



tic

Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC

Ed. 27_Vol.7_nº4
Diciembre'18_Marzo'19

Publicación trimestral
ISSN: 2254-3376



3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC.

Periodicidad trimestral. *Quarterly periodicity.*

Edición 27. Volumen 7, Número 4 (Diciembre'18 - Marzo'19). *Edition 27. Volume 7, Issue 4 (December'18 - March'19).*

Tirada nacional e internacional. *National and international circulation.*

Artículos revisados por el método de evaluación de pares de doble ciego. *Articles reviewed by the double blind peer evaluation method.*

ISSN: 2254-3376

Nº de Depósito Legal: A 268 – 2012

DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2018.62>

Edita:

Área de Innovación y Desarrollo, S.L.

C/ Els Alzamora 17, Alcoy, Alicante (España)

Tel: 965030572

info@3ciencias.com – www.3ciencias.com

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos citando la fuente y el autor. *This publication may be reproduced by mentioning the source and the authors.*

Copyright © Área de Innovación y Desarrollo, S.L.





OBJETIVO EDITORIAL

La Editorial científica 3Ciencias pretende transmitir a la sociedad ideas y proyectos innovadores, plasmados, o bien en artículos originales sometidos a revisión por expertos, o bien en los libros publicados con la más alta calidad científica y técnica.

NUESTRO PÚBLICO

- Personal investigador.
- Doctorandos.
- Profesores de universidad.
- Oficinas de transferencia de resultados de investigación (OTRI).
- Empresas que desarrollan labor investigadora y quieran publicar alguno de sus estudios.

COBERTURA TEMÁTICA

3C TIC es una revista de carácter científico-social en la que se difunden trabajos originales que tratan sobre la aplicación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y las Telecomunicaciones a la Sociedad, la Educación y la Gestión Empresarial.

INFORMACIÓN PARA AUTORES

Toda la información sobre el envío de originales se puede encontrar en el siguiente enlace:
<http://www.3ciencias.com/normas-de-publicacion/instrucciones-para-el-envio-de-articulos/>

PUBLISHING GOAL

3Ciencias wants to transmit to society innovative projects and ideas. This goal is reached thought the publication of original articles which are subdue to peer review or thorough the publication of scientific books.

OUR TARGET

- Research staff.
- PhD students.
- Professors.
- Research Results Transfer Office.
- Companies that develop research and want to publish some of their works.

TEMATIC COVERAGE

3C TIC is a scientific-social journal that spreads original works related with the application of Information and Communication Technologies (ICT) and Telecommunications to Society, Education and Business Management.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

All information about sending originals can be found at the following link:

<https://www.3ciencias.com/en/regulations/instructions/>

INDIZADO POR INDEXED BY

Plataforma de evaluación de revistas



Bases de datos internacionales selectivas



Directorios selectivos



Hemerotecas selectivas



Buscadores de literatura científica en acceso abierto



/SUMARIO/

Los sistemas de información geográfica: una herramienta tecnológica para identificar la pobreza

Geographic information systems: a technological tool to identify poverty

Marta C. Pacoret Rodríguez

10

Algoritmo de booth-karatsuba en operaciones aditivas

Booth-karatsuba algorithm additive operations

Jesús Ayuso Pérez

30

Evaluación de la eficiencia de un sistema de control biométrico basado en la norma ISO/IEC 9126-2 y 9126-3

Evaluation of the efficiency of a biometric control system based on ISO/IEC 9126-2 and 9126-3

Susana Gabriela Patiño Rosado y Erika Paola Reina Guaña

60

Educación continua, gestor del aprendizaje y conocimiento en la educación superior

Continuing education, manager of learning and knowledge in higher education

Carlos Fernando Meléndez Tamayo y Luis Danilo Flores Rivera

76

Exelearning: Recurso digital de una estrategia didáctica de enseñanza-aprendizaje de matemática

exelearning: Digital resource of a didactic teaching strategy math learning

Verónica Yáñez Ortiz y Manuel Nevárez Toledo

98

/01/

LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: UNA HERRAMIENTA TECNOLÓGICA PARA IDENTIFICAR LA POBREZA

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS: A TECHNOLOGICAL TOOL TO IDENTIFY POVERTY

Marta C. Pacoret Rodríguez

Ingeniera Civil. Postbaccalaureate in GIS. Analista GIS. Institute for Conscious Global change (ICGC). Nueva York (Estados Unidos). E-mail: mpacoret@icgc.ngo

Recepción: 28/03/2018. Aceptación: 03/09/2018. Publicación: 28/12/2018

Citación sugerida:

Pacoret Rodríguez, M. C. (2018). Los sistemas de información geográfica: una herramienta tecnológica para identificar la pobreza 3C TIC. *Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 7(4), pp.10-29. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2018.62.10-29>

RESUMEN

Este artículo pretende mostrar los resultados del proyecto piloto llevado a cabo por la ONG *Institute for Conscious Global Change*, y cuyo objetivo era analizar las dimensiones de la pobreza en el distrito neoyorquino de Queens.

Para ello, usando la tecnología de un Sistema de Información Geográfica (SIG), se elaboraron una serie de mapas que permitieron identificar la localización de las comunidades afectadas por la pobreza.

Posteriormente, mediante el Geodiseño, se propusieron qué medidas se podrían implantar en las áreas analizadas, para mejorar las condiciones de vida.

ABSTRACT

This article aims to present the results of a pilot project conducted by the international NGO Institute for Conscious Global Change , in which they analyzed the poverty dimensions in the New York City district of Queens.

By using Geographic Information Systems (GIS) technology, a series of maps were created to identify the location of the communities affected by poverty.

Finally, with the Geodesign it could be proposed the services that might be necessary to improve the living conditions in the areas previously analyzed.

PALABRAS CLAVE

Sistemas de Información Geográfica (SIG), Geodiseño, Agenda 2030 ONU, datos abiertos, pobreza.

KEY WORDS

Geographic Information Systems (GIS), Geodesign, UN 2030 Agenda, open data, poverty.

1. INTRODUCCIÓN

En el año 2016, el *Institute for Conscious Global Change (ICGC)*, una organización internacional sin ánimo de lucro, con base en la ciudad Nueva York, y con estatus especial consultivo del “Consejo Económico y Social” (ECOSOC, por sus siglas en inglés) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), puso en marcha un proyecto denominado “The Millenium Earth Project” (*The MEP Proposal*, 2015).

El proyecto fue creado con la finalidad de ayudar a países en vías de desarrollo en la erradicación de la pobreza -el primero de los objetivos marcados por la ONU en su Agenda de 2030- mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica (De Lázaro y Torres, y González González, 2005) (SIG, o GIS por sus siglas en inglés) y el Geodiseño (Abukhater y Walker, 2010).

Desde el ICGC se observó que uno de los mayores problemas con los que cualquier gobierno se encontraba a la hora de aplicar los programas de reducción de la pobreza, era el cómo y dónde aplicar dichos programas. En este sentido, fue cuando se decidió apostar por la tecnología SIG - para determinar el *dynde-* y el Geodiseño -para el *cymo*.

Dado que los SIG combinan entidades geográficas con datos, esto les permite localizar geográficamente un determinado fenómeno, convirtiendo esta herramienta en un elemento de gran utilidad en la identificación de la pobreza (Thongdara, Samarakoon, Shrestha y Ranamukhaarachchi, 2012). Una vez que sabemos dónde actuar, es cuando interviene el Geodiseño. Esta tecnología, de gran utilidad en el desarrollo de las comunidades (De Oliveira Monteiro, Mourão Moura, Marques Zyngier, Sousa Sena y Lisboa de Paula, 2018), engloba el conjunto de técnicas que se emplean para crear o redefinir los servicios necesarios en una zona determinada, con la participación de gobiernos y ciudadanos, teniendo en cuenta la repercusión medioambiental.

Establecidas las herramientas principales de trabajo, el ICGC decidió evaluar la viabilidad del MEP, para lo que puso en marcha un proyecto piloto. El objetivo de este proyecto era el de definir una metodología de trabajo y analizar las dificultades y limitaciones del proceso, al mismo tiempo que mostrarse las capacidades de la tecnología SIG y el Geodiseño, en el desarrollo de las comunidades.

El área geográfica que se eligió para poner en práctica dicho proyecto piloto, fue el distrito de Queens, en la ciudad de Nueva York, por ser el distrito, de los cinco que componen la ciudad, donde se venía observando un mayor incremento de la pobreza.

Para localizar qué zonas del distrito eran las más desfavorecidas, se creó un SIG que consistió en un modelo en el que se combinaron datos socioeconómicos -como género, nivel educativo, franja de edad- y entidades geográficas.

Los datos con los que se trabajaron fueron datos abiertos, proporcionados por el U.S. Census Bureau y del NYC Opendata. En cuanto a las entidades geográficas usadas, fueron los distritos postales, por ser estas las zonas que ambos organismos públicos utilizan para agregar los datos. Los datos se añadieron en diferentes niveles y capas, permitieron crear, una serie de mapas, en los que se clasificaron las zonas del distrito, en función del porcentaje de pobreza, pobreza infantil o pobreza en la tercera edad, entre otros. Para ello, se empleó el software “ArcGIS for Desktop (V10.3)” y ArcGIS Online, ambos de la empresa ESRI (*Environmental Systems Research Institute*).

Gracias a este tipo de análisis de la pobreza mediante un SIG, la identificación del fenómeno y sus factores de riesgo fueron más fáciles de identificar.

La fase final del proyecto consistió en la presentación de varias propuestas destinadas a actuar frente a la pobreza, en las zonas afectadas. Para ello, se plantearon una serie de medidas que fuesen capaces, de, por un lado, ayudar económicamente a los grupos sociales más desfavorecidos, y por otro, intervenir en el diseño de los servicios capaces de mejorar las condiciones de vida. En este proceso, se tuvo en cuenta en todo momento, la participación ciudadana, como pilar fundamental, al ser estas las conocedoras, en primera persona, de los problemas que afectan a la propia comunidad. En otras palabras, el Geodiseño jugó un papel fundamental en el cómo atajar los problemas que generan la pobreza.

2. MARCO DE REFERENCIA

En septiembre de 2015, durante la *Cumbre para el Desarrollo Sostenible* celebrada en Nueva York, los estados miembros de la Organización de las Naciones Unidas aprobaron por unanimidad la *Agenda de 2030 para el Desarrollo Sostenible*, un plan de acción que incluía un conjunto de objetivos que, en sus propias palabras tenían como meta “erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos”, antes de los siguientes 15 años.

En total se establecieron un total de 17 objetivos, llamados los “Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)”, de entre los cuales, se encontraba, como número uno, “El fin de la pobreza”.

Utilizando estos objetivos como marco de referencia, y sobre la idea central de erradicar la pobreza y mejorar las condiciones de vida del planeta, el *Institute for Conscious Global Change* adoptó los Sistemas de Información Geográfica y el Geodiseño como la tecnología que le ayudaría a desarrollar un proyecto, que fuese capaz de analizar la pobreza desde un enfoque local, y a partir de ahí, trabajar en el diseño del lugar en el que viven las comunidades con estos problemas.

3. THE MILLENIUM EARTH PROJECT: PROYECTO PILOTO

Dado el amplio alcance del MEP- pensado para ayudar a países enteros a alcanzar los 17 ODS- el ICGC vio la necesidad de desarrollar previamente un proyecto piloto a menor escala, que sirviese como una primera experiencia para evaluar su utilidad.

Mediante este piloto, se pudieron aplicar las estrategias definidas en el MEP, analizando los problemas que surgieran en su desarrollo y redefiniendo aquellos aspectos que no funcionaran.

A través del trabajo realizado y de los resultados obtenidos, la organización tiene un marco referencia que muestra la utilidad de su proyecto como instrumento en la implantación de la Agenda del 2030, y que pueda mostrar su estrategia en la erradicación de la pobreza.

El proyecto piloto se desarrolló durante tres meses – de Junio a Agosto de 2016- en el distrito de Queens, en la ciudad de Nueva York.

De los cinco distritos que conforman la ciudad de Nueva York – Manhattan, Brooklyn, Queens, Staten Island y Bronx- Queens es el que presenta una población más diversa, en términos de perfil demográfico y donde se venía observando un mayor incremento de la pobreza, de acuerdo al informe *The CEO Poverty Measure, 2005 – 2012. An Annual Report from the Office of the NYC Mayor* (2014). De ahí, que se eligiera esta zona para llevar a cabo el piloto.

En cuanto al nivel geográfico considerado, los datos se analizaron en cada distrito postal (“ZIP Code Tabulation Areas”). Este tipo de entidad geográfica puede que parezca extraño como unidad de estudio, si lo comparamos con otras – por ejemplo los barrios (*neighborhoods*), pero tiene una explicación lógica: los distritos postales, a diferencia de los barrios, son áreas cuyos límites geográficos están perfectamente definidos y delimitados. Los barrios no sólo tienen límites variables en el tiempo, sino también dudosos.

A partir de ahí, y teniendo en cuenta que 3 meses es un periodo muy corto de tiempo para analizar los datos relativos a los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, se optó por la puesta en práctica únicamente del primero de los mismos “*Fin de la Pobreza*”, al considerarse el más inclusivo y de mayor transcendencia.

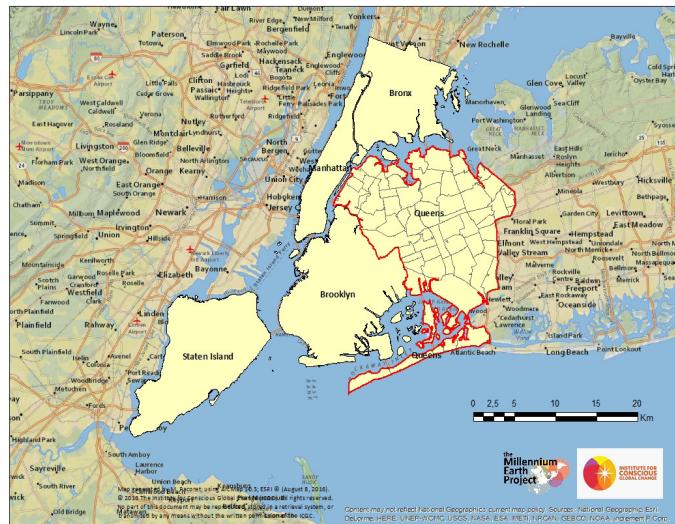


Gráfico 1. Distritos de la ciudad de Nueva York.

Fuente: ArcGIS online data (2016).

Elaboración: la autora con ArcGIS online [ESRI] (2016).

4. ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA POBREZA

A raíz de la aprobación de la Agenda de 2030, diferentes organismos que forman parte de la estructura de la ONU, han trabajado en diferentes guías cuya función es la de asesorar y ayudar a los estados miembros y organizaciones civiles en la implantación de dicha agenda.

Entre estos organismos se encuentra el “*Comitū de Expertos sobre la Gestión Mundial de la Información Geoespacial de las Naciones Unidas*” (UN-GGIM por sus siglas en inglés), quien a través del *Informe del Grupo Interinstitucional y de Expertos sobre los Indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible* (p.17-18, 2016), recomienda que para el estudio de la pobreza se analicen los siguientes indicadores:

- Porcentaje de la población que se encuentra por debajo del umbral de la pobreza
- Porcentaje de la población que se encuentra por debajo del umbral de pobreza, por edad y sexo.

Para el estudio de estos indicadores, comenzamos definiendo cuándo se considera que una persona es pobre. De acuerdo con el *U.S. Census Bureau* -agencia encargada de obtener y procesar los datos socioeconómicos referentes a población estadounidense- el *umbral de pobreza* se establece en función de los ingresos de las familias, y de la edad y número de miembros de las mismas, como se puede observar en el gráfico 2, a continuación.

Size of Family Unit	Estimated Threshold
1 person (unrelated individual).....	\$12,085
Under 65 years	12,331
65 years and over	11,367
2 people	\$15,397
Householder under 65 years	15,953
Householder 65 years and over	14,343
3 people	\$18,872
4 people	24,259
5 people	28,729
6 people	32,512
7 people	36,971
8 people	41,017
9 people or more	49,079

Gráfico 2. Estimación del umbral de pobreza en EE.UU. en el año 2015.

Fuente: U.S. Department of Commerce. Bureau of the Census (2015). En: <http://www.census.gov/data/tables/time-series/demo/income-poverty/historical-poverty-thresholds.html>

Tomando como referencia estos valores y los datos de nivel de ingresos medios y composición de las familias americanas y en la ciudad de Nueva York, se creó un mapa coroplético (Calvo Palacios y Pueyo Campos, 2008), del distrito de Queens, que ayudase a localizar dónde se encontraban las familias que vivían bajo el umbral de la pobreza (Gráfico 3).

Los datos para la elaboración del mapa se extrajeron de las bases de datos del U.S. Census Bureau, así como del NYC OpenData, una institución que recopila los datos abiertos de todas las agencias de la ciudad de Nueva York.

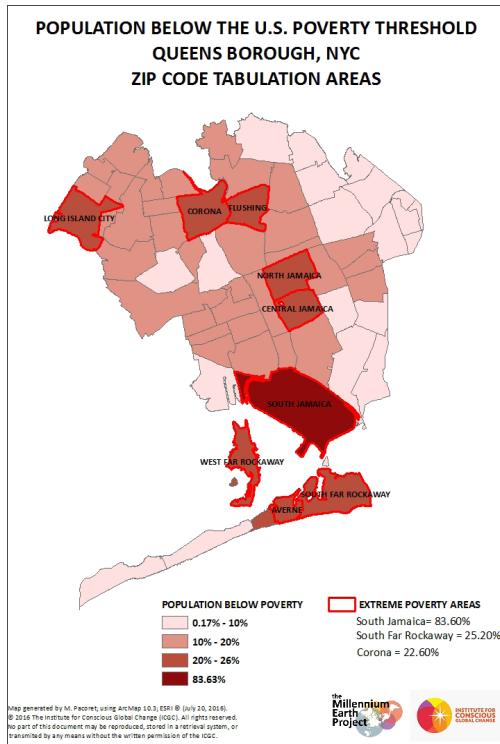


Gráfico 3. Clasificación de la población bajo el umbral de la pobreza en el distrito de Queens (Nueva York).

Fuente: NYC Open Data, U.S. Census Bureau (2016).

Elaboración: la autora.

