>
- Universidad de salamanca. (2015). Básicos-APPInventor-Manual-de-Introducción. Recuperado de <https://diarium.usal.es/igallego/files/2015/06/Basicos-APPInventor-Manual-de-Introduccion.pdf>
- Vázquez-cano, A., & Delgado, F. (2015). La creación de videojuegos con scratch en educación secundaria. *Communication papers -media literacy & gender studies*, 4(6), 63-73. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5182831>
- Villa, E. (2013). Minecraft: una interpretación. *Revista Luthor*, 14(3), 1-11.
- Werner, L., Denner, J., Bliesner, M., & Rex, P. (2009). Can Middle-Schoolers use Storytelling Alice to Make Games? Results of a Pilot Study. En J. Whitehead (Presidencia), IC-FDG 2009. Simposio llevado a cabo en el 4th International Conference on Foundations of Digital Games, Orlando, USA. <https://doi.org/10.1145/1536513.1536552>
- Wing, J. M. (2010). Computational Thinking: What and Why? Thelink - The Magaizne of the Carnegie Mellon University School of Computer Science. Recuperado de <http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>
- Yaroslavski, D. (2014). ¿How does Lightbot teach programming? Waterloo, Canadá: lightbot.com. Recuperado de https://lightbot.com/Lightbot_HowDoesLightbotTeachProgramming.pdf



Agrobc: Gestión Descentralizada de Cadenas de Valor Agrícolas Usando Tecnología Blockchain

AgroBC: decentralized management of agricultural value chains using Blockchain technology

Mosquera, Jean¹

Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador
<https://orcid.org/0000-0002-2215-4081>

Piedra, Nelson²

Knowledge Based Systems Research Group - UTPL, Ecuador
<https://orcid.org/0000-0003-1067-8707>

Recibido: 25-09-2020
Aceptado: 21-12-2020

Cita Recomendada

Mosquera, J. & Piedra, N. (2020). AGROBC: Gestión descentralizada de cadenas de valor agrícolas usando tecnología Blockchain. Hamut'ay, 7 (3), 98-105
<http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v7i3.2201>

Resumen

La tecnología blockchain gracias a sus características innatas que son la transparencia, descentralización, trazabilidad, entre otras, durante los últimos años está siendo ampliamente usada en diversos sectores entre estos el sector agrícola. Además, en el mundo se pueden encontrar diversas soluciones enfocadas en la educación, finanzas, transporte y diversas industrias entre estas la industria agrícola. Mediante el presente trabajo se busca proponer una aplicación descentralizada empleando la tecnología blockchain para lograr la transparencia en el sector agrícola, además de buscar el permitir la gestión descentralizada de la cadena de suministros de forma descentralizada, así como el proceso seguido para el desarrollo de una aplicación descentralizada para la gestión de la cadena de suministros. Como resultados se presenta la aplicación descentralizada, la cual demuestra que es posible lograr transparentar la cadena de suministros del sector agrícola, convirtiendo así a este sector aún más atractivo ante los consumidores, además de permitir mejorar la gestión de la cadena de suministros, que ya de por sí su naturaleza es compleja. Finalmente, los autores concluyen que es posible el empleo de la tecnología blockchain en el ámbito agrícola con el objetivo de lograr la transparencia de este sector productivo, también discuten aspectos adicionales que deben ser considerados y se ha demostrado el potencial de la tecnología blockchain en el desarrollo de soluciones en diversas industrias.

Palabras Clave: Blockchain, Agricultura, Gestión

1. Estudiante de Sistemas Informáticos y Computación en la Universidad Técnica Particular de Loja, con experiencia en el desarrollo de aplicaciones móviles y web, Knowledge Graphs, Blockchain e inteligencia artificial. jpmosquera1@utpl.edu.ec

2. Docente-investigador en el Departamento de Ciencias de la Computación en la UTPL. Ingeniero en Informática y en Administración de Empresas. PhD en Software y Sistemas en Universidad Politécnica de Madrid. Actualmente es Director de Transferencia de conocimiento en el Vicerrectorado de Investigación de UTPL. nopiedra@utpl.edu.ec



Abstract

Blockchain technology, thanks to its innate characteristics that are transparency, decentralization, traceability, among others, in recent years is being widely used in various sectors, including the agricultural sector. In addition, in the world you can find various solutions focused on education, finance, transportation and various industries, including the agricultural industry. The present work seeks to propose a decentralized application using blockchain technology to achieve transparency in the agricultural sector, in addition to allowing decentralized management of the supply chain in a decentralized way. Thus, in this work the process followed for the development of a decentralized application for the management of the supply chain is presented. As results, the decentralized application is presented, which shows that it is possible to achieve transparency in the supply chain of the agricultural sector, thus making this sector even more attractive to consumers, in addition to allowing to improve the management of the supply chain that already exists. if its nature is complex. Finally, the authors conclude that the use of blockchain technology in the agricultural field is possible with the aim of achieving transparency in this productive sector, they also discuss additional aspects that must be considered and have demonstrated the potential of blockchain technology in development. of solutions in various industries.

Key words: Blockchain, Agricultural, Management

Introducción

El sector agrícola en la actualidad está siendo de interés de muchos actores, los cuales han buscado lograr la innovación e implantación tecnológica con el único fin de lograr mejorar la producción, rentabilidad, y sobre todo proveer confianza a los consumidores finales y en si beneficiar a todos los actores que hacen posible la producción alimenticia del mundo (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) la agricultura tiene gran importancia en la economía de todos los países del mundo, más aún en los países en desarrollo. Además de ser la base de la seguridad alimentaria tema de gran interés en el mundo en la actualidad al ser parte de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020).