En el mapa se dibuja, en un gradiente de colores, los distritos postales de Queens, clasificados de acuerdo a los porcentajes de población que se encuentra por debajo del umbral de la pobreza. Para facilitar su análisis, los colores más oscuros se asignaron a los distritos con mayor índice de población pobre, mientras que los más claros fueron para aquellos con menor número de pobres.

Siguiendo con las recomendaciones del Comité UN-GGIM, se mapearon a continuación los datos correspondientes a la pobreza infantil y pobreza entre la tercera edad, utilizando de nuevo los datos del US Census Bureau y del NYC OpenData.

Los mapas resultantes se incluyen en los Gráficos 4 y 5, respectivamente. En ambos casos, se utilizaron círculos proporcionales para el mostrar los resultados. Así, los círculos de mayor diámetro se corresponden con las zonas donde el porcentaje de población infantil y de la tercera edad es mayor.

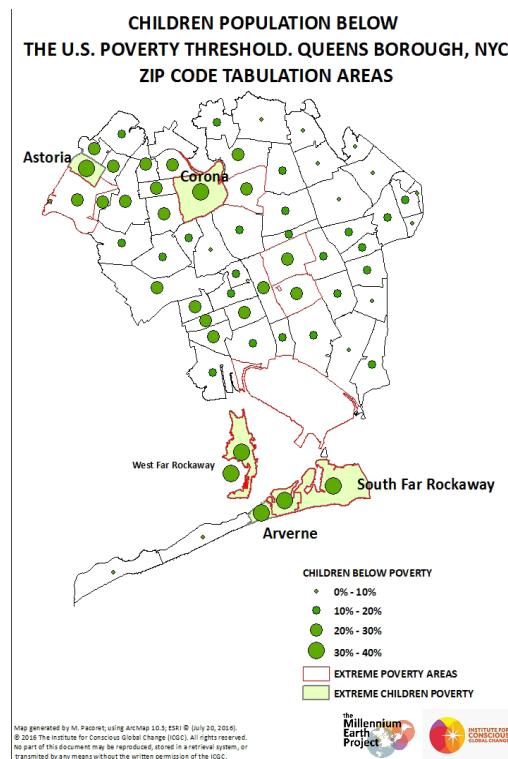


Gráfico 4. Clasificación de la población infantil bajo el umbral de la pobreza en el distrito de Queens (Nueva York).

Fuente: NYC Open Data, U.S. Census Bureau (2016).

Elaboración: la autora.

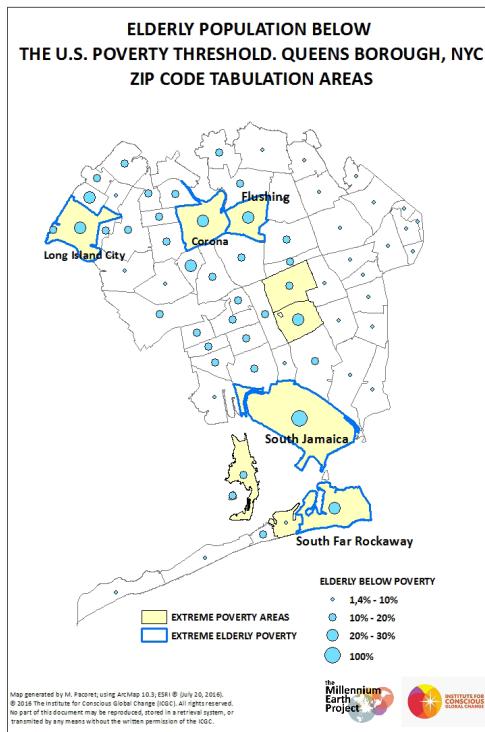


Gráfico 5. Clasificación de la población mayor de 65 años que se encuentra bajo el umbral de la pobreza en el distrito de Queens (Nueva York).

Fuente: NYC Open Data, U.S. Census Bureau (2016).

Elaboración: la autora.

Finalmente, se analizó la brecha entre mujeres y hombres, en términos de pobreza, a partir de los datos del nivel de ingresos medios por sexo, que nos proporcionó el U.S. Census Bureau y el NYC OpenData.

El resultado se muestra en el mapa coroplético del gráfico 6, donde los colores más oscuros se emplearon para identificar los distritos postales donde la diferencia entre mujeres y hombres pobres es mayor, disminuyendo el gradiente de color a medida que esta brecha se reduce.

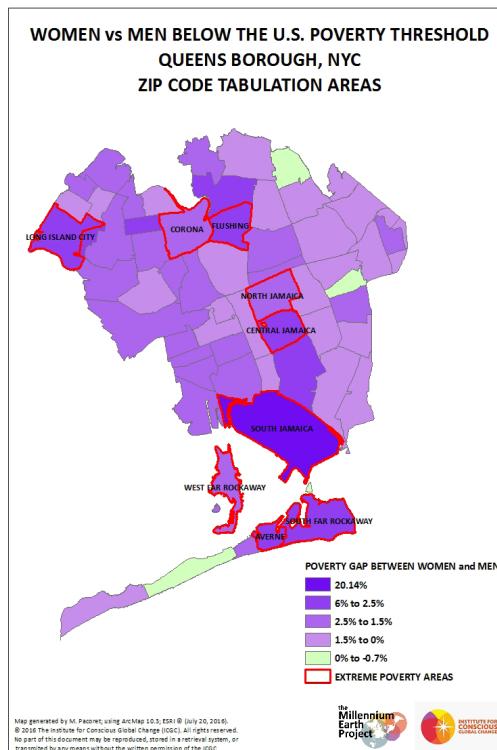


Gráfico 6. Clasificación de la brecha de pobreza entre hombres y mujeres en el distrito de Queens (Nueva York).

Fuente: NYC Open Data, U.S. Census Bureau (2016).

Elaboración: la autora.

5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los mapas que se elaboraron nos ayudaron a identificar con gran precisión las zonas de Queens dónde se localizaba la pobreza en Queens, teniendo en cuenta diversos factores de tipo socioeconómico. Pero no solo eso, sino que al combinar la información de esos mapas el análisis fue un poco más profundo.

Así, por ejemplo, el primer mapa (gráfico 3), de forma aislada, solo sirvió para localizar las áreas donde había mayores porcentajes de población bajo el umbral de la pobreza. Pero al combinarlo

con el mapa del Gráfico 4 y 5, se pudo observar que estas mismas zonas resultaron ser también las áreas donde se concentraba el mayor porcentaje de niños y personas de la tercera edad pobres, y donde se daba una mayor diferencia entre el porcentaje de mujeres y hombres pobres. Es decir, en aquellas zonas con mayor índice de pobreza, el fenómeno es transversal a cualquier de los grupos sociales tradicionalmente más desfavorecidos (como niños, tercera edad o mujeres).

Aunque los mapas elaborados hasta ese momento, analizaban los indicadores recomendados por el comité UN-GGIM, desde el ICGC se pensó que la pobreza era un problema más complejo, y que este estudio no era suficiente. Por ello, a partir de esta idea, se decidieron estudiar otros factores, que a nuestro entender, estaban íntimamente relacionados, tanto con la existencia de pobreza en las comunidades, como con otros ODS. Estos factores fueron:

- Los grupos étnicos
- El nivel de educación alcanzado
- El nivel de desempleo
- Las personas que, aun teniendo trabajo, continúan en la pobreza
- La distribución y capacidad de los centros educativos

Mediante el estudio de estos factores, que se plasmaron en nuevos mapas –que pueden ser consultados en los informes de resultados *ICGC Summer Pilot Summary* y *ICGC Summer Indicator Pilot*, en la web del ICGC -, pudimos ir más allá, analizando por qué ese problema ocurría ahí, y no en otros lugares.

Así pues, se descubrió que en las zonas de mayor pobreza, se concentran grandes bolsas de población de origen latino y afroamericano, y que es a ellos a quién más afecta este problema.

Con respecto a los niveles de desempleo, los mapas revelaron que en algunas de estas zonas, los niveles de desempleo, curiosamente, no eran de los más elevados en Queens. Sin embargo, en estas zonas lo que dominaban eran empleos de baja cualificación con salarios precarios, lo que hacía que la población empleada, continuara bajo el umbral de la pobreza.

Finalmente, se analizó el nivel educativo de la población. Como era de esperar, se concluyó que a mayor nivel educativo alcanzado, menor porcentaje de pobreza. Pero, al cruzar estos datos con la localización y capacidad de los centros educativos, se averiguó que la distribución de los centros

educativos es acorde al nivel de pobreza y de nivel de estudios. En otras palabras, en algunas de las zonas de mayor pobreza no había ningún centro educativo -a pesar incluso de contar con una alta densidad de población infantil- lo cual hacía lógico relacionar ambos factores. Este es el caso del distrito de Corona, donde tal y como puede observarse en el mapa del gráfico 7, no existe ninguna escuela, a pesar de que se trata de una de las zonas de Queens donde la densidad de población infantil se encuentra entre las más elevadas.

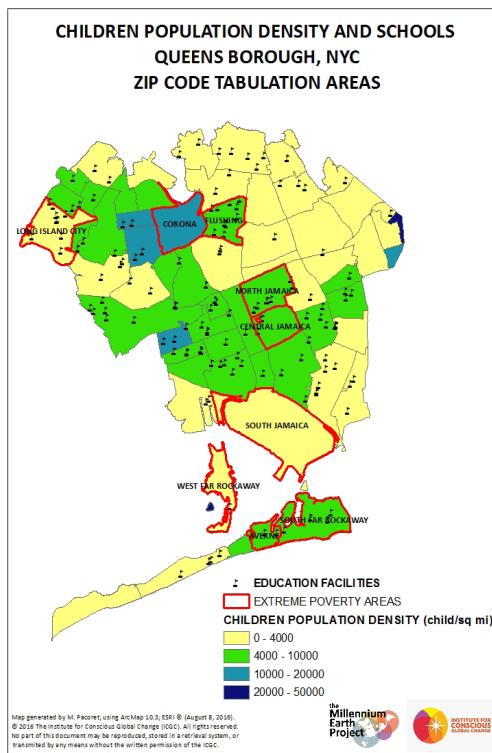


Gráfico 7. Densidad de población infantil y mapa de escuelas primarias en el distrito de Queens (Nueva York).

Fuente: NYC Open Data, U.S. Census Bureau (2016).

Elaboración: la autora.

Como actuación adicional, se realizó una visita a la zona en donde exploramos el área *in situ* y nos entrevistamos con líderes políticos y representantes de las comunidades. Estas visitas sirvieron para contrastar la información que nos habían revelado los mapas (alta presencia de población infantil y

de minorías étnicas, falta de centros de trabajo con empleos de mayor cualificación), pero además nos dieron una idea de cómo estaban conformados físicamente los barrios. En las zonas de mayor pobreza, había un alto número de viviendas sociales, y la red de metro (que en NYC goza de una buena reputación, comparativamente con otras ciudades del país) no solo era insuficiente para la alta densidad de población de la zona, sino que además de peor calidad que en otras zonas de la ciudad: a medida que nos alejábamos de Manhattan y de la parte Oeste de Queens, la velocidad de los trenes disminuía y la frecuencia era mucho menor. Asimismo, la red carecía de líneas que comunicaban el Norte y Sur de Queens, es decir, que la comunicación hacia otros distritos era buena, pero no entre el propio distrito.

Otro de los aspectos que nos llamaron la atención fue la escasez de zonas verdes y espacios de ocio en estas zonas.

6. MEDIDAS CORRECTORAS. RECOMENDACIONES PARA ALCANZAR LOS ODS DE LA AGENDA DE 2030 DE LA ONU

Una vez concluido el estudio, y basándonos en los principios fundamentales de la organización, se propuso como primera medida la involucración de las comunidades en los procesos participativos que afectan a su propio entorno.

Para ello, comenzamos celebrando reuniones con el Departamento de Relaciones Internacionales del Ayuntamiento de Nueva York - oficina encargada de la implementación de la Agenda de 2030 en la ciudad-, con la oficina del Presidente del distrito de Queens, con la oficina del Senador del estado Nueva York por Queens y con la Oficina del Comité de GGIM de la ONU. Durante estos encuentros, además de exponerse los resultados del estudio realizado, se solicitó la colaboración de las instituciones para trabajar conjuntamente con las comunidades de ciudadanos, y hacerlas partícipes del propio proyecto.

Desde esta perspectiva, el ICCG organizó talleres en los centros comunitarios y escuelas de verano de la zona, con varios objetivos:

- Dar a conocer la Agenda 2030 de la ONU y los ODS.

- Mostrar en qué consiste la tecnología GIS y el Geodiseño, y cómo ambas pueden ayudar en el desarrollo de las comunidades y la erradicación de la pobreza.
- Enseñar a la población a interpretar los mapas de datos, mostrando su utilidad a la hora de conocer los problemas de cada comunidad.
- Definir qué datos son importantes para analizar la situación real de cada comunidad, en términos de pobreza.
- Involucrar a la población directamente en el proceso de re-diseño del espacio en que viven.

Paralelamente, se presentó, ante el Presidente del distrito, una batería de acciones a llevar a cabo en las zonas más afectadas por la pobreza, que fueron las siguientes:

- Cualquier medida que se llevase a cabo debía ser implementada, en primer lugar, en las zonas de mayor pobreza, empezando por Jamaica, Rockaway y Corona, y seguidas de Long Island City, Arverne y Flushing.
- Con respecto a las zonas en donde la pobreza afectaba especialmente a las mujeres y minorías étnicas, se propuso que las empresas que contratasen mujeres y personas de grupos étnicos desfavorecidos, tuvieran una reducción en el pago de tasas para fomentar su participación en el mercado laboral. Asimismo, en el caso de las mujeres, se propuso que el distrito en conjunto con el estado, pagasen las bajas maternales a las mujeres durante un periodo de al menos 2 meses y medio (en el estado de Nueva York las bajas maternales no están remuneradas).
- Para reducir la pobreza infantil y en la tercera edad, se pensó en distribuir cupones de comida entre las familias que se encontrasen en esta situación, además de ayudas para el pago de medicinas, y asistencia sanitaria.
- Considerando que en algunas zonas la población con trabajo, continua en la pobreza debido a que su falta de formación no les permite acceder a trabajos más cualificados, se propuso llevar a cabo programas gratuitos de formación para la población adulta en nuevas tecnologías y profesiones acordes al mercado laboral actual.

- En el caso de la zona de Corona, se propuso la construcción de dos centros educativos de enseñanza primaria, dado que la densidad de población infantil entre 3 y 12 años en esa zona se encuentra entre las mayores de la ciudad, pero sorprendentemente no existe ningún colegio en la zona.

Tal y como revela el informe “*How much could policy changes reduce poverty in New York City?*” (Giannarelli, Wheaton y Morton, 2016), algunas de estas medidas, como los cupones de comida o las ayudas económicas para la asistencia sanitaria de niños, ya estaban siendo llevadas a cabo en la ciudad de Nueva York, con bastante éxito. Según este informe, lo que realmente conseguía reducir la pobreza, no era la aplicación de estas medidas en sí, sino la combinación de varias de ellas, entre las que figuraban, además de las anteriores, ayudas para el pago del alquiler, la garantía de una renta mínima, exenciones fiscales para personas mayores o con discapacidad, entre otras. Pero, la utilidad fundamental de nuestro estudio, fue que pudo revelar con mayor nivel de detalle, cuales eran las zonas del distrito de Queens donde era prioritario la implantación de las medidas, dónde se encontraban las comunidades que necesitaban con mayor urgencia la ayuda gubernamental.

Asimismo, también se observó que todas las medidas aplicadas, hasta el momento, con objeto de mitigar la pobreza en la ciudad de Nueva York, iban encaminadas a ayudas económicas - tales como ayuda al alquiler, descuentos fiscales, salarios mínimos- pero ninguna hacía referencia a programas educativos, o de formación para el empleo, por ejemplo. Y por supuesto, nunca hasta el momento, se había propuesto la participación ciudadana como una medida a considerar en la identificación y reducción de la pobreza, y en la mejora de los espacios habitados por las comunidades.

Como resultado de estos procesos participativos, y a través de programas de visualización en 3D, se propuso el rediseño de la zona este del barrio de Flushing. Esta zona fue tomada como muestra, por sus altos porcentajes de pobreza, y por el deterioro de sus infraestructuras, a pesar de ser el cuarto mayor centro económico de la ciudad de Nueva York. En este proceso de modelización del barrio, fueron las comunidades, los propios habitantes de la zona, los que manifestaron sus ideas acerca de cómo les gustaría que fuese su barrio, qué déficits – según ellos- tenían o qué puntos positivos destacaban. En concreto, a través de esta modelización en 3D se propuso la construcción de nuevos centros educativos, una biblioteca, más áreas verdes y de ocio, además de la peatonalización de las zonas anexas a un centro comercial existente en la zona.

Finalmente, y como última medida, se incidió en la importancia de definir con qué periodicidad se

iban a revisar las medidas que se implantasen, así como su eficacia a lo largo del tiempo.

7. CONCLUSIONES

El desarrollo de un proyecto piloto permitió a la organización tener una primera experiencia previa a la puesta en marcha del *Millenium Earth Project*. El trabajo realizado y los resultados obtenidos, servirán para mostrar el gran potencial del proyecto en la implementación de la Agenda para el 2030 de la ONU. Los diferentes gobiernos a los que se presente podrán conocer la utilidad del MEP en la mejora y desarrollo de sus comunidades.

Teniendo en cuenta que el proyecto está pensado para su puesta en marcha en cualquier lugar del planeta (ya sea un país al completo, regiones más pequeñas, o tan solo una comunidad), éste contempla como primer paso una evaluación inicial de la situación del lugar en donde se vaya a desarrollar. En este aspecto se considerará:

- Cómo está el país implementando la Agenda de 2030
- Cuáles son los ODS prioritarios para el país
- Cuál es la capacidad técnica, material y económica de los organismos y agencias de Información Geoespacial con los que cuenta el país
- Cuáles son los datos disponibles con los que se cuentan

En referencia a este último aspecto, y teniendo en cuenta que son los países en vías de desarrollo los mayores beneficiarios de un plan de estas características, el ICGC está trabajando en el desarrollo de una base de datos propia que pueda ser usada para la recogida de datos “in situ”, dado que en muchas ocasiones no existen suficientes datos disponibles. Es en este punto, donde las comunidades jugarán un papel esencial, al ser ellas las que dirigidas por equipos de técnicos realicen la recogida de datos que, posteriormente se procesarán y utilizarán en el análisis de la zona a estudiar.

Actualmente, el ICGC se encuentra en conversaciones con los gobiernos de Nigeria y Haití para poner en marcha el proyecto en estos países.