Con el avance de la tecnología ha surgido el interés por la gestión y estructuración de la información generada en diversos aspectos o ámbitos, entre ellos la cultura, industria entre otros (Piedra & Mosquera Arévalo, 2020). La tecnología blockchain es un ledger o libro mayor que es casi imposible de falsificar debido a que los registros contenidos en este se encuentran enlazados,

bajo cifrado y replicados a lo largo de una red de nodos con el objetivo de lograr la integridad transaccional (Laurence, 2019; Prieto & Ferretti, 2020).

En la actualidad el uso de tecnologías emergentes tales como Blockchain (BC) y Distributed Ledger, entre otras han logrado mucha connotación en varias industrias, entre las cuales se destacan el Internet de las cosas (IoT), educación, ámbito bancario, y con gran impacto en la industria productiva y manufacturera en la cadena de producción y suministros (Borah et al., 2020; Dhillon et al., 2017).

Esta investigación se centra en el desarrollo de un prototipo que permita la gestión descentralizada de la cadena de suministros del sector agrícola empleando tecnología blockchain, para de este modo lograr transparencia, seguridad y más ventajas que trae consigo la aplicación de la tecnología blockchain, lo que genera está en muchos beneficios para el sector Agrícola.

Para el desarrollo del prototipo se propone una metodología, la cual comprende desde el análisis de la cadena de valor hasta la ejecución de pruebas de la aplicación desarrollada para gestionar dicha cadena de valor. Es importante destacar que las fases que se proponen son esenciales y primordiales para lograr el desarrollo de una solución efectiva que se acople a la industria de

interés. Como aproximación se propone emplear la plataforma blockchain Ethereum debido a que en la actualidad dicha plataforma es ampliamente empleada en el desarrollo de soluciones blockchain y tecnologías auxiliares necesarias que son descritas en la arquitectura propuesta para la solución.

Método

La tecnología blockchain tiene un sinnúmero de aplicaciones en el sector agrícola de este modo mediante la revisión de literatura se busca contrastar diversos aspectos relacionados con tecnologías, y aproximaciones similares para enriquecer la propuesta sugerida por la presente investigación. Para el desarrollo de la revisión de literatura se ha optado por el empleo de una adaptación de la metodología propuesta por Okoli y Schabram (2010) en la que se abordan diversos aspectos, desde la definición de preguntas hasta la discusión de los trabajos. Así la figura 1 detalla de forma resumida la metodología adaptada.

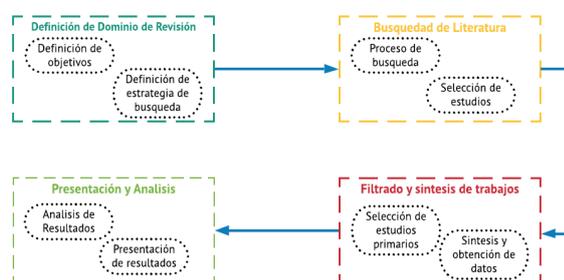


Figura 1. Metodología seguida para la revisión de literatura

Fuente: Elaboración propia (2020)

Definición de Dominio de Revisión

Entre los objetivos que persigue la revisión de literatura es definir las tecnologías más empleadas y sugeridas por autores que se encuentran trabajando en el ámbito de acción de esta investigación. Además de buscar y definir varios aspectos concluidos en dichos trabajos. En la estrategia de búsqueda se ha definido considerar los trabajos comprendidos entre los 4 últimos años (2016-2019) relacionados con blockchain y el ámbito agrícola en 4 bases de datos científicas de importancia, las cuales son: SpringerLink, Scopus, ScienceDirect (Elsevier), IEEE Xplore.

Búsqueda de literatura.

Previo a la ejecución de la búsqueda en las bases de datos previamente indicadas se han definido las cadenas de búsqueda asociadas a los términos o conceptos que comprendan el ámbito de acción de la investigación, de este modo en la tabla 1 se detalla las cadenas de búsqueda.

Tabla 1. Cadenas de búsqueda definidas.

Base de datos	Cadena de búsqueda
SpringerLink	((agriculture OR agricultural) OR food) and (blockchain AND supply chain) AND traceability
Scopus	TITLE-ABS-KEY (((agriculture OR agricultural) OR food) AND (blockchain AND supply AND chain) AND traceability))
ScienceDirect (Elsevier)	((agriculture OR agricultural) OR food) AND (blockchain AND supply chain) AND traceability
IEEE	((agriculture OR agricultural) OR food) AND (blockchain AND supply chain) AND traceability

Fuente: Elaboración propia (2020)

Con las cadenas de búsqueda definidas se realizó el proceso de obtención de resultados en las bases de datos, lo cual arrojó los siguientes resultados: En SpringerLink dieron como resultado 151 trabajos, en IEEE Xplore 19 trabajos, en Science direct 190 trabajos, y en Scopus un total de 52 trabajos.

Filtrado y síntesis de la literatura

En esta fase de los trabajos obtenidos como resultado se seleccionan los trabajos primarios, los cuales serán objeto de análisis. De este modo para esta selección se consideró el análisis del título, el abstract y el texto completo del trabajo. Como se detalla en la figura 2, en la que se puede contrastar todo el proceso seguido de forma resumida para la obtención de los trabajos primarios tomando en cuenta los objetivos previamente definidos y en las que se encuentra centrada la revisión de literatura.