8. REFERENCIAS

- Abukhater, A. y Walker, D. (2010). *Making Smart Growth Smarter with GeoDesign*. [Consultado: 12 de septiembre de 2018]. Recuperado de: <https://www.directionsmag.com/article/2137>
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda de 2030 para el Desarrollo Sostenible*. [Consultado: 12 de septiembre de 2018]. Recuperado de: <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/70/1>
- Calvo Palacios, J. L. y Pueyo Campos, A. (2008). *Mapas Coropléticos e Isopléticos y Cartografía de Potenciales de Población*. [Consultado: 12 de septiembre de 2018]. Recuperado de: <file:///C:/Users/user/Desktop/Dialnet-MapasCoropleticosEIsopleticosYCartografiaDePotenci-59753.pdf>
- Census Bureau, U.S. Department of Commerce. (2016). General Economic Characteristics. [Archivo de Datos]. Recuperado de: https://factfinder.census.gov/faces/tableservices/jsf/pages/productview.xhtml?pid=ACS_16_5YR_DP03&src=pt
- Comisión de Estadística de las Naciones Unidas - GGIM. (2016). *Informe del Grupo Interinstitucional y de Expertos sobre los Indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. [Consultado: 12 de septiembre de 2018]. Recuperado de: <http://unstats.un.org/unsd/statcom/47th-session/documents/2016-2-IAEG-SDGs-Rev1-S.pdf>
- De Lázaro y Torres, M. L. y González González, M. J. (2005). *La utilidad de los sistemas de información Geográfica para la Enseñanza de la Geografía*.
- De Oliveira Monteiro, L., Mourão Moura, A. C., Marques Zyngier, C., Sousa Sena, I. y Lisboa de Paula, P. (2018). O Geodesign Frente à Urgência de Reduzir a Pobreza: Casos em Belo Horizonte, *DESIGNARECON*, 11(20), pp. 6.1-6.25.
- ESRI. ArcGIS for Desktop (V10.3) y ArcGIS Online [Software]. (2016). Recuperado de: <http://www.esri.com/arcgis/about-arcgis>
- Giannarelli, L., Wheaton, L. y Morton, J. (2016). *How Much Could Policy Changes Reduce Poverty in New York City?* [Consultado: 12 de septiembre de 2018]. Recuperado de: <https://www.urban.org/sites/default/files/publication/43706/2000136-How-Much-Could-Policy-Changes-Reduce-Poverty-in-New-York-City.pdf>
- Institute for Conscious Global Change (ICGC). (2016). *ICGC Summer Pilot Summary and ICGC*

Summer Indicator Pilot. [Consultado: 12 de septiembre de 2018]. Recuperado de: <http://www.icgc.ngo/doclib.php>

Institute for Conscious Global Change (ICGC). (2015). *The Millennium Earth Project Proposal.* [Consultado: 12 de septiembre de 2018]. Recuperado de: <http://www.consciousglobalchange.org/doclib.php#mep>

New York City OpenData. City of New York, (2016). *Demographic Statistics by Zip Code 2016.* [Archivo de Datos]. Recuperado de: <https://data.cityofnewyork.us/City-Government/Demographic-Statistics-By-Zip-Code/kku6-nxdu>

The New York City Office of the Mayor. (2014). *The CEO Poverty Measure, 2005 – 2012. An Annual Report from the Office of the NYC Mayor.* [Consultado: 12 de septiembre de 2018]. Recuperado de: https://www1.nyc.gov/assets/opportunity/pdf/14_poverty_measure_report.pdf

Thongdara, R., Samarakoon, L., Shrestha, R. y Ranamukhaarachchi, S. (2012). Using GIS and Spatial Statistics to Target Poverty and Improve Poverty Alleviation Programs: A Case Study in Northeast Thailand. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 5. doi:[10.1007/s12061-011-9066-8](https://doi.org/10.1007/s12061-011-9066-8)

ANEXO 1. RESUMEN DE LAS FUENTES USADAS PARA LA CREACIÓN DE MAPAS

Gráfico 1. NYC Boroughs. ESRI (2016). ArcGIS online [Software online]. Disponible en: <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisonline>

Gráfico 3. Poverty Status in the Past 12 Months: 2010-2014 American Community Survey 5-Year Estimates. Table S1701

Gráfico 4. Poverty Rates by Age: 2015 American Community Survey 1-Year Estimate. Table S1711

Gráfico 5. Poverty Rates by Age: 2015 American Community Survey 1-Year Estimate. Table S1711

Gráfico 6. Poverty Rates by Sex: 2015 American Community Survey 1-Year Estimate. Table S1709

Gráfico 7. Poverty Rates by Age: 2015 American Community Survey 1-Year Estimate. Table S1711; Population by Age: 2015 American Community Survey 1-Year Estimate. Table B01001; Education Facilities: NYC Government Data. Building Fields

/02/

ALGORITMO DE BOOTH-KARATSUBA EN OPERACIONES ADITIVAS

BOOTH-KARATSUBA ALGORITHM ADDITIVE OPERATIONS

Jesús Ayuso Pérez

Composer musical. Licenciado en Ingeniería Informática por la Universidad Carlos III de Madrid
(UC3M).

E-mail: ayusoperez@terra.com

Recepción: 24/09/2018. Aceptación: 29/11/2018. Publicación: 28/12/2018

Citación sugerida:

Ayuso Pérez, J. (2018). Algoritmo de booth-karatsuba en operaciones aditivas. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 7(4), pp.30-59. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2018.62.30-59>

RESUMEN

El algoritmo dado por Andrew Donald Booth en 1950 (Booth, 1951) para la multiplicación y el algoritmo dado por Anatoly Alexeevitch Karatsuba en 1960 (Karatsuba, 1962) a su vez también para la multiplicación demuestran tener mucho más en común de lo que sus autores describieron al definirlos (Ayuso, 2006-2018). Tal relación se estrecha al ser generalizados llegando al punto incluso de acabar encontrándose. De ahí que en el presente documento se proponga una solución hardware para adiciones y sustracciones entre enteros basada en los citados algoritmos, evidenciando la convergencia insoslayable entre los citados conceptos.

ABSTRACT

The algorithm given by Andrew Donald Booth in 1950 (Booth, 1951) for multiplication and the algorithm given by Anatoly Alexeevitch Karatsuba in 1960 (Karatsuba, 1962) in turn for multiplication prove to have much more in common than what its authors described when defining them (Ayuso, 2006-2018). Such a relationship is narrowed to be widespread reaching the point of ending up meeting. Hence, in this document a hardware solution is proposed for additions and subtractions between integers based on the aforementioned algorithms, demonstrating the evident convergence between the aforementioned concepts.

PALABRAS CLAVE

Booth, Karatsuba, Algoritmo, Adición, Operaciones.

KEY WORDS

Booth, Karatsuba, Algorithm, Addition, Operations.

1. INTRODUCCIÓN

Puede documentarse que el algoritmo de Booth (Booth, 1951) es extrapolable a otros contexto algebraicos, ya sea por ejemplo un contexto aditivo (Ayuso 2015, pp. 113-119), tanto modular o no (Ayuso 2015, pp. 222-229), llevarse en ese mismo contexto a mundo físico (Ayuso 2017, pp. 1-9), al margen del consabido ámbito donde fue definido en primera instancia (Ayuso 2015, pp. 255-221), a la vez que también puede perfectamente adaptarse a un grupo multiplicativo (Ayuso 2017, pp. 1-12); es más, incluso trabajar en una dimensión diferente a la utilizada en el algoritmo original (Ayuso 2018, pp. 10-35). Igualmente se puede consultar la adaptabilidad del concepto expuesto por Karatsuba (Karatsuba, 1962) nuevamente a un entorno aditivo (Ayuso 2018, pp. 10-21), como a la operación definida sobre ese referenciado grupo multiplicativo (Ayuso 2018, pp. 13-20). Por otra parte, esa versatilidad de los conceptos posibilita su uso en operaciones muy dispares a la de multiplicación (Ayuso 2016, pp. 28-41), que, como ya se ha mencionado, fue la empleada nativamente por los autores; amén de explotar su rendimiento utilizando un concepto representacional más óptimo (Ayuso 2016, pp. 33-43), o hasta el extremo de simultanear su aplicabilidad dentro de la misma operación (Ayuso 2017, pp. 19-26) a distintos operandos.

Lo cierto es que el gran potencial de estos algoritmos guarda cierto vínculo, pues tanto en el caso de la idea de Booth como la de Karatsuba acababan ahorrando coste computacional (Turing 1937, pp. 230-265), o disminuyendo orden de complejidad, apoyándose en las operaciones que a su vez componen a la operación que buscaban calcular de una forma más óptima. Es decir, eran capaz de proyectarse contra el mismo elemento algebraico de la transformación que se estaba realizando, pero usando atajos dentro de la estructura algebraica facilitados por las propias relaciones de las operaciones que definen a la operación compuesta del contexto en que se estuviera trabajando.

Por existir ese vínculo conceptual entre ambos y por el hecho de que a toda estructura algebraica a la que se puede adaptar uno también se puede adaptar el otro, se llega a derivar que ambos algoritmos se tocan en un punto: acaban hiriéndose el uno al otro, confundiéndose o complementándose, haciendo prácticamente indistinguible si se trata de lo primero o de lo segundo. En el presente artículo se va a tratar de exponer ese punto de encuentro entre los dos algoritmos, ofreciendo una solución hardware para el cómputo de adiciones y sustracciones entre números enteros. En el fondo, básicamente se tratará una hibridación de lo expuesto en Ayuso 2017, pp. 1-9 y lo que se postula en Ayuso 2018, pp. 10-21. Pero como adelantamos, con el actual enfoque, mirados como un todo donde esa línea que los separa se vuelve fina y difusa.

En definitiva, lo presentado durante el próximo desarrollo va a ser la consecuencia inevitable de afrontar la adición de enteros a través del proceso señalado por Booth y Karatsuba para ahorrar cálculos y obtener la solución final de una manera más eficiente y directa. Rebajando los órdenes de complejidad clásicos. Con el añadido de llevarnos esos conceptos al mundo físico, con lo que se ofrece una alternativa eficiente a las soluciones implementativas actuales. Es por ello que, por motivos evidentes, derivados de esa solución hardware supeditada a lógica digital (Shannon 1938, pp. 713-723), se diferirá con respecto al trabajo visto en: Ayuso 2018, pp. 10-21 en que en este caso utilizaremos siempre base binaria.

2. MÉTODOS

Partiendo de esa premisa, y aplicando directamente los conceptos vistos en: Ayuso 2015, pp. 113-119 y el algoritmo descrito en: Ayuso 2018, pp. 10-21, podemos deducir de forma inmediata el siguiente código para la suma de dos números enteros, a y b , de longitud n :

```
addBoothKaratsuba(a, b, result, S, index, n)
{
    if(n == 1)      // CASO BASE
    {
        result[index] = XOR(a[0], b[0]);
        S[index + 1] = AND(a[0], b[0]);
        return;
    }

    w = a / 2^(n / 2);
    x = a % 2^(n / 2);

    y = b / 2^(n / 2);
    z = b % 2^(n / 2);

    d = n % 2 == 0 ? n / 2 : (n / 2) + 1;
```

```
addBoothKaratsuba(w, y, result, S, index + d, n / 2);
    addBoothKaratsuba(x, z, result, S, index, d);
}

addBoothKaratsuba(a, b, result)
{
    S = 0;
    n = length(a) > length(b) ? length(a) : length(b);

    addBoothKaratsuba(a, b, result, S, 0, n);

    bitExtra = 0;
    for(i = 0; i < n; i++) {
        switch(actionBooth(S[i], bitExtra) {
            case ( 0 1 ):
                result = successor(result, i);
                break;
            case ( 1 0 ):
                result = predecessor(result, i);
                break;
        }
        bitExtra = S[i];
    }
}
```

Algoritmo 1. Algoritmo recursivo de adición por Booth-Karatsuba (addBoothKaratsuba).

Se entiende que la operación *length* del código que figura sobre estas líneas, Algoritmo 1, devuelve el número de dígitos, en base 2 en nuestro actual caso, de los que consta el operando. Y se da por sentado que la rutina *accionBooth* actúa según el criterio marcado por Booth (Ayuso 2015, pp. 113-119).

El primer paso importante en este desarrollo, para comprender lo que realmente busca exponer el presente artículo, será llevarnos el concepto de Booth al terreno de Karatsuba, es decir, ensamblar las 2 ideas bajo el paradigma recursivo que empleó Karatsuba.

Para conseguir dar ese salto, vamos a redefinir la tabla de acciones dada por Booth (Booth 1951, pp. 74) pero separando las acciones a realizar frente a las operaciones a propagar (Ayuso 2018, pp. 10-35), para poder así encajarlo en un esquema recursivo. Para ello, se optará por una nomenclatura ternaria, como se hace en Ayuso 2016, pp. 33-43. Luego tendríamos:

Tabla 1. Tabla de acciones de Booth a propagar.

operations	0	1	-1	$1 \wedge -1$
0	0	0	-1	-1
1	1	1	$1 \wedge -1$	$1 \wedge -1$
-1	0	0	-1	-1
$1 \wedge -1$	1	1	$1 \wedge -1$	$1 \wedge -1$

En Tabla 1 se representa el criterio de propagación de las distintas acciones del algoritmo de Booth al cruzarse entre ellas (Ayuso 2016, pp. 28-41) debido a ese efecto de particionado binario realizado por la técnica de Karatsuba. Por otra parte tendríamos:

Tabla 2. Tabla de acciones de Booth a realizar.

operations	0	1	-1	$1 \wedge -1$
0	0	1	0	1
1	0	1	0	1
-1	-1	0	-1	0
$1 \wedge -1$	-1	0	-1	0

En Tabla 2 se establecen las operaciones a realizar cuando las diferentes acciones de Booth se encuentran (Ayuso 2017, pp. 19-26) durante la subdivisión descrita por Karatsuba (Karatsuba 1962, pp. 293-294).

Partiendo de los criterios de actuación precisados en las dos tablas anteriores, y nuevamente basándonos en los conceptos vistos tanto: Ayuso 2015, pp. 113-119 como lo descrito en: Ayuso 2018, pp. 10-21, podemos redefinir la suma de dos números enteros, a y b , de longitud n :

```
OpBooth addBoothKaratsuba (a,b,result, index,n)
{
if(n == 1)      // CASO BASE
{
    result[index] = XOR(a[0], b[0]);
    return AND(a[0], b[0]) ? ( 1 ^ -1 ) : ( 0 );
}

w = a / 2^(n / 2);
x = a % 2^(n / 2);

y = b / 2^(n / 2);
z = b % 2^(n / 2);
d = n % 2 == 0 ? n / 2 : (n / 2) + 1;
OpBooth op1 =
    addBoothKaratsuba(w, y, result, index + d, n / 2);
OpBooth op2 = addBoothKaratsuba(x, z, result, index, d);
switch(op1) {
    case ( 0 ):
        switch(op2) {
            case ( 0 ):
                return ( 0 );
            case ( 1 ):
                successor(result, index + d + 1);
                return ( 0 );
            case ( -1 ):
                return ( -1 );
            case ( 1 ^ -1 ):
                successor(result, index + d + 1);
                return ( -1 );
        }
}
```

```
break;  
case ( 1 ):  
    switch(op2) {  
        case ( 0 ):  
            return ( 1 );  
        case ( 1 ):  
            successor(result, index + d + 1);  
            return ( 1 );  
        case ( -1 ):  
            return ( 1 ^^ -1 );  
        case ( 1 ^^ -1 ):  
            successor(result, index + d + 1);  
            return ( 1 ^^ -1 );  
    }  
    break;  
case ( -1 ):  
    switch(op2) {  
        case ( 0 ):  
            predecessor(result, index + d + 1);  
            return ( 0 );  
        case ( 1 ):  
            return ( 0 );  
        case ( -1 ):  
            predecessor(result, index + d + 1);  
            return ( -1 );  
        case ( 1 ^^ -1 ):  
            return ( -1 );  
    }  
    break;  
case ( 1 ^^ -1 ):  
    switch(op2) {
```

La principal diferencia entre **Algoritmo 1** y la variación que acabamos de dar en **Algoritmo 2** es que, en el primero, después de realizar los cálculos de la adición a través del proceso de partición binaria definido por Karatsuba, había un paso final de ajuste de los sucesores y antecesores a través del cálculo simplificado definido por Booth (Ayuso 2017, pp. 1-12). En cambio en esta segunda variación, dicho cómputo final desaparece.

Una vez alcanzada la descripción recursiva de la fusión de ambos conceptos (Ayuso 2018, pp. 10-21), se va a proceder justo a la inversa, es decir, ahora vamos a llevarnos el algoritmo de Karatsuba al terreno de Booth, buscando ensamblar las 2 ideas bajo un paradigma iterativo, de cara a materializar una implementación física (Ayuso 2017, pp. 1-9).

Volvemos sobre nuestros pasos. Del contenido de **Tabla 1** podemos extraer los siguientes mapas de Karnaugh (Karnaugh 1953, pp. 53-217) a modo de minitérminos:

		AB					
		00	01	11	10		
CD	00	0	0	0	0		
	01	1	1	1	1		
	11	1	1	1	1		
	10	0	0	0	0		
		AB					
		00	01	11	10		
CD	00	0	0	1	1		
	01	0	0	1	1		
	11	0	0	1	1		
	10	0	0	1	1		

Ilustración 1. Mapa de Karnaugh de las funciones algebraicas Booleanas de Tabla 1.

Fuente: elaboración propia.

Y procediendo exactamente de la misma manera, para la lógica absorbida en **Tabla 2** que contiene esa otra dualidad de la descomposición algebraica derivada de la relación binaria de equivalencia definida en la estructura tendríamos los siguientes términos en forma de diagrama:

AB \ CD	00	01	11	10	AB \ CD	00	01	11	10
00	0	1	0	1	00	0	0	0	0
01	0	1	0	1	01	0	0	0	0
11	0	0	0	0	11	1	0	1	0
10	0	0	0	0	10	1	0	1	0

Ilustración 2. Mapa de Karnaugh de las funciones algebraicas Booleanas de Tabla 2.

Fuente: elaboración propia.

Previamente al diseño de la lógica de actuación, establecemos el módulo para los cómputos de los antecesores y sucesores inherentes a los conceptos definidos por Booth y por Karatsuba, los cuales con el enfoque tradicional pueden entenderse como el cálculo del acarreo. En principio, el circuito es tal simple como:

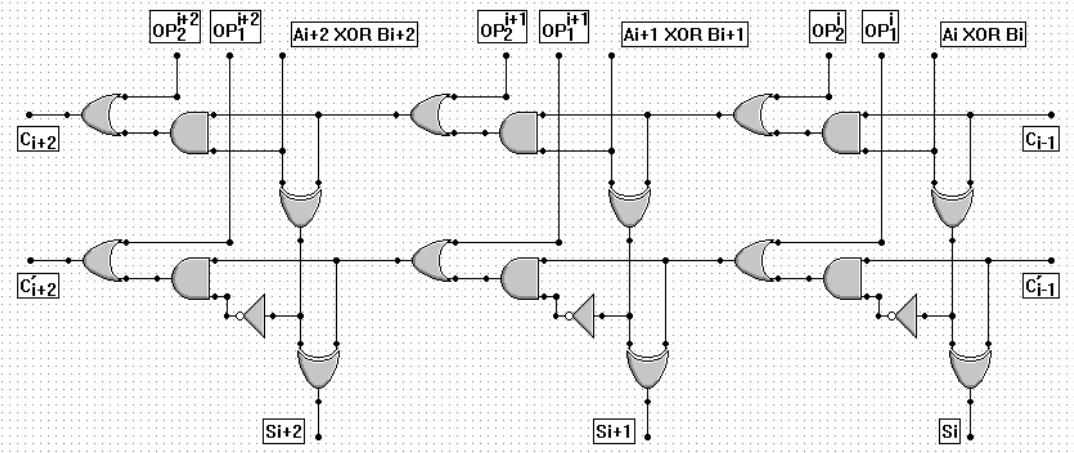


Ilustración 3. Módulo de sucesores/antecesores de Booth-Karatsuba.

Fuente: elaboración propia.

En Ilustración 3 se muestra un fragmento central de módulo de cálculos de sucesores y antecesores hardware, coordinados por las operaciones designadas según los casos identificados en Tabla 2 con las acciones de Booth a realizar. Como puede apreciarse, quedan modelados con 2 bits, cada operación, pudiendo generar un dígito, denotado en la imagen con C , de peso representacional para los sucesores, y un peso digital, denotado con C' , para los antecesores; a través los cuales acaba por determinarse la salida para cada i -ésimo bit. Ya se ha concretado que, tanto ese C como C' con un enfoque clásico pueden interpretarse como el típico acarreo, pero dentro del contexto que nos ocupa adquieren un carácter más abstracto de proyección ordinal algebraica, permitiendo ir mapeándonos o ir saltando entre distintos elementos de la estructura.

Basado en lo dicho con anterioridad, y con el apoyo de lo inferido de Ilustración 1 e Ilustración 2, se tiene como módulo para la lógica señalada por Booth y Karatsuba, el siguiente circuito físico:

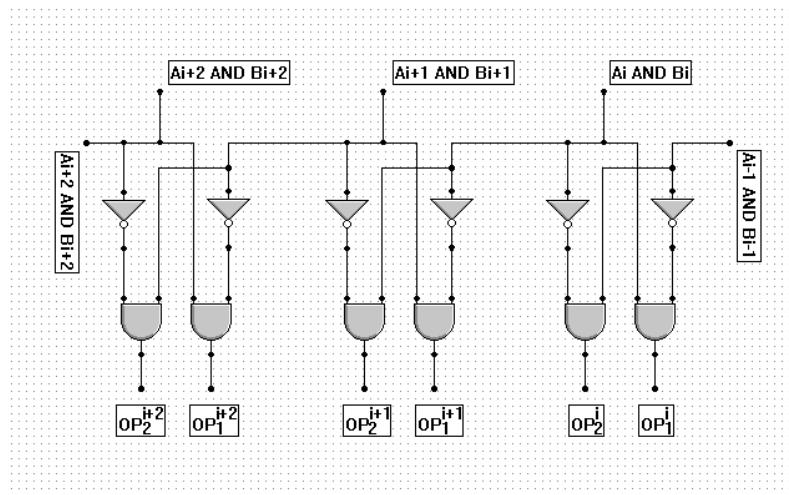


Ilustración 4. Módulo de lógica operacional de Booth-Karatsuba.

Fuente: elaboración propia.

Previamente a juntar los módulos algorítmicos diseñados, se va a repasar el hardware habitual utilizado en los circuitos actuales, con su coste computacional (Turing 1937, pp. 230-265). A partir de este punto, para dar paso a las descripciones hardware nos centraremos en operandos binarios de 8 dígitos; es decir, en los ejemplos n será igual a 8. Con ello, la implementación clásica de la suma de dos números enteros, a y b , de longitud n suele quedar documentada:

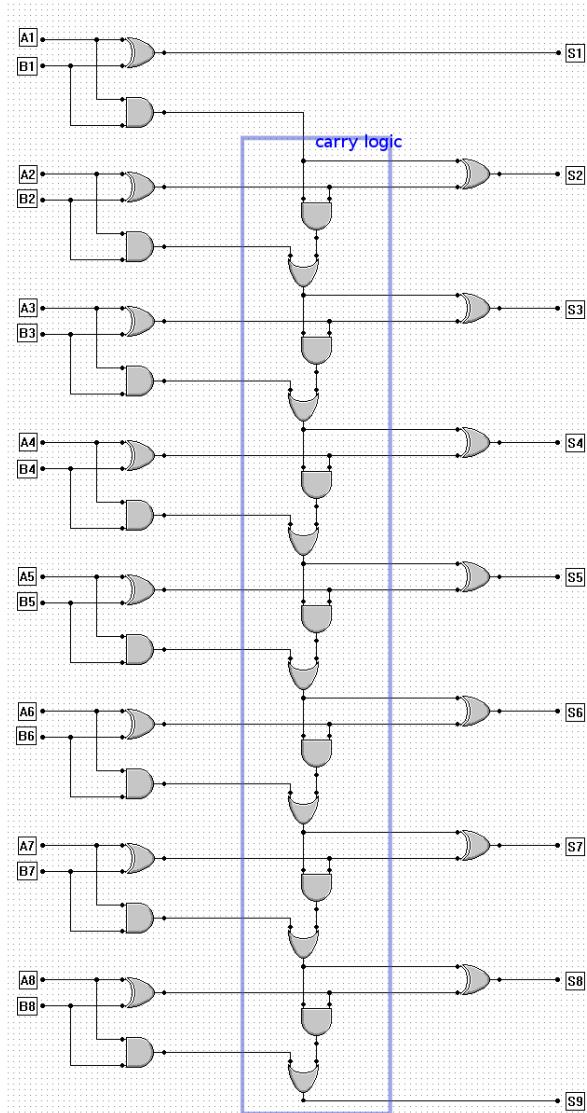


Ilustración 5. Implementación física del algoritmo clásico de adición de enteros.

Fuente: elaboración propia.

El algoritmo clásico de Ilustración 5 evidencia ese orden de complejidad lineal, ya que no es posible saber el valor final del último bit, en el ejemplo, el noveno bit, sin esperar a que se resuelvan los acarreos de los n bits anteriores, en la imagen: *carry logic*.

Siguiendo el hilo del pensamiento computacional tradicional (Von Neumann 1946, pp. 39-48), buscando reducir la mencionada complejidad algorítmica, es más que consabida una alternativa basada en la replicación de cómputos los cuales a nivel físico se realizan de forma paralela. Lamentablemente, la escalabilidad de esa variación, rememorada en Ilustración 6, es más que dudosa, como por ejemplo en el caso de las soluciones criptográficas actuales (Diffie-Hellman 1976, pp. 644-654); pues en cierto modo lo único que ofrece es intercambiar orden de complejidad en tiempo por orden de complejidad en espacio (Turing 1937, pp. 230-265).

Para respaldar el razonamiento y las anteriores afirmaciones, obsérvese la programación de la suma de dos números enteros, a y b , de longitud n con la técnica de adelantamiento de acarreo:

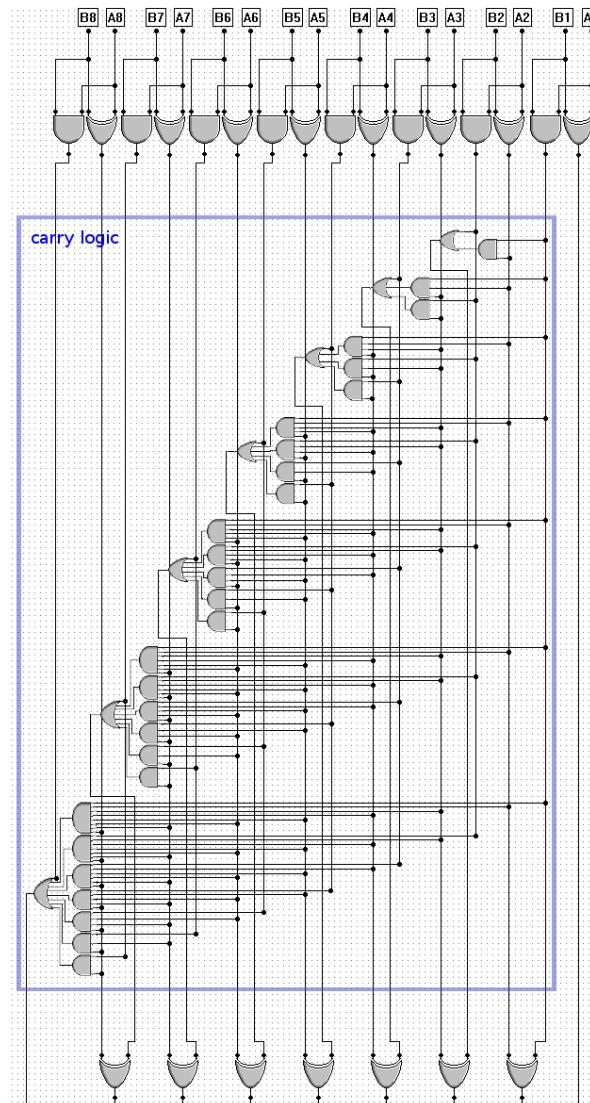


Ilustración 6. Implementación física de adición de enteros con carry lookahead.

Fuente: elaboración propia.

Asentados los 2 circuitos físicos anteriores, queda abonado el terreno para mostrar la implementación basada en los de Booth (Booth 1951, pp. 74) y Karatsuba (Karatsuba 1962, pp. 293–294) con la comparativa de esas referencias hardware, lo cual permitirá una evaluación justa, además de visualizar claramente las ventajas de nueva solución. Siempre recalando la enorme influencia de los conceptos de Booth y Karatsuba en cualquier hallazgo, o en todos los diseños que se van construyendo.

Utilizando todo lo expuesto y logrado durante el análisis previo que se ha realizado y, como ya hemos repetido en varias ocasiones a lo largo del mismo, persiguiendo fusionar lo defendido en Ayuso 2017, pp. 1-9 y lo que se formula en Ayuso 2018, pp. 10-21, se tiene pues que la suma de dos números enteros, a y b , de longitud n con la técnica de Booth-Karatsuba puede expresarse con el siguiente soporte:

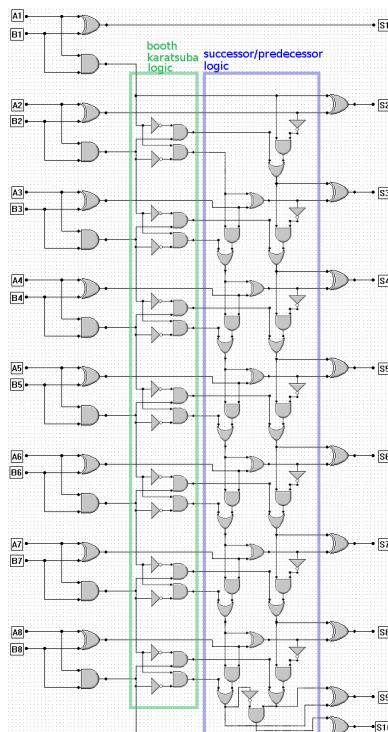


Ilustración 7. Implementación física de adición de enteros mediante Booth-Karatsuba.

Fuente: elaboración propia.

Ciertamente, de primeras se antoja como una solución aún más enrevesada y compleja que las que existen actualmente, pero a poco que se madura la implementación de Ilustración 7 puede intuirse una variación más interesante de la misma. Aun así, ya esta primera versión en cierto modo apunta a una solución intermedia, en el sentido de que mantiene constante el número de puertas lógicas necesarias.

Pero por simplicidad implementacional puede pensarse en realizar la operación descrita por Booth-Karatsuba en el punto donde se encuentran las operaciones de sucesor y antecesor; en el lugar donde acaban encontrándose, la propagación ordinal producto de la transformación algebraica, o mirado desde un enfoque clásico: el acarreo incrementativo y el acarreo decrementativo acaban colisionando en un dígito. Reconfigurada la perspectiva de difusión de la operación Booth-Karatsuba, redefinimos la suma de dos números enteros, a y b , de longitud n a través del siguiente nuevo soporte:

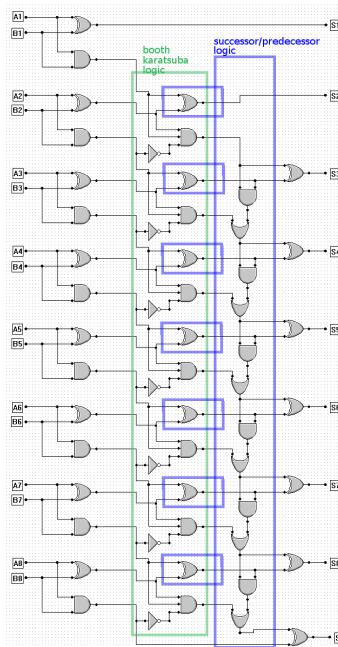


Ilustración 8. Implementación física de adición de enteros mediante Booth-Karatsuba.

Fuente: elaboración propia.

A estas alturas del artículo, consideramos necesario recapitular, para presentar también la aplicabilidad a otras operaciones sustractivas, a través de una adición modular; las cuales son de gran importancia en distintos ámbitos del conocimiento, y concretamente en el campo de la Criptología (Diffie-Hellman, 1976).

Para escenificarlo, ese matiz sustractivo básicamente afecta a la lógica de nuestro caso base. Volvemos a recurrir a una tabla de verdad para escudriñarlo:

		AB		AB						
		00	01	11	10	00	01	11	10	
C	0	0	1	0	1	0	00	00	11	00
	1	1	0	1	0	1	10	00	00	00

Ilustración 9. Tablas de verdad para adición con sustracción simultánea.

Fuente: elaboración propia.

Puede observarse en la Ilustración 9 como se tiene que al incluir el proceso de sustracción dentro del módulo de nuestra operación algebraica cambia el criterio de acumulado o desacumulado en el resultado del cálculo, además de la lógica de propagación de la operación de Booth-Karatsuba a realizar.

Encaminado el código para el nuevo caso base, nos encontramos perfectamente en disposición abordar la suma de dos números enteros, a y b , módulo m con longitudes de n dígitos como:

```
OpBooth addmBoothKaratsuba(a, b, m, result, index, n)
{
    if(n == 1)      // CASO BASE
    {
        if(m[0]) {
            result[index] = XNOR(a[0], b[0]);
            return NOR(a[0], b[0]) ? ( -1 ) : ( 0 );
        } else { // m[0] == 0
            result[index] = XOR(a[0], b[0]);
            return AND(a[0], b[0]) ? ( 1 ^ -1 ) : ( 0 );
        }
    }

    w = a / 2^(n / 2);
    x = a % 2^(n / 2);

    y = b / 2^(n / 2);
    z = b % 2^(n / 2);

    u = m / 2^(n / 2);
    v = m % 2^(n / 2);

    d = n % 2 == 0 ? n / 2 : (n / 2) + 1;

    OpBooth op1 =
        addmBoothKaratsuba(w, y, u, result, index + d, n / 2);
    OpBooth op2= addmBoothKaratsuba(x, z, v, result, index, d);

    switch(op1) {
        case ( 0 ):
            switch(op2) {
                case ( 0 ):
                    return ( 0 );
                case ( 1 ):
                    successor(result, index + d + 1);
                    return ( 0 );
            }
    }
}
```

```
case ( -1 ):
    return ( -1 );
case ( 1 ^ -1 ):
    successor(result, index + d + 1);
    return ( -1 );
}
break;
case ( 1 ):
    switch(op2) {
        case ( 0 ):
            return ( 1 );
        case ( 1 ):
            return ( 1 );
        case ( -1 ):
            return ( 1 ^ ^ -1 );
        case ( 1 ^ -1 ):
            successor(result, index + d + 1);
            return ( 1 ^ -1 );
    }
    break;
    successor(result, index + d + 1);
case ( -1 ):
    switch(op2) {
        case ( 0 ):
            predecessor(result, index + d + 1);
            return ( 0 );
        case ( 1 ):
            return ( 0 );
        case ( -1 ):
            predecessor(result, index + d + 1);
            return ( -1 );
        case ( 1 ^ -1 ):
            return ( -1 );
    }
    break;
```

```
case ( 1 ^^ -1 ):
    switch(op2) {
        case ( 0 ):
            predecessor(result, index + d + 1);
            return ( 1 );
        case ( 1 ):
            return ( 1 );
        case ( -1 ):
            predecessor(result, index + d + 1);
            return ( 1 ^^ -1 );
        case ( 1 ^^ -1 ):
            return ( 1 ^^ -1 );
    }
    break;
}
return ( 0 );
}
addmBoothKaratsuba(a, b, m, result)
{
    n = length(m);

    switch( addmBoothKaratsuba(a, b, m, result, 0, n) ) {
        case ( 1 ):
            result = successor(result, n + 1);
            break;
        case ( -1 ):
            result = predecessor(result, 1);
            break;
        case ( 1 ^ -1 ):
            result = successor(result, n + 1);
            result = predecessor(result, 1);
            break;
    }
}
```

Algoritmo 3. Algoritmo recursivo de adición modular por Booth-Karatsuba (addmBoothKaratsuba).

Efectivamente se comprueba cómo el añadir modularidad a la indicada operación aditiva, con la consiguiente sustrabilidad embebida, afecta en exclusividad al código correspondiente en el tratamiento del caso base en nuestro algoritmo.