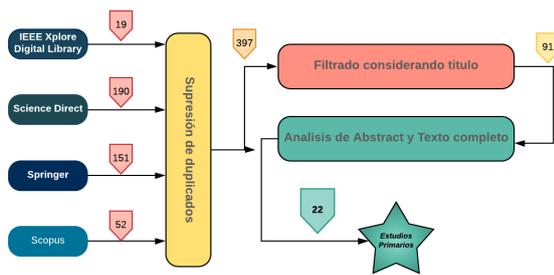


Figura 2. Proceso de filtrado y selección de trabajos primarios
Fuente: Elaboración propia (2020)

Los 22 trabajos definidos como primarios comprenden trabajos que abordan el desarrollo de aplicaciones desarrolladas para el sector agrícola entre los cuales se destacan sistemas para la cadena de suministros agrícola, soluciones para la certificación de proveniencia, soluciones de trading de alimentos, y sistemas de trazabilidad de alimentos.

Presentación y análisis.

La mayor parte de aplicaciones blockchain en el ámbito agrícola abordadas en los trabajos primarios corresponden a sistemas para la cadena de suministros agrícola así 14 de los 22 trabajos abordan aplicaciones de este tipo, mientras que 6 trabajos están enfocados en soluciones para lograr la trazabilidad de alimentos y los trabajos que restan están enfocados a soluciones para el trading y certificación.

En lo concerniente a tecnologías se pudo visualizar que existe mayor preferencia hacia la plataforma Ethereum al momento del desarrollo de soluciones blockchain. Sin dejar de lado que existen distintas alternativas adicionales como son Hyperledger Fabric, Hyperledger Sawthooth, BigChainDB.

Otro aspecto que se ha considerado esencial tomar en cuenta, es el alcance de los trabajos primarios. De este modo se seleccionaron los trabajos que consistían en el desarrollo integral de una aplicación descentralizada, los cuales constituían un total de 12.

Tabla 2. Trabajos primarios según su alcance

Alcance	Descripción	Artículos
Solución Integral (n=12)	Trabajos en los que se presentan Arquitectura, implementación, ejecución de pruebas de desempeño (Performance).	Caro (Caro et al., 2018), Salah (Salah et al., 2019), Lin (Lin et al., 2019), Malik (Malik et al., 2018), Mao(Mao et al., 2019), Branco(Branco et al., 2019), Huang(Huang et al., 2019), Borrero (Borrero, 2019), Arena(Arena et al., 2019), Baralla(Baralla et al., 2019), Bordel(Bordel et al., 2018),

Fuente: Elaboración propia (2020)

Además, según el análisis de los trabajos relacionados se pudo observar un gran interés por la aplicación de la tecnología blockchain en el sector agrícola, agropecuario y alimentario. La revisión de literatura además permitió establecer una guía para la selección de aspectos relacionados con la tecnología como son las plataformas blockchain en la que la plataforma Ethereum es la más preferida al momento del desarrollo de soluciones enfocadas en la industria agrícola.

Metodología del prototipo

Para el desarrollo del prototipo se propone una metodología fundamentada en 4 fases las cuales pueden ser vistas en la figura 3. Es importante destacar que a modo ilustrativo se ha elegido una industria agrícola específica, no obstante, se debe mencionar que la metodología propuesta se adapta a cualquier otra industria agrícola.

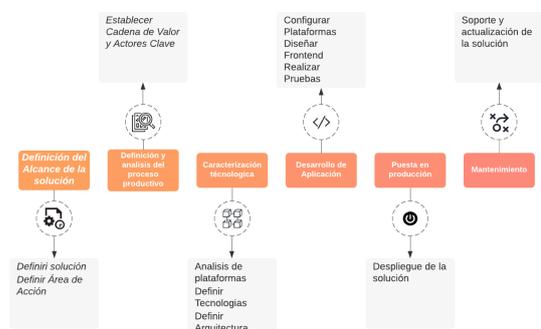


Figura 3 Metodología para el desarrollo de una solución blockchain para el ámbito Agrícola.
Fuente: Elaboración propia (2020)

Es importante añadir que varios autores y organizaciones como por ejemplo GS1 coinciden en la importancia del análisis previo de la cadena de valor de la industria en la que se desea implantar la solución.

La metodología que se propone, aparte de ser fácil de comprender abarca todos los aspectos clave para el desarrollo de una solución en función a las necesidades reales de la industria.

Procedimiento

Presentada la metodología que conducirá el desarrollo del prototipo se describe el proceso seguido en cada fase de forma descriptiva, como previamente se ilustró se ha tomado una industria específica, pero esta puede adaptarse y acoplarse para cualquier otra industria agrícola, agropecuaria y/o alimenticia.

Definición de alcance de la solución

En esta fase entre los factores que se establecen se encuentran el dominio de trabajo y la solución que se desarrollará, de este modo se propone trabajar con la industria cafetalera, una industria con gran impacto a nivel de la provincia de Loja, cuyo café es reconocido a nivel de Ecuador y del extranjero. La solución que se desarrollará es una aplicación para permitir la gestión de la cadena de valor de esta industria y además lograr la transparencia empleando tecnología blockchain.