Exactamente igual que para el caso de la adición previa se describió un circuito que simulaba el código de Algoritmo 2, se procede nuevamente con la operación declarada en Algoritmo 3. Conceptualmente ahora trabajaríamos sobre un conjunto finito (Galois 1846, pp. 381-384), a diferencia del comienzo de este trabajo, con lo que ese bit de *overflow* que podía producirse (Von Neumann 1946, pp. 39-48) en el cómputo final, desaparece. Evidentemente, por la naturaleza misma de la implementación física de máquinas de Turing (Turing 1937, pp. 230-265), en el mundo de la informática siempre trabajaremos dentro de la finitud, pero ahora lo haremos formalmente dentro de un cuerpo de Galois.

Puntualizada esa reflexión, iniciamos el análisis de la venidera Ilustración 10. Indiferentemente al ajuste algorítmico, entre la lógica y la física, se logra una doble visión de las reducciones computacionales usadas tanto por Booth como por Karatsuba, con la particularidad de que en el caso de la mencionada ilustración se tiene que la primera de las simplificaciones es aplicada desde el segundo dígito (Ayuso 2018, pp. 10-21) y la segunda desde el primero (Ayuso 2017, pp. 19-26).

Por otra parte, en Ilustración 10 puede verse un bit de salida etiquetado como *flag*, esto ocurre ya que el hardware plasmado da por sentado que la adición entre a y b , vista de manera tradicional, desborda el modulo en que se está trabajando. Expresado con un enfoque más algebraico: se proyecta contra un elemento ordinalmente congruente y, si no se controla la representación del mismo, ésta puede derivar en problemas computaciones.

Puntualizada esas reflexiones, nos llevamos a mundo físico la suma de dos números enteros, a y b , módulo m con longitudes de n dígitos así:

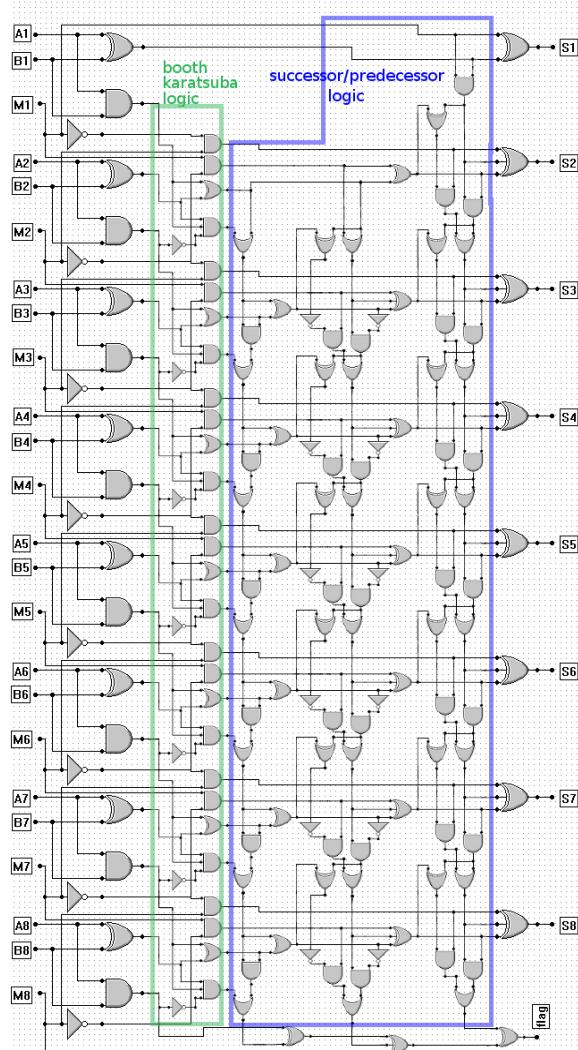


Ilustración 10. Implementación física de adición modular mediante Booth-Karatsuba.
Fuente: elaboración propia.

Con anterioridad a Ilustración 10 se ha disertado sobre la doble interpretación de las ideas publicadas por Booth y Karatsuba y cómo eran llevadas a cabo a nivel físico. Se contaba la ejecución a partir del segundo bit de menor peso (Ayuso 2018, pp. 10-21) en contraposición al empleo desde el primer bit de menor valor (Ayuso 2018, pp. 113-119) producto de ese efecto disociado de provenir de 2 ideas diferentes pero que resultan relativamente coincidentes; de manera que la actuación sustractiva quedaba dibujada de la segunda manera, y la aditiva, del primer modo. Pero la próxima Ilustración 11 demuestra cómo perfectamente puede afrontarse la sustracción del contexto aditivo en que se enmarcan estos resultados basándose exactamente en el mismo paradigma de la fusión de los métodos de Booth y Karatsuba.

Obsérvese esa segunda visión, que versaría más adecuadamente como una especie de resultado de aplicar 2 iteraciones para la obtención del cómputo modular que se busca. Es decir, sería como aplicar lo mostrado en Ilustración 8 recurrentemente. De hecho, por esa reiteración conceptual, se ha optado por mostrar primero la alternativa de Ilustración 10, ya que puede tratarse de una versión más enriquecedora o más completa, que permite un entendimiento más profundo del material manejado.

Dispuesto todo y, por descontado, avanzando argumentalmente, la adición de dos números enteros, a y b , con la sustracción de un módulo m , los tres elementos con longitudes de n dígitos quedaría:

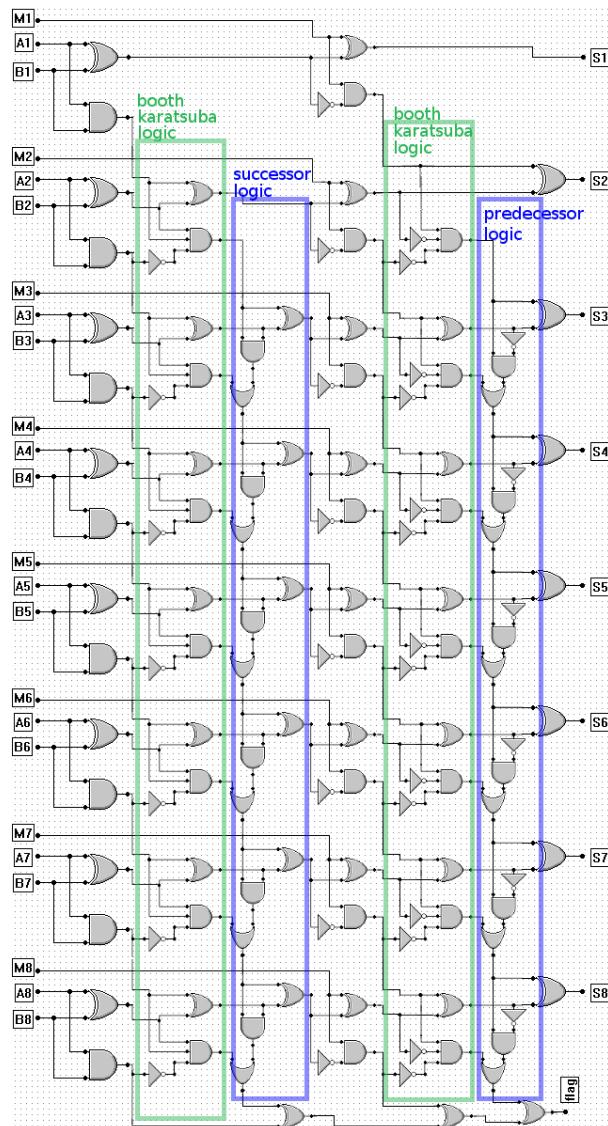


Ilustración 11. Implementación física de adición modular mediante Booth-Karatsuba.

Fuente: elaboración propia.

De Ilustración 11 queda asentada esa doble ejecución del algoritmo Booth-Karatsuba. Aporta un primer estrato aditivo, con su módulo de cálculo de sucesores: *successor logic*; y un segundo nivel sustractivo, con su módulo de antecesores: *predecessor logic*. De ahí que anticipáramos la implementación diseñada en Ilustración 10, que tal vez sea más enrevesada pero desde cierto punto de vista resulta mucho más interesante y divertida. Además de posiblilitar un mejor careo entre Karatsuba y Booth.

Entramos ahora a completar el estudio del bit etiquetado como *flag* en estas posteriores soluciones modulares. Se ha explicado ya que, aunque tradicionalmente podía verse como un *overflow*, inherente a las implementaciones físicas, en nuestro análisis adquiere el papel de señalizador del problema representacional fruto de expresar los elementos de nuestra estructura algebraica como números enteros por dígitos pesados: por regla general, de izquierda a derecha. Este problema representacional, es fácilmente corregible incorporado el siguiente módulo físico al anterior hardware modular:

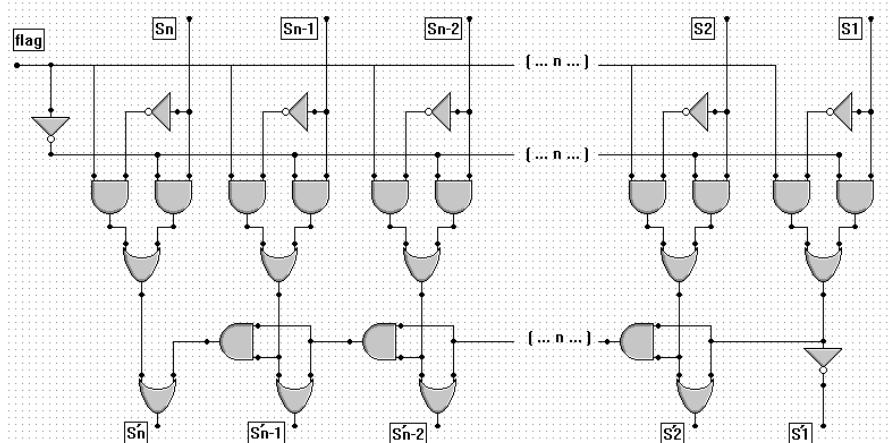


Ilustración 12. Módulo de lógica para congruentes aditivos de Booth-Karatsuba.

Fuente: elaboración propia.

El módulo de Ilustración 12 se explica bastante a sí mismo. Simplemente tenemos un primer nivel a modo de conducta de *multiplexor* (Von Neumann 1946, pp. 39-48) en función del valor del citado *flag*, y un último paso de obtención del congruente. Añadiendo dicho módulo a las implementaciones modulares dadas, tendríamos que, aunque estas siempre reduzcan en función del

módulo, en cualquier caso obtendríamos un resultado correcto, desde un punto de vista algebraico, y simplementemente teniendo en cuenta si el *flag* está activo o no, se podría trabajar de la forma en la que se explica en artículos como: Ayuso 2015, pp. 255-221 o, reutilizando la idea, en dimensiones mayores como en: Ayuso 2018, pp. 10-35, apoyándonos en elementos congruentes para seguir operando matemáticamente.

3. CONCLUSIONES

Los algoritmos definidos de forma independiente por Booth en 1950 y por Karatsuba en 1960, y que llevan sus nombres, se basan en una idea fundamental muy similar, desde un punto de vista de simplificación algebraica, aunque por otra parte es cierto que el recorrido sobre los elementos de la estructura lo realizaban cada uno de una manera muy distinta. No por ello conlleva ningún tipo de incompatibilidad entre los mismos, más bien todo lo contrario: se pueden complementar el uno al otro, e incluso podría llegar a decirse que en cierto modo se trata del mismo concepto.

En conclusión, el concepto propuesto por Booth y Karatsuba comulgan el uno con el otro, permitiendo fusionarse en uno solo. Soportan un enfoque orientado en exclusiva a la suma y resta de enteros, uniéndose en una solución hardware para el cómputo de ese tipo de adiciones. Paradójicamente los dos autores documentaron sus algoritmos exactamente para la misma operación, algo que en principio podría considerarse intrascendente, pero que con lo visto en este artículo puede que no sea ni mucho menos casual.

Como posible futura línea de investigación queda allanado el camino a una implementación física de un módulo critográfico, que complementado con los algoritmos referenciados en las distintas citas bibliográficas, podría formar parte de una solución para cálculos de cifrado y autenticación. La medición de retardos, el estudio de escalabilidad, el rendimiento computacional... son temas totalmente abiertos tras la exposición realizada durante las páginas de las que consta el presente documento, propiciando un más que excitante trabajo de estudio y esquematización de datos empíricos y diversas evaluaciones.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Booth, A. D. (1945). A method of calculating reciprocal spacings for X-ray reflections from a monoclinic crystal, *J. Sci. Instr.*, 22, p. 74.
- Burks, A., Goldstein, H. y Von Neumann, J. (1946). Logical Design of an Electronic Computing Instrument, *The Origins of Digital Computers*, pp. 39-48.
- Booth, A. D. y Britten, K. H. V. (1947). *General Considerations in the Design of an Electronic Computer*.
- Booth, A. D. (1951). A signed binary multiplication technique, *Q.J. Mech. and Appl. Math.*, 4(2), pp. 236-240.
- Ayuso, J. (2015). Booth algorithm operations addition and subtraction, *3C TIC*, 4(2) , pp. 113-119.
- Ayuso, J. (2015). Booth algorithm modular arithmetic operations of addition and subtraction, *3C TIC*, 4(3), pp. 222-229.
- Euclid of Alexandria. (1557). *Elements*, T.L. Heath's.
- Reitwiesner, W. G. (1960). *Binary Arithmetic*, pp. 231-308.
- Newton, I. (1669). *De analysi per aequationes numero terminorum infinitas*, 206 ff.
- Pascal, B. (1654). *Traité du Triangle Arithmétique*.
- Karatuba, A. (1962). Multiplication of multidigit numbers on automata. *Doklady Akademii Nauk SSSR*, 145, pp. 293-294.
- Bellman, R. (1954). The theory of dynamic programming, *Bulletin of the American Mathematical Society*, pp. 503-516.
- Ayuso, J. (2015). Booth algorithm modular arithmetic operations of multiplication, *3C TIC*, 4(4), pp. 255-221.
- Ayuso, J. (2016). Booth algorithm operations modular inverse, *3C TIC*, 5(2), pp. 28-41.

- Ayuso, J. (2016). Booth algorithm in signed-digit representation, *3C TIC*, 5(3), pp. 33-43.
- Ayuso, J. (2017). Booth algorithm in modular exponentiation operations, *3C TIC*, 6(2), pp. 1-12.
- Ayuso, J. (2017). Booth algorithm hardware operations addition and subtraction, *3C TIC*, 6(3), pp. 1-9.
- Ayuso, J. (2017). Booth algorithm in arity with multiple operands, *3C TIC*, 6(4), pp. 19-26.
- Ayuso, J. (2018). Karatsuba algorithm operations exponentiation , *3C TIC*, 7(1), pp. 13-20.
- Karnaugh, M. (1953). The Map Method for Synthesis of Combinational Logic Circuits, *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers part I*, pp. 53-217.
- Diffie, W., y Hellman, E. (1976). New directions in cryptography. *IEEE Transactions on Information Theory*, 22(6), pp. 644-654.
- Shannon, C. E. (1938). A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits. *Trans. AIEE*, 57(12), pp. 713-723.
- Ayuso, J. (2018). Booth algorithm modular arithmetic for scalar multiplication operations, *3C TIC*, 7(2), pp. 10-35.
- Turing, A. M. (1937). On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem. *London Mathematical Society*, 42, pp. 230-265.
- Galois, É. (1846). Oeuvres mathématiques, *Journal de Mathématiques Pures et Appliquées*, 11, pp. 381-384.
- Ayuso, J. (2018). Karatsuba algorithm in additive context, *3C TIC*, 7(3), pp. 10-21.

/03/

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE CONTROL BIOMÉTRICO BASADO EN LA NORMA ISO/IEC 9126-2 Y 9126-3

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF A BIOMETRIC CONTROL SYSTEM BASED ON ISO / IEC 9126-2 AND 9126-3

Susana Gabriela Patiño Rosado

Docente, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas, (Ecuador)

E-mail: susana.patino@pucese.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5405-5224>

Erika Paola Reina Guaña

Ingeniera en Sistemas Informáticos, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
(Ecuador)

E-mail: ereina2804@gmail.com

Recepción: 19/06/2018 Aceptación: 21/11/2018. Publicación: 28/12/2018

Citación sugerida:

Patiño Rosado, S. G. y Reina Guaña, E. P. (2018). Evaluación de la eficiencia de un sistema de control biométrico basado en la norma iso/iec 9126-2 y 9126-3. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 7(4), pp.60-75. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2018.62.60-75>

RESUMEN

El presente artículo analiza y determina las métricas de eficiencia interna y externa de la norma ISO/IEC 9126-2 y 9126-3 aplicadas a un sistema de control biométrico. Se exponen las especificaciones de cada métrica para obtener los resultados deseados. Estos resultados se valoran de acuerdo con los niveles de puntuación que corresponden al grado de eficiencia que posee cada una de las subcaracterísticas y así se logró detectar un déficit de eficiencia del 5% y un cumplimiento del 95%.

ABSTRACT

This paper analyzes and determinates the metrics of internal and external efficiency of ISO/IEC standard 9126-2 and 9126-3 applied into a biometric control system. It exposes the specifications of each metric to obtain the expected results. These results are valued according with the scoring levels that corresponds to the efficiency grade that sub-characteristics have, and that is how it has been able to detect a low level of efficiency about 5% approximately and a rate of 95% that achieves the goal.

PALABRAS CLAVE

Calidad de software, Métricas de eficiencia interna, Métricas de eficiencia externa, Norma ISO/IEC 9126-2, Norma ISO/IEC 9126-3.

KEYWORDS

Software quality, Metrics of internal efficiency, Metrics of external efficiency, ISO/IEC standard 9126-2, ISO/IEC standard 9126-3.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad ser competitivo es lo que diferencia a cada individuo, de igual manera ocurre con los productos o servicios de diversa índole, debido a que la calidad es un factor diferenciador al momento de ser adquiridos (León, 2009).

Igualmente, en el desarrollo de producto de software la calidad adquirida debe representar el cumplimiento de los requerimientos de los usuarios. Asimismo, existen diversas definiciones de calidad en todas las ramas de estudio, propuestas desde puntos de vista basados en experiencias de campo, pero todas enmarcando el sentido innato de trasformar las necesidades futuras del cliente en características medibles (Duque, 2005).

Por lo tanto, el software al ser un producto se encuentra subyugado a la medición de su calidad. Sin embargo los diferentes paradigmas con respecto al tema, consideran que la calidad debe ser abordada al finalizar el código, pero esto se ha ido moldeando con el tiempo puesto que la calidad debe ser un proceso que se administra durante el desarrollo del software (Pressman, 2010).

Sin embargo, el modelo de calidad del producto software presentado en la norma ISO/IEC 9126, divide a la calidad del software en tres partes: calidad interna, externa y en uso; en las cuales se comprenden características relacionadas entre sí (Durán, Peinado y Rosado, 2015).

La ISO/IEC 9126-2: comprende las métricas externas, provee ciertos factores que logran cuantificar mediante los seis atributos que tiene la norma, el proceder del sistema dentro de un computador por medio de software. Estos factores permiten a los verificadores, usuarios, desarrolladores y evaluadores determinar la calidad del software mientras está en funcionamiento (Acosta, Espinal y García, 2017).

Por otro lado, la ISO/IEC 9126-3 (métricas internas): permite evaluar la calidad del software a través de los inconvenientes que salen a flote antes de la puesta en producción, además utiliza elementos cuantificables que son parte de la arquitectura del software como líneas de código, flujos de procesos, gráficos, etc. (Acosta, *et al.*, 2017).

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la característica eficiencia tanto para la calidad interna como externa, mediante la medición de las métricas que describen el comportamiento temporal y la utilización de los recursos del sistema especificadas en la norma ISO/IEC 9126-2 y 9126-3.

2. DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN

La evaluación se realizó a un sistema biométrico que permite automatizar el registro de asistencia mediante la huella dactilar, así como la administración de solicitudes de permisos y vacaciones de los empleados evitando la impostura de identidad.

El sistema está desarrollado en el lenguaje de programación Java con entorno Netbeans, se utilizó el framework Java Server faces con la herramienta del framework Primefaces, Ireport y JasperReports para la creación de reportes. Para el almacenamiento de los datos se utilizó la base de datos PostgreSQL y Glassfish como servidor web.

El sistema está diseñado en una arquitectura Cliente-Servidor debido a que las tareas son distribuidas entre el cliente y los servidores en una conexión de área local. En la Figura 1 se observa la arquitectura del sistema que consiste en: un lector de huellas dactilares de marca *digitalPersona* utilizado por el empleado para el registro de la huella, los datos son enviados al sistema alojado en el computador personal del cliente, posteriormente la aplicación realiza la petición al servidor web con Windows server 2012 y a través de un switch se conecta al sistema gestor de base de datos PostgreSQL almacenado otro servidor Windows server 2012.

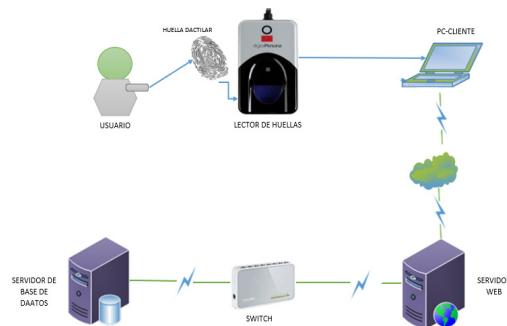


Figura 1. Funcionamiento del sistema biométrico. **Elaboración:** propia.

La aplicación está diseñada en tres capas, en la Figura 2 se divisa la Capa de Presentación, Capa de Negocio y Capa de Acceso a Datos, empleando el patrón de diseño Modelo Vista Controlador en la capa de presentación, las sentencias HQL y extensiones .jar en la capa de negocios y finalmente en la capa de acceso a datos HIBERNATE para el mapeo de los datos.

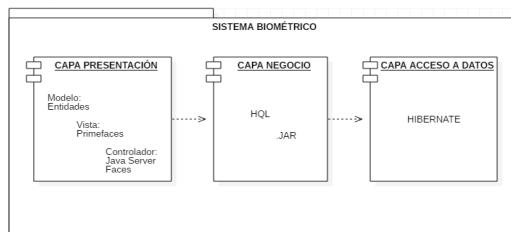


Figura 2. Capas del sistema biométrico. **Elaboración:** propia.

El sistema cuenta con tres módulos. El Módulo de Gestión de Información del Trabajador consta de: gestión de datos personales, reingreso de datos del trabajador, traslado de personal de un departamento a otro, notificación de felicitación de cumpleaños al correo de cada trabajador. El Módulo de Control permite el registro de información biométrica del trabajador, registro de la hora ingreso y salida del trabajador, generación de atrasos del trabajador, generación de días de vacaciones de los trabajadores, gestión de solicitudes de vacaciones de los trabajadores, gestión de calendario de días no laborables y gestión de permisos por departamento siendo validado por talento humano y gestión de grupos de horarios laborables. En el módulo de reportes se encuentra la nómina de trabajador clasificada por departamento, reporte de quienes no están afiliados al seguro social, reporte de asistencia por departamento, reportes de vacaciones gozadas, por gozar y saldos y reporte de vacaciones acumuladas.

3. METODOLOGÍA

La ISO 9126 define un modelo para calidad tanto interna como externa y los categoriza en 6 características: funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad. Estas características están subdivididas en sub características que pueden ser medidas por métricas internas o externas.

Para desarrollar el proyecto se escogió como única característica de evaluación a la eficiencia, tanto para la calidad interna como externa. Para ser medida se determinó como base las dos sub características comportamiento temporal y utilización de los recursos del sistema especificadas en la norma ISO/IEC 9126-2 y 9126-3.

3.1. EFICIENCIA COMO CARACTERÍSTICA DE CALIDAD A EVALUAR

En el reconocimiento biométrico es necesario acceder a la base de datos, previamente preparada, para lograr dar paso a la autenticación de una persona, en este sentido mejorar la eficiencia de los accesos es fundamental a medida que trasciende la tecnología, puesto que es demandante el rendimiento y la seguridad en tiempo real, la mejora de la eficiencia constantemente es requerida, comenzando por la evaluación de la misma en la versión del software establecido. En conclusión, es posible identificar que la eficiencia de las aplicaciones en tiempo real es un aspecto clave en la actualidad (Etchart, Alvez, y Benedetto, 2013).

De acuerdo con lo anterior, se determinó la importancia de la característica eficiencia en el sistema de control biométrico, posteriormente se seleccionó cinco requerimientos funcionales que demandan el mayor rendimiento y a los cuales se aplicará las métricas de evaluación: ingreso datos del empleado, generación de los días de vacaciones a partir del registro diario, generación de atrasos mediante el registro diario del empleado, generación de asistencia a partir del registro diario del empleado y registro de permisos por tipo.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS SUB CARACTERÍSTICAS Y MÉTRICAS

Tanto para la eficiencia interna como para la externa existen 2 sub características las cuales son:

- **Utilización de Recursos:** En la eficiencia interna se verifica mientras se procesan los métodos en el código fuente y durante las pruebas al sistema en la arquitectura desplegada ejecutando las tareas en caliente. Se debe considerar que el consumo de recursos al iniciar y culminar una acción no exceda el uso de hardware y software, para lograr optimizar los recursos del sistema.
- **Comportamiento Temporal:** Se determina a través de una respuesta oportuna del sistema mediante el tiempo de procesamiento de los requerimientos. Se debe considerar un rendimiento óptimo dentro del entorno de trabajo.

En la Figura 3. podemos observar que las métricas de evaluación son iguales en su contexto, sin embargo, la forma de medirla está determinada de acuerdo con el ambiente en el que son tratadas.

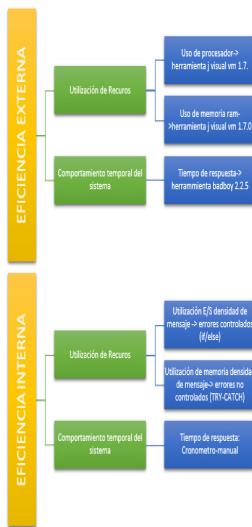


Figura 3. Sub características y métricas de Eficiencia. Elaboración: propia.

Las métricas de Utilización de recursos en la eficiencia externa son:

- **Uso de procesador:** Es fundamental conocer las propiedades de los dispositivos para un correcto procesamiento de la información ya que es recomendable utilizar aquellos que tengan las propiedades iguales o superiores. El valor obtenido en su uso varía, dependiendo de la velocidad de transmisión entre los dispositivos, así como la densidad o velocidad de procesos que se ejecutan en los servidores (Buitrago, Báez, 2017). En este caso, se midió el rendimiento del procesador de la PC cliente al administrar la comunicación entre el lector biométrico y el sistema web partiendo del tipo de procesador y la velocidad de procesamiento. Por lo tanto, se determinó Intel Core I7 como procesador con 2.40 GHz de velocidad de procesamiento.
- **Uso de memoria RAM:** El sistema biométrico requiere un funcionamiento eficaz y efectivo para procesar los datos. Por lo tanto, la capacidad de la memoria RAM debe ser acorde a la cantidad de información tratada para que no colapsen los servidores por una sobrecarga de datos y así tanto la velocidad como el rendimiento del sistema no se vean afectados. La memoria RAM utilizada fue de 4 GB de almacenamiento con una velocidad

de transmisión de 1600 MHz, para un correcto funcionamiento es necesario como mínimo estas especificaciones.

La métrica de comportamiento temporal en la eficiencia externa es:

- **Tiempo de respuesta:** Se determinó el tiempo en que el sistema inicia una acción, la transmisión y la finalización de una tarea específica. Para su medición se utilizó la herramienta web *Bad boy 2.2.5*, la cual permite capturar el tiempo de los procesos elegidos mediante las pruebas al sistema desde la carga permitiendo obtener un informe detallado, así como la captura gráfica de la interfaz de cada prueba realizada. Asimismo se guarda lo efectuado mediante una grabación en caliente (Díaz, Banchoff, Rodriguez y Soria, 2009; Slack, 2011).

Las métricas de Utilización de recursos en la eficiencia interna son:

- **Utilización I/O Densidad de mensaje:** Corresponde al número de bits en mensajes de errores de entrada y salida (Input/Output) cuando se efectúan llamadas al sistema. Para ello se analizó los errores controlados a través del *if/else* diferenciando los casos buenos de los casos excepcionales, es decir; aquellos que han sido previstos desde los requisitos funcionales a evaluar y por ello se ha logrado especificar el camino de la excepción para ser resuelto. Se diagnosticó al código de entrada y salida de datos dentro de los controladores, a través de las sentencias *if/else*, esto se lo realizó de forma manual, debido a que actuaron en el proceso de tareas en la capa de presentación del sistema.
- **Utilización de Memoria Densidad de mensaje:** Corresponde al número de bits en mensajes de errores de memoria cuando se efectúan llamadas al sistema. Por el contrario, se analizó los errores no controlados los cuales no han sido previstos específicamente. Sin embargo, han sido detectados a través de un bloque *try-catch* lo que permite manejar la excepción forjada por código en ejecución. Diversas excepciones pueden ser resueltas en primera instancia a través del bloque catch, a pesar de ello la mayoría de veces no ocurre esta situación y lo único que es viable es garantizar que se genere la excepción adecuada. Es importante mencionar que se especificó a través del bloque *try-catch*, el cual está relacionado al lenguaje de programación utilizado y al uso de la memoria RAM.

La métrica de comportamiento temporal en la eficiencia interna es:

- **Tiempo de respuesta:** Se determinó el tiempo transcurrido en que el sistema empezaba a ejecutar una acción, englobando el inicio y el procesamiento de una tarea en específica, a través de un cronómetro (Ortega, 2010).

3.3. ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE PUNTUACIÓN PARA LAS MÉTRICAS

Cada una de las métricas fue interpretada y especificada de acuerdo con las mediciones a través de los criterios presentados en la norma ISO/IEC 9126-2 y 9126-3. En la Tabla 1 se presenta un ejemplo de la especificación formalizada de la métrica Utilización I/O Densidad de mensaje, donde se completó los datos, y se obtuvo como resultado final “el mayor, el mejor” valor que posteriormente se utilizará para determinar si la métrica cumple con el rango objetivo descrito en la Figura 4.

Tabla 1. Datos para Evaluación de métricas de Eficiencia.

Proceso de Evaluación de la Eficiencia	
Característica:	Eficiencia Interna
Subcaracterística:	Utilización de Recursos
Datos de la Métrica	
Nombre:	Utilización I/O Densidad de mensaje
Objetivo:	¿Cuál es la densidad de mensajes relacionado con la utilización de I/O en las líneas de código responsables haciendo llamadas del Sistema?
Método de aplicación:	Contar el número de errores que pertenecen a fallas de I/O, advertencia y comparar al número estimado de líneas de código responsable en llamadas al sistema $X=A/B$
Medición, Fórmula y cálculo de datos:	$A=\text{Número de I/O relacionados con mensajes del error}$ $B=\text{Número de líneas de código directamente relacionados con llamadas del sistema}$
Interpretación de los valores medidos:	El mayor El mejor
Tipo de escala de métrica:	Absoluto
Tipo de Medida:	$X=\text{contable/contable}$ $A=\text{contable}$ $B=\text{contable}$
Entradas para medición:	Código Fuente
Usuarios Seleccionados:	Diseñadores

Para interpretar los valores medidos, se analiza la sub característica Comportamiento Temporal del Sistema a través de la condición $0 < T$, donde T significa tiempo e indica que mientras más pronto es mejor.

Para la sub característica Utilización de Recursos de la eficiencia interna se realiza mediante la fórmula $A/B= X$, donde A es el número de entrada y salida o número de memoria relacionados con mensajes de error, B es el número de líneas de código del método a analizar, dando X como el recurso contable que mientras mayor sea será mejor (Piedrahita, 2007; Reina, 2017; Durán, *et al.*, 2015). Asimismo, la sub característica Utilización de recursos de la eficiencia externa se establece a través de $0 \leq X$, mientras más pequeño sea el valor será mejor, donde X es el recurso y puede ser: memoria RAM o procesador (Piedrahita, 2007; Reina, 2017; Durán, *et al.*, 2015).

Luego de aplicar las métricas se obtuvo un valor, el cual permite conocer el nivel de eficiencia del sistema utilizando como referencia la norma ISO/IEC 14598-1, la cual nos presenta una escala de valoración en dos categorías: satisfactoria e insatisfactoria, la misma que se subdivide en cuatro categorías: inaceptable, mínimamente aceptable, rango objetivo y excede los requisitos (Vivanco, 2012).

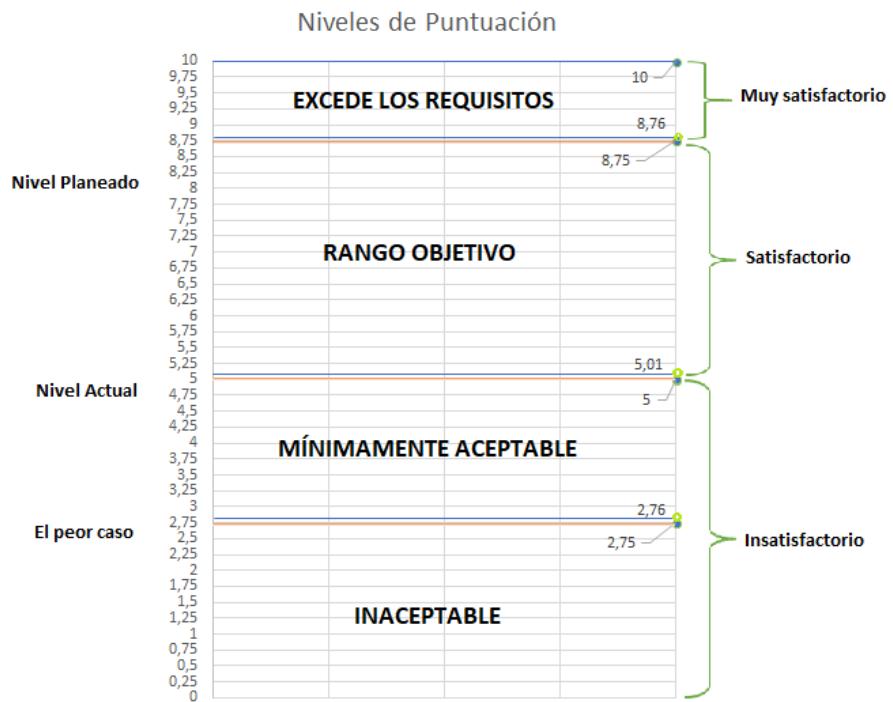


Figura 4. Escala de puntuación para las métricas. **Elaboración:** propia.

En el Figura 4 podemos observar la relación entre datos cuantitativos y cualitativos, establecidos de acuerdo con una escala de medición que plantea el nivel de aceptación de las métricas según el rango al cual pertenecen. Por lo tanto, permite destacar que el nivel “peor caso” se da si los valores obtenidos determinan que el sistema no satisface el mínimo del requerimiento especificado, el nivel “planeado” corresponde a que el sistema es posible con la ayuda de los recursos que dispone, sin ocasionar alteraciones en el mismo y el nivel “actual o inicial” determina que el sistema en producción no se deteriore en la situación presente (Vivanco, 2012).

4. RESULTADOS

Una vez ejecutadas todas las mediciones se pudo constatar los resultados tanto de la eficiencia interna como la externa se realizó el proceso de la siguiente manera para cada una de las subcaracterísticas. Por ejemplo, en la Tabla 2 se visualiza los datos obtenidos de la métrica Utilización de Memoria Densidad de Mensaje de la eficiencia interna, para cada uno de los requisitos funcionales, tomando valores de medición entre 0 a 10. Para este caso se escoge al “mayor” el cual fue Registrar Permisos por Tipo que obtuvo 0.0209 y lo consideramos como 10 en base a la Figura 4.

Tabla 2. Datos de la métrica Utilización de Memoria Densidad de Mensaje. **Elaboración:** propia.

Requerimiento	Utilización de Memoria Densidad de Mensaje	Valor de medición
Ingresar datos del empleado.	0.0086	4.11
Generar los días de vacaciones a partir del registro diario.	0.0059	2.82
Generar atrasos mediante el registro diario del empleado.	0.0054	2.58
Generar asistencia a partir del registro diario del empleado.	0.0048	2.30
Registrar permisos por tipo.	0.0209	10.00
Promedio		4.36

Luego procedemos a verificar si el promedio obtenido de la métrica medida 4.36 se encuentra en el rango objetivo especificado en la Tabla 1. En el ejemplo no se halla en el rango objetivo estableciéndose como mínimamente aceptable es decir insatisfactorio determinando que no se cumple con la percepción de eficiente establecida en la norma ISO/IEC 9126-3. El mismo proceso se realiza con cada una de las métricas, para finalmente obtener un resumen de todos los datos evaluados.