Definición y análisis del proceso productivo

Una vez establecido el campo de acción en esta etapa se analiza el proceso productivo con el objetivo de definir la cadena de valor, es importante destacar que esto dependería específicamente de la industria y en si del proceso productivo seguido por el actor o actores que forman parte de este. Entre fases genéricas en el ámbito agrícola se encuentran la producción, procesamiento, distribución, comercialización (Viere et al., 2011). Para este proceso se ha revisado y utilizado de varios trabajos que abordan el análisis de la industria, además de contrastar esto mediante en-

tervistas a expertos logrando de este modo definir la cadena de valor y los actores que forman parte de esta, lo cual se encuentra ilustrado en la figura 4, en la que se puede observar la cadena de valor, la información que se genera en cada fase, y los actores que forman parte de esta o realizan el proceso productivo, para de este modo lograr una mejor comprensión de quienes serán parte del proyecto y en si harán uso de la solución. Este análisis previo es de mucha ayuda puesto que , permite conocer de forma precisa la situación real que se da en lo referente al registro de información en cada fase.

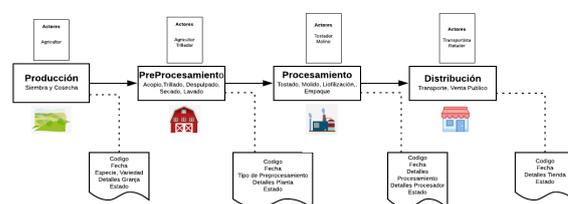


Figura 4. Cadena de valor

Fuente: Elaboración propia (2020)

Análisis tecnológico y definición de arquitectura

Una vez analizado el proceso productivo y definida la cadena de valor con los insumos adicionales, es posible efectuar el análisis tecnológico, es importante destacar que una aplicación descentralizada está conformada de dos componentes principales que son la parte relacionada con la tecnología blockchain y el frontend de la aplicación, es decir, lo que permitirá o hará posible el uso de la aplicación a los actores.

En lo relacionado al análisis de tecnología blockchain se tomó en cuenta la recomendación realizada por Dhillon et al. (2017) y Takyar (2020) que indican varios aspectos para elegir una plataforma Blockchain, en la tabla 3 se presenta las comparaciones realizadas entre las plataformas más empleadas en desarrollo de soluciones para el sector agrícola.

Tabla 3 Comparación de plataformas Blockchain

Característica	Ethereum	Hyperledger Fabric	Hyperledger Sawtooth
Contratos Inteligentes	Si (Solidity)	Si (Java, Golang)	Si (C++, Golang)
Lenguajes Compatibles	Java, Python, Javascript, Go, Rust, .NET, Delphi	Go, Java, Javascript, Python	Go, Java, Javascript, Python, Rust, Swift
Tipo de blockchain	Publica	Consorcio	Consorcio
Escalabilidad	Permitida	Permitida	Permitida

Fuente: Elaboración propia (2020)

Ethereum es la plataforma blockchain que más se adecua para el desarrollo de la solución, puesto que permite escalabilidad a lo largo del tiempo y además de ser un tipo de blockchain pública, lo que es de gran interés al querer buscar la transparencia.

Para la definición del framework a emplearse para el frontend se ha tomado en cuenta una encuesta realizada durante todos los años por la empresa Fluence Labs, en la que destaca React.js como el framework más empleado en el desarrollo de soluciones blockchain, entre algunas de sus cualidades se encuentran la adaptabilidad según el dispositivo desde donde se ingrese a la aplicación. Importante mencionar que las aplicaciones descentralizadas se constituyen en aplicaciones web, sin dejar de lado que los esfuerzos apuntan a habilitar el desarrollo de aplicaciones móviles descentralizadas (Ponomarev, 2020).

(Mosquera & Piedra, 2020) presentan una arquitectura para el desarrollo de una aplicación descentralizada en la industria del café, en la cual los autores emplean Ethereum como plataforma blockchain y react para el desarrollo del frontend de la aplicación, además los autores distinguen las distintas herramientas y servicios empleadas tanto en la fase de desarrollo de la solución como en la etapa de funcionamiento o de producción de la aplicación descentralizada.

Desarrollo de la aplicación

En esta fase se efectúa el desarrollo de la solución, es decir se codifican los contratos inteligentes, además de realizar la configuración de la plataforma blockchain de la cual se hará uso.

Es importante destacar que se empleará un es-

quema de roles para controlar quienes hacen uso de la aplicación, además se busca que la información prevista sea verídica. El contrato Supply-Chain es el contrato que hace posible el registro de la información, este contrato contiene todas las funciones que permiten el registro en la cadena de bloques de la información generada. En esta fase también se realiza el desarrollo del frontend de la solución, el cual se presentará en la sección de resultados. Una vez concluidos estos dos desarrollos se ejecutan pruebas para establecer el correcto funcionamiento de la solución, en caso de presentarse algún fallo es posible de remediarse antes de que la solución este en un ambiente de producción.

Puesta en producción y Mantenimiento

Una vez desarrolladas con éxito las pruebas de la solución se debe desplegar la solución para que esta sea empleada por los actores. Es relevante destacar que esto conllevaría un costo, es decir, al momento de desplegar los contratos inteligentes en la red principal de Ethereum, con fines de simulación se ha hecho uso de redes de prueba mediante las cuales se tiene acceso a un ambiente similar al provisto en la red principal Ethereum, pero con la ventaja que en esta no se incurre en ningún costo de por medio, ya que dichas plataformas proveen de un número de ethers cada cierto tiempo facilitando así el despliegue y operación de los contratos

Finalmente, una vez ya desplegada la solución se debe realizar un mantenimiento a la misma con el objetivo de evitar fallas y vulneraciones. La fase de mantenimiento también da lugar a posibles actualizaciones de los contratos inteligentes según sea la situación de la cadena agrícola.

Resultados

Como resultados de la investigación se logró establecer la solución blockchain que puede observarse en la figura 5 en la que se detalla en el literal a, la consulta de un producto que ha pasado por todas las fases de producción. Mientras que en el literal b se puede observar un producto que está

iniciando el proceso productivo, se debe destacar que esta información visualizada proviene de blockchain, y puede ser consultada además desde EtherScan, el cual es un buscador de transacciones y permite consultar las transacciones que han sido generadas desde una cuenta específica, o las transacciones asociadas a un contrato inteligente específico.

a) Registro de todas las fases realizado



b) En proceso de producción



Fuente: Elaboración propia (2020)

También, se puede destacar que mediante la metodología propuesta en la presente investigación es posible el desarrollo exitoso de soluciones blockchain, porque concentra distintos aspectos generales que hacen posible su adaptación para cualquier industria agrícola, alimenticia, u de otro ámbito, sin distinción de la aplicación que se desee desarrollar.

Conclusiones

Los resultados logrados del desarrollo del prototipo demuestran que es posible la gestión de una cadena de valor Agrícola empleando tecnología blockchain, además de constatar los beneficios que trae consigo la aplicación de esta tecnología en esta industria; entre estos la transparencia e inmutabilidad, por lo que se concluye que la aplicación de la tecnología blockchain en el ámbito Agrícola y especialmente enfocada en la gestión

de cadenas de valor de este sector resulta muy efectivo y beneficioso, al poder lograr descentralizar y transparentar la información que muchos casos reposa en registros físicos, significando esto un gran avance en la digitalización de la información de este sector, lo cual en los últimos años se ha convertido de gran interés para este ámbito.

La integración de tecnología en el campo Agrícola permitiría lograr la transparencia del proceso productivo y así generar mayor confianza en este sector. Existen varias alternativas a nivel tecnológico para implementar soluciones blockchain, sin embargo, es necesario comprender el proceso productivo, y otros aspectos como son la conectividad, cultura, entre otros.

En la situación local y latinoamericana se ha concluido que el principal desafío para implantar una solución basada en blockchain que permita la transparencia y trazabilidad del proceso productivo, sería el compromiso que deben adquirir todos los actores que intervienen en la producción del proceso.

Otro desafío observado en el contexto es la conectividad y acceso a la tecnología de parte de algunos actores al considerar la situación geográfica en la que se encuentran, lo cual ocurre debido a muchos factores.

Existen variedad de plataformas blockchain, sin embargo, Ethereum es la plataforma que presenta mayor madurez y constante evolución; además, de disponer de diversos servicios cloud accesibles, tanto para el establecimiento de un nodo, como para la prueba de contratos inteligentes.

Se recomienda realizar un análisis de las necesidades previas a la selección de la plataforma blockchain, es decir, verificar aspectos relacionados con la confidencialidad que se desea, dispositivos desde los que se van a usar, entre otros, puesto que estos aspectos definirán el tipo de blockchain requerido, compatibilidad con frameworks, los requerimientos a nivel técnico y de infraestructura.