Tabla 3. Resumen de valores de las métricas y ponderación. **Elaboración:** propia.

Característica	Subcaracterística	Métrica	Valor	Ponderación
Eficiencia Interna	Utilización de Recursos	Utilización I/O Densidad de mensaje	6.06	5%
		Utilización de Memoria Densidad de Mensaje	4.36	5%
	Comportamiento Temporal	Tiempo de respuesta	7.00	20%
Eficiencia Externa	Utilización de Recursos	Uso de Memoria	8.45	22.5%
		Uso de Procesador	5.96	22.5%
Comportamiento Temporal		Tiempo de Respuesta	6.44	25%

Además, se realizó un consenso con los interesados del sistema para establecer la ponderación de la medición de acuerdo con el grado de importancia que tiene cada una de las sub características. En la Tabla 3 se determina que a la eficiencia interna le corresponde un 30% distribuidos de la siguiente manera: Utilización de Recursos 10%, Comportamiento Temporal 20%. De igual manera a la eficiencia externa le corresponde un 70% para la Utilización de Recursos 45% y al Comportamiento Temporal 25%.

Finalmente, se distingue un 95% total de cumplimiento de la eficiencia del sistema mientras que un 5% no corresponde al grado de satisfacción requerido, sin embargo, el software es eficiente según lo planteado en la norma ISO/IEC 9126-2 y 9126-3.

5. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se describió un conjunto de actividades que alcanzaron valorar el nivel de eficiencia, permitiendo realizar mediciones que se pueden adaptar a diferentes entornos de evaluación de calidad de un producto software.

Los resultados determinaron que las métricas establecidas en la norma ISO/IEC 9126-2 y 9126-3 logran precisar una correcta evaluación de la característica eficiencia. Además, la eficiencia está relacionada estrechamente con las propiedades de los componentes de los dispositivos utilizados en el sistema informático. Por lo tanto, para

una correcta comunicación entre los componentes es necesario tener propiedades iguales o superiores debido a que las mediciones se lograrán en un entorno normalizado.

Es importante utilizar herramientas tecnológicas para la toma de datos debido a la facilidad en la obtención de los parámetros, así como la agilidad en la generación de resultados del análisis de las métricas. Como resultado del análisis se determinó un nivel de eficiencia del 95% y un faltante de 5%, de acuerdo con la norma utilizada se considera como un producto eficiente.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, N. J., Espinel, L. A. y Garcia, J. L. (2017). Estándares Para La Calidad de Software. *Tecnología Investigación y Academia*, 5(1), pp. 75–84. Recuperado de: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tia/article/view/8388/pdf>

Buitrago-Rodríguez, J. S. y Báez-Sánchez, J. S. (2017). *Sistema de Control de Acceso Basado en el Reconocimiento Biométrico de la Distribución Superficial de las Venas de la Mano* (Trabajo de fin de grado). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11634/10682>

Díaz, F. J., Banchoff Tzancoff, C. M., Rodríguez, A. S., y Soria, V. (2009). Herramientas open source para testing de aplicaciones Web. Evaluación y usos. En *XV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación* (pp. 742-751). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10915/21017>

Duque Oliva, E. J. (2005). Revisión Del Concepto de Calidad Del Servicio y Sus Modelos de Medición. *Innovar*, 15(25) , pp. 64–80. Recuperado de: <http://www3.redalyc.org/articulo.oa?id=81802505>

Durán Sanjuán, Á. J., Peinado Rodríguez, J. L., y Rosado, A. A. (2015). Comparación de dos tecnologías de desarrollo de aplicaciones móviles desde la perspectiva del rendimiento como atributo de calidad. *Scientia Et Technica Año XX*, 20(1), pp. 81-87. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84938609010>

Etchart, G., Alvez, C. y Benedetto, M. (2013). Gestión De Datos Biometricos En Bases De Datos Objeto-Relacionales. En *XV Workshop de investigadores en ciencias de la computación* (pp. 97–101). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10915/27105>

León, N. E. (2011). Herramienta computacional para la evaluación de calidad de productos software enmarcados en actividades de investigación. *Computational Tool for Assessment of Software Products Under Research Activities*, 2(48) , pp. 93-98. doi:<http://dx.doi.org/10.22517/23447214.1247>

Ortega Cabrera, E. (2010). Estudio De Aplicabilidad Y Comparativo De Un Modelo De Calidad a Productos De Software Con La Norma Iso/Iec 9126 (Trabajo de fin de grado). Recuperado de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90580/D-83241.pdf>

Piedrahita Mesa, S. (2007). Construcción de Una Herramienta Para Evaluar La Calidad de Un Producto Software (Trabajo de fin de grado. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10784/2431>

Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería Del Software. Un Enfoque Práctico* (7 ed.). México D.F., México: Mc Graw Hill.

Reina Guaña, E. P. (2017). Sistema de Control Biométrico para los Empleados de la “Fundación Amiga” de la ciudad de Esmeraldas, aplicando la norma ISO/IEC 9126-2 y 9126-3 para determinar la eficiencia del Software (Trabajo de fin de grado). Recuperado de: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/7348>

Slack, J. M. (2011). System Testing of Desktop and Web Applications. *Information System Education Journal*, 9(4), p. 68. Recuperado de: <http://isedj.org/2011-9/N3/ISEDJv9n3p68.pdf>

Vivanco Villamar, A. A. (2012). Evaluación de La Calidad Del Sistema Integrado Para Casas de Valores SICAV de La Bolsa de Valores de Quito Utilizando la Norma ISO/IEC 14598 (Trabajo de fin de grado). Recuperado de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4329>

/04/

EDUCACIÓN CONTINUA, GESTOR DEL APRENDIZAJE Y CONOCIMIENTO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

CONTINUING EDUCATION, MANAGER OF LEARNING AND KNOWLEDGE IN HIGHER EDUCATION

Carlos Fernando Meléndez Tamayo

Doctor en Educación por la Universidad Complutense de Madrid, Magister en Gerencia de la Educación Abierta, Especialista en Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica, Ingeniero en Sistemas Informáticos, Profesor - Investigador, Director del Departamento de Educación a Distancia y Virtual de la Universidad Técnica de Ambato (UTA). (Ecuador)
E-mail: cmelendez77@uta.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7990-4859>

Luis Danilo Flores Rivera

Magister en Arquitectura de la Información, Magister en Educación a Distancia, Ingeniero en Electrónica e Instrumentación, Ingeniero de Mantenimiento, Ingeniero Comercial, Personal de Apoyo Académico - Técnico Docente de la Universidad Regional Amazónica IKIAM. (Ecuador)
E-mail: ldaniflores77@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1301-6880>

Recepción: 15/09/2018. Aceptación: 12/12/2018. Publicación: 28/12/2018

Citación sugerida:

Meléndez Tamayo C. F. y Flores Rivera, L. D. (2018). Educación Continua, Gestor del Aprendizaje y conocimiento en la Educación Superior. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 7(4), pp.76-97.
doi:<http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2018.62.76-97>

RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito conocer los escenarios, metodologías, modalidades y medios tecnológicos en los que la educación superior se desarrolla. La Universidad como una entidad humanística, formadora y creadora de la investigación, la cultura, y la ciencia son el pilar fundamental en la gestión de aprendizaje. Es así que la misma ha generado y adoptado sistemas inteligentes de aprendizaje que han evolucionado de acuerdo a las necesidades y competencias requeridas por la sociedad, siendo la educación continua uno de los procesos que la Universidad ha vinculado al servicio de las personas en general, estudiantes, docentes y profesionales. Este medio ha permitido ser aporte y soporte de la gestión del conocimiento, con talento humano y estructura necesaria para su trabajo. La investigación analizó una muestra de 75 participantes de los cursos de educación continua de la Dirección de Educación a Distancia y Virtual (DEaDV) de la Universidad Técnica de Ambato (UTA).

El procedimiento metodológico que respaldó la investigación fue análisis cuali-cuantitativo, seguida de la investigación bibliográfica-documental, que profundizó diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores. Posteriormente, se aplicó la investigación de campo a los dos cursos de educación continua, por medio de un cuestionario estructurado, el cual había sido validado previamente en tres fases, obteniéndose resultados para el análisis descriptivo, que permitieron plantear conclusiones y recomendaciones de la investigación.

El proceso permitió evidenciar las nuevas estructuras para gestionar la información y conocimiento en la educación superior, así como exponer resultados de diferentes ámbitos. Entre los más destacados están la evaluación de la estructura y la organización metodológica curricular con una aceptación del 87%, la pertinencia de utilizar productos acreditables (actividades, tareas, informes, trabajos finales) con un 73% de consideración y la preferencia de la *modalidad híbrida o b-learning* con el 84%.

ABSTRACT

The purpose of this research is to know the scenarios, methodologies, modalities and technological means in which higher education develops. The University as a humanistic entity that forms and creates research, culture and science is the main base in the management of learning. Therefore, the University has generated and adopted intelligent learning systems that have evolved according to the needs and competencies required by society, being continuous education one of the processes that the University has linked to the service of people in general, students, teachers and professionals. This means has allowed

to be contribution and support of the knowledge management, with human talent and necessary structure for its work. The research analyzed a sample of 75 participants of the continuing education courses of the Directorate of Distance and Virtual Education (DEaDV) of the Technical University of Ambato (UTA).

The methodological procedure that supported the research was qualitative-quantitative analysis, followed by bibliographic-documentary research that deepened different approaches, theories, conceptualizations and criteria of different authors. Subsequently, field research was applied to the two continuing education courses, by means of a structured questionnaire, which prior to the application was validated in three phases, obtaining results for the descriptive analysis, which allowed to raise conclusions and recommendations of the research.

The process made it possible to demonstrate the new structures for managing information and knowledge in higher education, as well as expose results from different areas, among the most outstanding the evaluation of the structure and the curricular methodological organization with an acceptance of 87%, the relevance of using creditable products (activities, tasks, reports, final works) with a 73% consideration and the preference of the hybrid or b-learning modality with 84%.

PALABRAS CLAVE

Educación 4.0, Educación continua, Educación superior, Gestión del conocimiento, Sistemas inteligentes.

KEYWORDS

Education 4.0, Continuing education, Higher education, Knowledge management, Intelligent systems.

1. INTRODUCCIÓN

La Educación Continua se ha constituido en el medio dinámico en que la actividad docente universitaria se vincula con programas de formación y capacitación al educando (profesionales, estudiantes, público en general) que deseé o requiera profundizar conocimientos, habilidades, actitudes y destrezas que fortalecen su campo de acción, o quiera ampliar conocimientos a áreas complementarias, emplear nuevos procedimientos y/o tecnologías con el fin de lograr un mejor desempeño, posición laboral y un desarrollo personal (Red Universitaria de Educación Continua, 2017).

Un factor significativo constituye la innovación tecnológica que ha planteado nuevos escenarios para la educación, donde están inmersas las tecnologías de la información y comunicación (TIC), la robótica, la inteligencia artificial (IA), sistemas expertos, realidad virtual (RV), realidad aumentada

(RA), la industria 4.0, Internet de las Cosas (*Industrial Internet of Things* [IoT]), minería de datos (*data mining*), inteligencia de datos (*big data*) y las relacionadas con la inteligencia emocional, aprendizaje participativo (*coaching*), mejoramiento en el nivel de atención (*mindfullness*). Estas tecnologías y conceptos modernos deben tener conciencia colectiva y socioformación como punto de unión y equilibrio a través de una colaboración continua (Fierro Santillán y Alfredo Díaz, 2017).

Del contexto indicado, las TIC tienen alta importancia puesto que han influenciado en la gestión, colaboración de entornos virtuales y metodología utilizada en el proceso enseñanza aprendizaje (PEA) (López Tórrez y López Herández, 2015). Por ello, se están integrando la tendencia de la industria 4.0, que habla del conocimiento que es necesario pero no es suficiente, con relación al razonamiento abstracto y el conocimiento que requieren estar vinculados con el mundo real a través de proyectos y aplicaciones reales. Esto conlleva a que la Universidad, instituciones de educación superior y centros educativos deban internalizar una metodología de aprendizaje en la que alumnos y profesores colaboren para diseñar proyectos para la vida real que se desarrollan en equipo durante semanas o incluso meses (Ranz, 2016).

Esta perspectiva evidencia que la tecnología es esencial en el aprendizaje universitario, puesto que fomenta la cultura investigativa, la innovación de aprendizajes y la retroalimentación de conocimientos (Flores Rivera y Meléndez Tamayo, 2017), pero su cumplimiento se dará siempre y cuando el entorno organizacional sea inteligente, y con esto se quiere decir *conocimiento y aprendizaje del proceso*, adaptación a los cambios culturales (Garbanzo-Vargas, 2016) y evolución del rol docente (capital humano), factor clave para alcanzar la calidad en la innovación digital. Esta transformación se dará con la enseñanza superior reorientando la formación y aumentando el sector de producción TIC (producción de software y servicios digitales), acompañada de programas de educación continua que sean mecanismos de inclusión de sectores sociales desfavorecidos, que abarquen TIC con todos los programas y carreras específicas en esta disciplina (Bedoya Rodríguez, *et al.*, 2016). Estos factores deben complementarse con una gestión eficiente y efectiva por parte de la institución educativa, y asimismo ejercer una responsabilidad social que contribuya al desarrollo en un contexto global y la praxis de mejoramiento continuo que permita alcanzar estándares de calidad académica.

2. REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA

Los avances e innovaciones tecnológicas desarrollados con la digitalización han revolucionado los ámbitos social, económico, cultural y educativo. Esto se está palpando y será con mayor intensidad en el futuro. El Internet y las tecnologías de vanguardia están en un constante crecimiento, con lo cual será fácil vincular fábricas inteligentes, industria 4.0, IoT, la robótica industrial,... entre otras tendencias que la sociedad va priorizando. Con lo dicho es vital que la educación innove y educar para innovar, en otras palabras, replantear las formas de aprender, enseñar, construir y compartir la información y conocimientos (Restrepo, 2016).

En la Figura 1, se ilustra la evolución de las etapas tecnológicas versus el grado de cambios e impactos en la modernidad industrial.

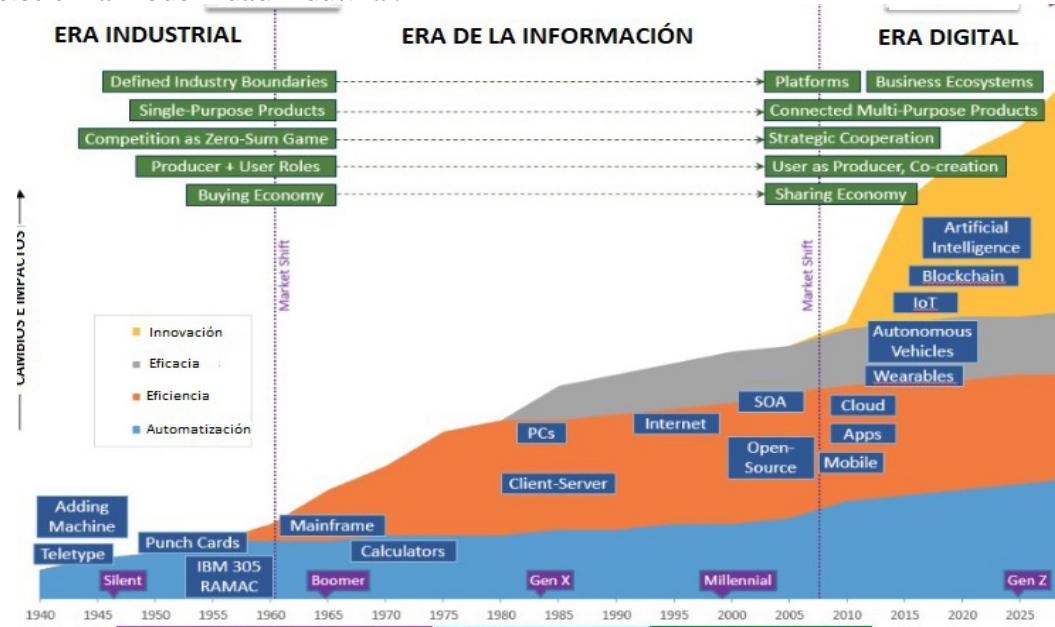


Figura 1. Evolución de las etapas tecnológicas y el grado de cambios e impactos en la modernidad industrial.

Fuente: Majesco, (2016).

De la Figura 1 se puede extraer que en la era industrial está presente la automatización y que al final de la misma se ponen en marcha criterios de eficiencia. En la era de la información, la automatización tiene un leve incremento, se destaca mayor incidencia de la eficiencia en los procesos productivos y surge el concepto de eficacia como criterio de optimizar recursos y la productividad. La era digital tiene incremento en el índice de automatización, eficiencia y eficacia en los procesos, concentrándose mayores esfuerzos en la innovación de productos y servicios. En esta etapa sobresalen las IoT, la inteligencia artificial y las cadenas de bloques (base de datos que enlaza la recuperación de información y la verificación que no se ha cambiado [blockchain]) (criptonoticias, 2015).

Otro aspecto que registrar por los cambios industriales es las características del mercado en la modernidad digital:

- De límites definidos por la industria a escenarios donde están presentes plataformas y ecosistemas de negocios.
- De la competencia de juego de suma cero (la ganancia o pérdida de un participante se equilibra) a un usuario como productor participe de la creación.
- De economía de compra a economía colaborativa.

Además, la modernidad digital asociada a la revolución en la industria 4.0, se caracteriza por tres atributos esenciales: más flexibilidad en procesos de producción a medida de cada cliente individual, más velocidad para reducir a un tiempo óptimo y colocar el producto en el mercado y mayor eficiencia-eficacia por técnicas del análisis de datos que permite la digitalización y el IoT (Ranz, 2016). Estos eventos paralelamente se relacionan con la educación 4.0.

2.1. EDUCACIÓN 4.0

La educación 4.0, que tiene tres características fundamentales:

- Aprendizaje flexible en función de las necesidades e intereses de cada estudiante.
- Aprendizaje al propio ritmo y a la velocidad de cada estudiante con independencia de su edad, curso y afinidad.

- Aprendizaje digital con retroalimentación (feedback) constante a partir del análisis de los datos derivados del progreso del propio aprendizaje (Learning Analytics).

Lo primordial en la educación 4.0 es el aprendizaje con factores de flexibilidad, ritmo propio y análisis de datos. A la par va la transformación digital, medio en que la educación 4.0, marca una tendencia tecnológica, velocidad en sus procesos y nuevos desafíos académicos que son imparables con gran impacto e irreversibles. En este sentido, la tecnología es un catalizador clave del proceso de transformación digital de la educación.