Referencias Bibliográficas

- Arena, A., Bianchini, A., Perazzo, P., Vallati, C., & Dini, G. (2019). BRUSCHETTA: An IoT Blockchain-Based Framework for Certifying Extra Virgin Olive Oil Supply Chain. 173-179. <https://doi.org/10.1109/SMARTCOMP.2019.00049>
- Baralla, G., Pinna, A., & Corrias, G. (2019). Ensure Traceability in European Food Supply Chain by Using a Blockchain System. 2019 IEEE/ACM 2nd International Workshop on Emerging Trends in Software Engineering for Blockchain (WETSEB), 40-47. <https://doi.org/10.1109/WETSEB.2019.00012>
- Borah, M. D., Naik, V. B., Patgiri, R., Bhargav, A., Phukan, B., & Basani, S. G. M. (2020). Supply Chain Management in Agriculture Using Blockchain and IoT. Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8775-3_11
- Bordel, B., Lebigot, P., Alcarria, R., & Robles, T. (2018). Digital Food Product Traceability: Using Blockchain in the International Commerce. The 2018 International Conference on Digital Science, 224-231. https://doi.org/10.1007/978-3-030-02351-5_27
- Borrero, J. D. (2019). Sistema de trazabilidad de la cadena de suministro agroalimentario para cooperativas de frutas y hortalizas basado en la tecnología Blockchain. CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa, 95, 71. <https://doi.org/10.7203/CIRIEC-E.95.13123>
- Branco, F., Moreira, F., Martins, J., Au-Yong-Oliveira, M., & Gonçalves, R. (2019). Conceptual Approach for an Extension to a Mushroom Farm Distributed Process Control System: IoT and Blockchain. World Conference on Information Systems and Technologies, 738-747. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16181-1_69
- Caro, M. P., Ali, M. S., Vecchio, M., & Giaffreda, R. (2018). Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation. 2018 IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture - Tuscany, IOT Tuscany 2018, 1-4. <https://doi.org/10.1109/IOT-TUSCANY.2018.8373021>
- Dhillon, V., Metcalf, D., & Hooper, M. (2017). Blockchain Enabled Applications. Apress. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3081-7>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). E-Agriculture in action: Blockchain for Agriculture. Opportunities and Challenges (G. Sylvester (ed.)). FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). Seguridad alimentaria y nutrición para todos.
- Huang, H., Zhou, X., & Liu, J. (2019). Food Supply Chain Traceability Scheme based on Blockchain and EPC Technology. International Conference on Smart Blockchain, 32-42. https://doi.org/10.1007/978-3-030-34083-4_4
- Laurence, T. (2019). Blockchain for dummies. In Wiley Brand (Vol. 2). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1192/bjp.112.483.211-a>
- Lin, Q., Wang, H., Pei, X., & Wang, J. (2019). Food Safety Traceability System Based on Blockchain and EPCIS. IEEE Access, 7(c), 20698-20707. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2897792>
- Malik, S., Kanhere, S. S., & Jurdak, R. (2018). Product-Chain: Scalable blockchain framework to support provenance in supply chains. NCA 2018 - 2018 IEEE 17th International Symposium on Network Computing and Applications, 1-10. <https://doi.org/10.1109/NCA.2018.8548322>
- Mao, D., Hao, Z., Wang, F., & Li, H. (2019). Novel Automatic Food Trading System Using Consortium Blockchain. Arabian Journal for Science and Engineering, 44(4), 3439-3455. <https://doi.org/10.1007/s13369-018-3537-z>
- Mosquera, J., & Piedra, N. (2020). Marco Metodológico para la integración de la tecnología blockchain en la industria del café. Applications in Software Engineering - Proceedings of the 9th International Conference on Software Process Improvement, CIMPS 2020.
- Okoli, C., & Schabram, K. (2010). A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research. Working Papers on Information Systems, 10(2010). <https://doi.org/10.2139/ssrn.1954824>
- Piedra, N., & Mosquera Arévalo, J. P. (2020). Linked Data and Musical Information to Improvement the Cultural and Heritage Knowledge Management (pp. 141-155). https://doi.org/10.1007/978-3-030-33547-2_12
- Ponomarev, E. (2020). Decentralized Web Developer Report 2020. Medium.
- Prieto, J., & Ferretti, S. (2020). Blockchain and Applications. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-23813-1>
- Salah, K., Nizamuddin, N., Jayaraman, R., & Omar, M. (2019). Blockchain-Based Soybean Traceability in Agricultural Supply Chain. IEEE Access, 7, 73295-73305. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2918000>
- Takyar, A. (2020). Top Blockchain Platforms of 2020.
- Viere, T., von Enden, J., & Schaltegger, S. (2011). Life Cycle and Supply Chain Information in Environmental Management Accounting: A Coffee Case Study. 23-40. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1390-1_2



Instrucciones para autores

La revista electrónica HAMUT'AY es una publicación científica cuatrimestral de la Universidad Alas Peruanas.

Su objetivo es divulgar artículos científicos a texto completo sobre tecnologías y virtualidad en los diferentes ámbitos profesionales y académicos dirigido a toda la comunidad universitaria del nivel de pregrado y posgrado nacional e internacional.

PERIODICIDAD

La revista publica un volumen al año conformado por tres números cuatrimestrales publicados en los meses de abril, agosto y diciembre.

TIPOS DE ARTÍCULOS A PUBLICAR

La revista científica HAMUT'AY acepta dos categorías de artículos a publicar:

- Artículos de investigación científica y tecnológica: (López, 2013, Pubindex, 2010) son investigaciones originales, que presentan resultados de proyectos de investigación académicas y/o tecnológicas concluidas o en proceso.
- Artículo de revisión: (Fernández-Ríos & Buela-Casal 2009) Es la síntesis de estudios bibliográficos de un tema determinado, en el que se analiza, sintetiza y discute la revisión de la literatura y/o análisis de información publicada de una manera integrada.

ESTRUCTURA DE LOS TIPOS DE ARTÍCULOS

Los artículos deberán ser redactados con el software Microsoft Word, siguiendo las normas de estilo APA (American Psychological Association) Sexta edición, como se describe: tamaño de papel A4, con márgenes 2.5 cm.; fuente Times New Román,

tamaño 12 e interlineado a doble espacio.

En el encabezado deberá ir el título del artículo y los nombres completos de los autores, según el orden de participación. Un resumen que no exceda de 250 palabras y como máximo 5 palabras claves

Cada una de las páginas del artículo debe estar numerada consecutivamente.

La fuente de datos para la revisión de la literatura será de fuentes confiables como Scopus, Wos y/o repositorios institucionales, y debe tener, en lo posible, su identificador digital permanente (DOI) y con 5 años de antigüedad como máximo.

COMPOSICIÓN DE LOS TIPOS DE ARTÍCULOS

- Los artículos de investigación científica y tecnológica: (López, 2013; Bobenrieth, 2002) está compuesta por título, autor(es), resumen (abstract), palabras claves (keywords), introducción (antecedentes, objetivos), revisión de la literatura (fundamentos teóricos del estudio) materiales y método (participantes, instrumento, diseño, procedimiento) resultados (interpretación tablas y figuras), discusión y conclusiones, referencias bibliográficas, agradecimientos (opcional) y anexos. Esquema y formato de artículo Científico y/o tecnológico original (EFACYT). 30 páginas y máximo 4 autores.
- Los artículos de revisión: (Fernández-Ríos & Buela-Casal 2009, p.332) están compuestos del título, autor(es), resumen (abstract), palabras claves (keywords), introducción, método (criterios de selección de la literatura) revisión de la literatura (Marco teórico del tema de revisión), conclusiones, (aspectos relevantes de la revisión de la literatura y sugerencias o recomendaciones a futuro) referencias bibliográficas, agra-

decimientos (opcional) y anexos. Esquema y Formato de Artículo de Revisión (EFAR) 25 páginas, hasta tres autores.

ORIGINALIDAD DE LOS MANUSCRITOS

Siendo la originalidad una de las políticas editoriales de la revista Hamut'ay, se realiza de la siguiente manera:

1. Una primera revisión por el comité editorial, de que se cumpla con citar y referenciar todas las fuentes que se mencionan en el manuscrito.
2. Posteriormente, para verificar que no existe plagio se analiza con software especializado de antiplagio, (Turnitin).
3. Una vez realizado el análisis el software arroja un informe, en el que se describe detalladamente, si existe plagio o no, mostrando un porcentaje de 0-100%. Si hubiera plagio indica el porcentaje y las citas y referencias originales de donde se tomaron los contenidos o datos, lo cual se informa al autor en la primera fase del sistema de arbitraje del artículo. Para que realice los cambios que correspondan y pueda continuar con el segundo proceso editorial, que es la revisión a doble ciego.

RESPONSABILIDAD ÉTICA

El autor o autores que envíen sus manuscritos a publicación en la revista Hamut'ay, (COPE, 2011), debe considerar lo siguiente:

1. Garantizar que el artículo es un documento original e inédito y no ha sido publicado, total ni parcialmente, en otra revista y no está siendo considerado simultáneamente para publicación y se compromete a no presentar este trabajo a otra revista para su publicación, hasta recibir la decisión editorial de la Revista Científica Hamut'ay sobre su publicación.
2. Certificar que han contribuido directamente al contenido intelectual del manuscrito, a la génesis y análisis de los datos, haciéndose responsable de éste.
3. Dejar constancia que se ha respetado los crite-

rios éticos en la investigación y el cumplimiento de la obtención del consentimiento informado de los participantes y/o instituciones sujetas a investigación.

4. Garantizar no haber copiado sin citar o referenciar o sin solicitar permiso de otras investigaciones; plagio o autoplagio, ni la creación de datos falsos.

Los cuatro criterios descritos están refrendados por el autor o autores con su firma en la Declaración Jurada de Autoría y Autorización para publicación de trabajo científico en la Revista Hamut'ay, (DEJA), el cual es enviado conjuntamente con el artículo aceptado a publicación.

SISTEMA DE ARBITRAJE DE LOS ARTÍCULOS

Los artículos enviados a la revista Hamut'ay son sometidos a un proceso de evaluación, considerando los estándares y normas establecidos.

Primera fase: El comité editorial verifica el cumplimiento de los siguientes criterios:

1. Los de estructura y de forma según las instrucciones para autores, redactado en el esquema y formato normado por la revista según tipo de artículo (EFACYT o EFAR).
2. Coherencia y claridad en la redacción de contenidos y secuencialidad con lo propuesto en el manuscrito, normas de ortografía, citación adecuada según normas de estilo APA Sexta edición, entre otros aspectos.
3. Se evalúa si cumple con las normas éticas establecidas por la revista.
4. Verificación de originalidad del manuscrito, a través de la revisión de software antiplagio especializado, (Turnitin).

En el caso que el manuscrito en esta primera fase cumpla con los cuatro criterios descritos, este será aceptado para seguir la revisión y evaluación en la segunda fase con los pares evaluadores externos.

Segunda fase: Para la segunda fase la revista cuenta con un staff de pares evaluadores externos a nivel internacional y nacional, con grado académico de magíster y doctor, expertos en el tema a revisar, miembros de grupos de investigación y con experiencia en publicaciones científicas.

La revisión y evaluación de los manuscritos son bajo el sistema a doble ciego, ni los pares revisores ni los autores conocen sus identidades, siendo el proceso el siguiente:

1. Los pares evaluadores determinan el valor del contenido del artículo y sus aspectos metodológicos, evaluando la calidad científica del mismo, para lo cual se le hará entrega de manera anónima los manuscritos al correo asignado por ellos, cuando aceptaron la invitación de formar parte del staff de pares evaluadores de la revista.
2. Para la evaluación y calificación del manuscrito se le entregará el Protocolo de Artículo original (PEAO) o el Protocolo de artículo de revisión (PEAR) incluyendo en el mismo una hoja con sugerencias y/u observaciones a ser levantadas por lo(s) autor(es).
3. Los pares evaluadores emiten uno de los siguientes criterios: No publica, Publica con condición y publica.
4. Si se da el criterio de Publica con condición se remitirá al autor(es) de manera anónima la calificación, para que levante las observaciones, luego éste devolverá al editor el manuscrito corregido, para que se envíe nuevamente al par revisor para su decisión final.
5. En el caso de que un manuscrito tenga la aceptación de un par evaluador y del otro no, para dirimir se remitirá a un tercer evaluador, quien definirá uno de los tres criterios de publicación para la aceptación o rechazo del mismo.

El editor y consejo editorial considerando la calificación de “publica” de los pares evaluadores y luego que el manuscrito cumpla con el objetivo de la revista, se procederá a notificar vía correo electrónico la aceptación a publicación del manuscrito, el cual se envía en su versión final con la corrección de estilo y traducción, para la verificación del au-

tor, quien devolverá a la revista el manuscrito y el consentimiento de publicación firmado (DEJA).

ENVÍO DE MANUSCRITOS

Los autores deberán enviar al Editor jefe de la revista, Dra. Cleofé Alvites Huamaní, el manuscrito a someter a publicación, vía correo electrónico a revistahamutay@uap.edu.pe. Al recibir la misiva se les confirmará la recepción del manuscrito, que también puede realizarse a través de la web de la revista, previa inscripción. La recepción está abierta durante todo el año.

POLÍTICAS DE DERECHOS DE AUTOR

Para preservar los derechos de autor se ha considerado lo siguiente:

1. Los autores conceden el permiso para que su manuscrito al haber sido aceptado a publicación se divulgue en la revista Hamut'ay bajo Licencia Creative Commons Attribution (CC BY:<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).
2. Los autores aceptan que siendo la revista Hamut'ay de acceso abierto al conocimiento científico, comprenden que no se le otorgará regalías ni otra compensación monetaria.
3. Aceptan el permitir la copia y distribución por cualquier medio de su manuscrito, siempre que se mantenga el reconocimiento de los autores y no se realice modificaciones.
4. Los archivos de los manuscritos aceptados o no, no serán compartidos con terceros ni durante ni después de la realización del proceso editorial, excepto se tenga una autorización escrita por el autor.

Los cuatro criterios descritos estarán refrendados por los autores con su firma en la Declaración Jurada de Autoría y Autorización para publicación de trabajo científico en la Revista Hamut'ay, (DEJA), el cual es enviado conjuntamente con el artículo aceptado a publicación y con la licencia Creative Commons Attribution.

Referencias Bibliográficas

Las referencias y citas bibliográficas deberán considerar las Normas de estilo APA, sexta edición.

Libros:

Cabello, R. & Levis, D. (2007), Medios informáticos en la educación a principios del siglo XXI, (pp.107) 1era. Edición. Argentina: Publicaciones Prometeo Libros.

Capítulos de libros:

García, A., Cocero, D., Velázquez, J., Blanco, E., Grande, M., Núñez, M.V. & Tejera, R. (2006) Aplicación de la teledetección a la gestión silvo-pastoral. En Camacho Olmedo, M., Cañete, J. & Lara, J. (ed.) El acceso a la información espacial y las tecnologías geográficas. (pp.831-842). España Granada: Editorial universidad de Granada.

Artículos publicados en revistas:

Padilla, J., Rincón, D., & Buitrago, L. (2015) La investigación formativa desde la teoría de las representaciones sociales en la Facultad de Estudios a Distancia de la Universidad Militar Nueva Granada. Revista Academia y Virtualidad, 8 (1), 21-34.

Artículos publicados en revistas con DOI:

Alcalde-Alvites, M.A. (2016) Software libre enfocados en diversos campos de las ciencias biológicas. Revista Hamut'ay, 3 (1) 59-70. <https://doi.org/10.21503/hamu.v3i1.1000>

Tesis:

Carmona, J. (2012) Aplicaciones de la simulación tridimensional para la detección precoz de consumo de sustancias y violencia escolar en ámbitos educativos entre los años 2011 y 2012. (Tesis doctoral). Universidad de Almería, España.

Tablas:

El título será claro, conciso y descriptivo del contenido de la tabla. Solo la palabra inicial lleva mayúsculas y no se coloca punto al final del título. Véase modelo siguiente:

Tabla X

Proporción de errores en grupos de jóvenes y adultos

Nivel de dificultad	Jóvenes			Adultos		
	n	M(DE)	95% IC	n	M(DE)	95% IC
Bajo	12	.05 (.08)	[.02, .11]	18	.01 (.15)	[.08, .22]
Moderado	15	.05 (.07)	[.02, .10]	12	.17 (.15)	[.08, .28]
Alto	16	.11 (.10)	[.07, .17]	14	.26 (.21)	[.15, .39]

Nota: IC = Intervalo de confianza

Fuente: APA (2010, p.157)

Figuras:

Son gráficas, fotografías, diagramas y dibujos en formato JPG de calidad alta. El título será breve y conciso. Véase el siguiente ejemplo.



Figura X.

Proporción de errores en grupos de jóvenes y adultos (De acuerdo con Baron & Kenny, 1996) Adaptado de "Preschool Home Literacy Practices and Children's Literacy Department: A Longitudinal Analysis" por M. Hood, E. Conlon & G. Andrews, 2008, Journal of Education Psychology, 100, p.259. Copyright 2008 por la American Psychological Association.

Fuente: APA (2010, p.170)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APA - American Psychological Association (2010). Manual de Publicaciones de la American Psychological Association. (3ra. Ed.) México: El Manual Moderno.

Bobenrieth, M. (2002) Normas para revisión de artículos originales en Ciencias de la Salud. Revista Internacional de Psicología Clínica y de la Salud, 2 (4) 509-523.

COPE (2011) Code of conduct and best practice guidelines

for journal editor. Committee on publication ethics-COPE. Version 4, Publicationethics.org.

Fernandez-Ríos, L. & Buela-Casal, G. (2009) Standards for the preparation and writin of Psychology review articles. *Revista International Journal of Clinical and Health Psychology*, 9 (2) 329-344

López, S. (2013) El proceso de escritura y publicación de un artículo científico. *Revista Electrónica Educare*, 17 (1), 5-27. Recuperado de <http://www.revistas.una.ac.cr/index>.