Retos de la educación 4.0

La complejidad en los retos de la educación 4.0, es la gestión a realizarse por los líderes educativos y son las siguientes:

- El cambio de las prácticas sociales y cultura en las instituciones educativas, universidades y administraciones públicas.
- La formación del profesorado y de equipos directivos.
- El estímulo, atracción y desarrollo del talento de los profesores a la educación 4.0. (Ranz, 2016).

2.2. SISTEMAS INTELIGENTES EN LA GESTIÓN DE EDUCACIÓN MASIVA

El desarrollo de sistemas informáticos ha generado una transformación en la educación, dando paso a ambientes, entornos, escenarios y/o plataformas de aprendizaje, sobresaliendo los siguientes:

- Cursos en línea basados en la gratuidad y la apertura de contenidos a todo tipo de usuarios (Massive Online Open Courses [MOOCs]).

Los MOOCs, son los más novedosos de hoy en día, su idea surgió en 2001 con el concepto Aprendizaje Social (Social Learning), que es la posibilidad de aprender a través de la interacción con otras personas. Los MOOCs alcanzan su popularidad en 2011 gracias al curso Introduction to Artificial Intelligence ofrecido por Sebastian Thrun y Peter Norvig en la Universidad de Stanford a través de la compañía startup llamada Know Labs (actualmente Udacity), donde se matricularon más de 160.000 personas. Esto fue el precedente a diferentes plataformas como Coursera o edX (Vivar Zurita, Vinader Segura y Abuín Vences, 2015).

El escenario y enfoque de los cursos es la masividad, donde las personas pueden tener acceso a un nivel de acreditación de las Universidades reconocidas en el mundo entero. Esto es factible con la incorporación de las TIC, Inteligencia Artificial, Sistemas de Redes Neuronales Artificiales y otras Tecnologías Inteligentes que permitan acreditar los procesos curriculares de aprendizaje y evaluación (Diaz, 2014).

Lo renovado de los MOOC es su clasificación, sin existir unanimidad de estudios e importancia pueden ser:

- cMOOC, cursos gratuitos y verdaderamente accesibles que buscan el aprendizaje basándose fundamentalmente en la teoría conectivista, que es interacción con otros estudiantes (a través de blogs, feeds RSS) y son precisamente estas relaciones el valor agregado, pasando la certificación segundo plano y facilitando la creatividad y el trabajo colaborativo en red.
- xMOOC, no conectivistas, se centran contenidos ofrecidos únicamente a través de la página web y permite gestionar gran número de estudiantes inscritos. En este caso, la colaboración es más rígida y la acreditación del curso se mide a través de la evaluación de pruebas o trabajos (Vivar Zurita, Vinader Segura y Abuín Vences, 2015).

Con lo señalado, es vital que los MOOCs evolucionen con una nueva visión del aprendizaje, fomentando la individualización y gestión de tecnologías digitales e inteligentes para obtener logros personales, como una alternativa a los cursos masivos tradicionales (Zapata-Ros, 2014).

Inteligencia de datos (big data)

La inteligencia de datos es un factor importante en la educación digital, permite mejor control y gestión de aprendizajes de los estudiantes; su mayor valor está en el tiempo real en que se pueden ejecutar actividades como captura, almacenamiento y procesamiento de datos. El docente puede monitorear, identificar y reprogramar los procesos que desarrolla el educando, con lo que se optimiza actividades para la comprensión en las distintas áreas en la que se prepara.

El big data ayuda al docente a crear una ruta personalizada para todo el proceso educativo. Esto permite al estudiante la mejor versión de sí mismo que es la meta de la educación. En este nuevo escenario, el docente pasa a hacer un coach del estudiante, buscando descubrir debilidades y fortalezas con el fin de trabajar, motivar y superar las dificultades presentadas e impulsar sus puntos

fuertes. Este giro radical con un feedback en tiempo real promueve la eficiencia y dinamismo académico en la que están inmersos estudiantes, docentes y editores de contenidos.

La realidad del big data será fortalecida con las entidades inmersas (gobierno, universidad, instituciones de educación y empresas tecnológicas) en el proceso educativo y que se alineen y emprendan un proyecto de transformación definitivo. El logro de estas acciones serán una sociedad mejor preparada, más creativa, menores tasas de desempleo, por tanto más competitiva (García Barbosa, García Esteban, de Rojas, López López y Nuñez, 2016). La Figura 2 describe el funcionamiento del big data.

Figura 2. Big data ¿Cómo funciona este proceso?



Fuente: The Flipped Classroom , (2014)

2.3. TENDENCIAS Y DESAFÍOS

La educación superior en una investigación realizada por la New Media Consortium (NMC) y su proyecto horizonte (Horizon Project) presenta aspectos clave a ser considerados por las Instituciones, Autoridades de educación, Líderes de educación, Educadores y todo miembro partícipe de la academia. Dentro de las perspectivas están las tendencias, los desafíos significativos y los desarrollos tecnológicos, que tendrán un impacto global y serán de gran importancia en los próximos cinco años (Johnson, 2016). La Figura 3, relaciona las tendencias, desafíos y desarrollos tecnológicos.



Figura 3. Tendencias, desafíos y desarrollos tecnológicos en la educación superior.

Fuente: Johnson, (2016).

El modelo NMC Horizon Project (2016) usa tres enfoques para las tendencias y desafíos: política (leyes formales, las regulaciones, las reglas y las directrices que gobiernan universidades y unidades educativas), liderazgo (visión de futuro de los expertos, basada en la investigación y la profunda consideración) y práctica (nuevas ideas y pedagogías, en universidades y entornos relacionados) (Johnson, 2016).

Desafíos significativos que impiden la adopción de tecnologías en la enseñanza superior

1. Desafíos solucionables: aquellos que entendemos y sabemos cómo solucionar

Mezcla del aprendizaje formal e informal

Internet ha puesto todo al alcance de nuestra mano, promoviendo el interés por las clases de aprendizaje auto dirigidas basadas en la curiosidad que surgen comúnmente de museos, centros científicos y redes de aprendizaje personales. Estas y otras formas menos formales de aprendizaje recaen bajo el aprendizaje informal y sirven para mejorar la participación de estudiantes, y los anima a seguir sus propias vías de aprendizaje e intereses.

Mejora de la alfabetización digital

La proliferación de Internet, dispositivos móviles y otras tecnologías ahora omnipresentes en la educación, la visión tradicional de la alfabetización de leer y escribir se ha expandido en la comprensión de las herramientas digitales y la información. Por tanto, las instituciones de educación deben fortalecer sus competencias en problemas de alfabetización, objetivos curriculares y programas de desarrollo docente. La aceptación de la alfabetización digital está impidiendo a muchas escuelas y universidades formular políticas y programas que aborden este desafío de forma adecuada. El debate de la alfabetización digital como competencia de una serie de herramientas digitales con diferentes objetivos educativos, o como un indicador de la capacidad de evaluar críticamente los recursos disponibles en la web.

2. Desafíos difíciles: aquellos que entendemos pero cuyas soluciones son imprecisas

Modelos de educación en competencia

Los nuevos modelos de educación se contraponen a los modelos tradicionales de educación superior, donde los estudiantes reciben clases impartidas por docentes, asistiendo al campus a cambio de créditos académicos. Las instituciones buscan maneras de proporcionar servicios de aprendizaje de alta calidad y más oportunidades a menor costo. Las MOOCs, la educación basada en competencias,

la codificación de los bootcamps (campos de entrenamiento) de programación, y la desagregación general de productos y servicios afectan a los sistemas de crédito-hora actuales y a los programas de grado. Las tendencias de sistemas de aprendizaje necesitan de líderes de educación que evalúen con veracidad los modelos y determinen la mejor manera de apoyar la colaboración, interacción y evaluación a gran escala.

Personalización del aprendizaje

La personalización del aprendizaje se relaciona con programas educativos, experiencias, métodos de enseñanza y estrategias de apoyo académico que abordan necesidades de aprendizaje, intereses, aspiraciones, o antecedentes culturales específicos de estudiantes individuales. Al aprendizaje personalizado, le falta el apoyo tecnológico y prácticas modernas, especialmente a gran escala. El creciente interés en la personalización de la enseñanza busca satisfacer necesidades particulares de los estudiantes y promueve el desarrollo tecnológico.

3. Desafíos muy difíciles: aquellos que son difíciles incluso de definir y mucho más de solucionar

Equilibrar nuestras vidas conectadas y no conectadas

Las instituciones de educación superior deben equilibrar el uso de las tecnologías con otras actividades necesarias para el desarrollo de los estudiantes. Por tanto, universidades e instituciones de educación superior tienen que fomentar un uso consciente de las herramientas digitales y los efectos de las mismas. La educación al estar armonizando con las tendencias tecnológicas, los instructores deben facilitar oportunidades donde los estudiantes sientan, digieran, reflexionen y lleven a cabo experiencias sensoriales cruciales para el desarrollo del carácter y la integridad.

2.4. OBJETIVOS

Los objetivos propuestos para el estudio:

- Conocer los escenarios, metodologías, modalidades y medios tecnológicos en los que la educación superior está desarrollando.
- Establecer nuevas estructuras que gestionen información y conocimientos a la educación superior.

3. METODOLOGÍA

El análisis cuali-cuantitativo se utilizó para potenciar el enfoque de la investigación, como lo indica Pérez Juste (1994), la investigación educativa contempla la modalidad de investigación destinada a evaluar los programas educativos en condiciones de rigor de cara a la mejora de las personas a las que se aplica. Sus trascendentales características son la practicidad y la especificidad a realidades concretas, diversidad en los diseños de investigación desde el contexto cuantitativo y cualitativo.

Se utilizó la investigación bibliográfica-documental para ampliar, comparar, conocer, profundizar diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre un tema determinado. Los medios que apoyaron esta investigación fueron revistas indexadas, blogs de expertos, libros, e-libros entre otros medios digitales.

Posteriormente, se aplicó investigación de campo extrayendo informaciones de los participantes de los cursos de educación continua dos paralelos dando una totalidad de 75 participantes; este contacto en forma directa permitió obtener impresiones de la realidad de los participantes, así como adquirir información vinculada a los objetivos del proyecto.

El instrumento aplicado para medir las impresiones de los participantes fue la encuesta con un cuestionario estructurado. Este se aplicó en el sitio en donde los participantes encuadran las actividades del curso. Una vez aplicado el instrumento, se procedió con la investigación descriptiva, con la cual se obtuvo resultados que permiten plantear conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada.

Es importante mencionar que se realizó un proceso de validación del cuestionario, el cual fue desarrollado en tres fases:

1. Validación del cuestionario por parte de un experto, el mismo que permitió mejorar la estructura, redacción de las preguntas y relevancia para el consecuente procesamiento de la información.
2. Se rediseñó el cuestionario con los ítems, en base a las observaciones y sugerencias del experto.
3. Se aplicó una prueba piloto, en la que se pudo detectar dificultades por parte de los encuestados

al momento de contestar las preguntas; ya sea por emplear un lenguaje extremadamente técnico o complejo. El proceso se realizó aleatoriamente en dos cursos de educación continua con un total de 75 participantes, en donde se impartía el curso de Docencia Universitaria. Los cursos son desarrollados por la Dirección de Educación a Distancia y Virtual (DEaDV) de la Universidad Técnica de Ambato (UTA) universidad pública del Ecuador.

Modo de aplicación del instrumento

Este proceso permitió obtener un instrumento de calidad, que fue clave para recolectar información confiable y relevante de los procesos que maneja los cursos de educación continua de la UTA.

Una vez validado el instrumento, se procedió con los siguientes pasos:

1. El instrumento “encuesta” fue enviado por vía electrónica mediante la notificación al correo electrónico del participante, mismo que fue registrado el momento de la inscripción, para lo cual se estableció un cronograma de aplicación del instrumento.
2. Se aplicó la encuesta a todos los participantes que en número fueron 600 de los cursos de educación continua de la DEaDV de la UTA.
3. Se cotejaron y registraron las respuestas de la encuesta aplicada al proceso.
4. Se tabularon los resultados obtenidos del proceso, dando paso al análisis y discusión de los mismos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluó la estructura metodológica planteada en la formación identificando que los elementos de mayor significación son:

- a) Los productos acreditables por unidades.
- b) Evaluación colaborativa obligatoria mediante la videoconferencia.

El 87 % de los encuestados (Figura 4), manifestaron la conformidad con la metodología utilizada, entendiéndose como metodología la organización curricular del curso que contó con tres zonas:

- Zona de información.
- Zona académica.
- Zona de cierre.

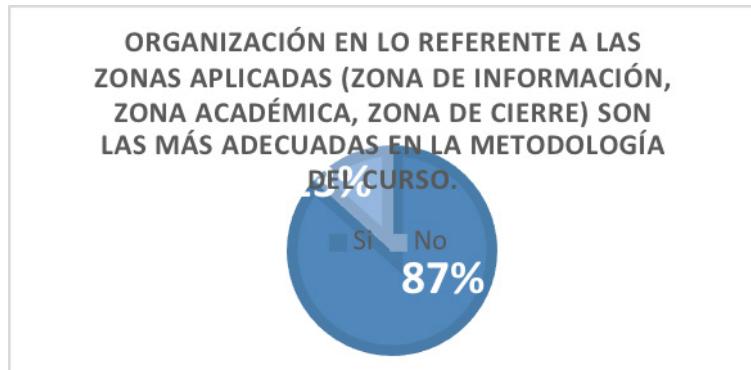


Figura 4. Organización en la Metodología del curso.

Fuente: sistema informático DEaDV-UTA (2017).

Tabla 1. Resultados organización en la Metodología del curso.

La organización en lo referente a las zonas aplicadas (zona de información, zona académica, zona de cierre) son las más adecuadas en la metodología del curso.	
Sí	65
No	10

Nota: Tomada del Sistema informático DEaDV-UTA – Encuesta (2017).

La zona académica fue considerada la más relevante, ya que el 73% de los encuestados encontraron la pertinencia al utilizar elementos como productos acreditables en actividades, tarea, informe, trabajo final evaluado, entre otros. Es importante mencionar que, existió una alta participación e interacción en foros (Figura 5), con retroalimentación continua la misma que reforzó el aprendizaje.

Figura 5. Interacción de los usuarios en los foros de los cursos de educación continua

Fuente: Plataforma educativa DEaDV-UTA para cursos de educación continua (2017)

La encuesta permitió conocer impresiones de los escenarios, metodologías y medios tecnológicos utilizados en los cursos de educación continua enfocados en la formación universitaria de las tres modalidades:

- Presencial.
 - Híbrida o mixta.
 - Virtual

Al consultar sobre las modalidades de preferencia para participar en un curso de educación continua, el 84% de los encuestados manifestó que la modalidad híbrida o b-learning promueve una mayor confianza, ya que en los encuentros o encuadres permiten solventar necesidades y retroalimentar experiencias.

En lo referente a los medios tecnológicos, el 79 % de los encuestados se sienten cómodos con el uso de plataformas educativas abiertas o de libre acceso (MOODLE 3.2.6); ya que cuenta con herramientas como BigBlueButton (grabación y reproducción de sesiones) para utilización en videoconferencias. Otros complementos son las insignias que permiten hacer un seguimiento y reconocer el esfuerzo (logros) de los participantes; la libreta de calificaciones refleja la puntuación de las actividades realizadas.

Las herramientas y medios utilizados en el aula virtual de la plataforma educativa que consolidaron y sobresalieron en los aprendizajes según los encuestados son:

- Video conferencias 45%.

- Blogs 23%.

- Foros 10%.

- Chat 2%.

La Figura 6, refleja a la video conferencia como la herramienta tecnológica de mayor uso en la plataforma educativa, esto se debe principalmente a que los videos pueden ser reproducidos cuantas veces quiera el participante y así consolidar su aprendizaje.

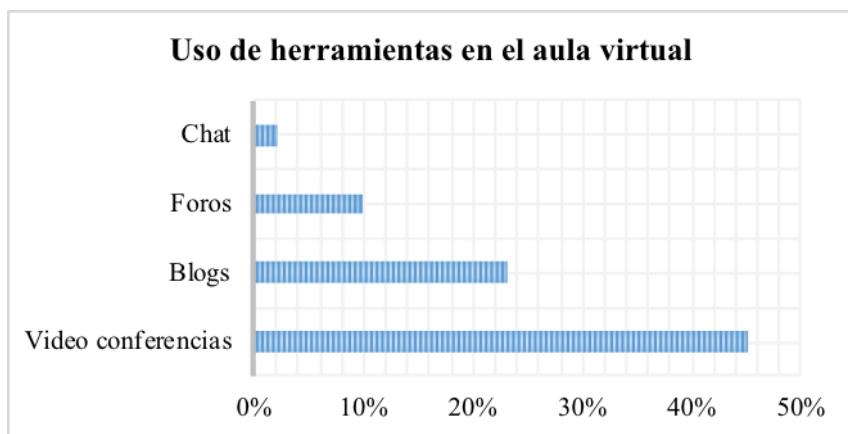


Figura 6. Herramientas y medios utilizados en la plataforma virtual.

Fuente: Sistema informático DEaDV-UTA – Encuesta (2017).

Los participantes encuestados destacaron como elemento diferenciador y que fortaleció el proceso de los cursos de educación continua son la flexibilidad porque cubrió necesidades de los participantes al curso, ritmo propio porque el participante podía disponer del tiempo suficiente para cumplir con las actividades programadas.

5. CONCLUSIONES

La Universidad, ante este nuevo escenario y desafío que traen los avances tecnológicos, debe fomentar valores humanísticos que concienticen el buen uso de las tecnologías, así como un pensamiento crítico propositivo que conlleve a una toma de decisiones que fomente soluciones a necesidades y problemas que se presentan en la sociedad.

El docente debe ser flexible a los cambios tecnológicos y evolucionar con los mismos en su rol, pero para llegar a este modelo de enseñanza, las instituciones de educación deben entrenar, motivar y comprometer al catedrático en este nuevo reto.

La relación de la gestión universitaria y tecnológica debe ser de equilibrio como factor clave. Esta debe adaptarse y optimizarse ante el crecimiento de nuevos escenarios y procesos de formación de sus educandos.

Es primordial validar documentos que permitan obtener las mejores impresiones de los participantes a los cursos de educación continua. Esto sin duda fortalecerá el proceso así como el ambiente del participante para adquirir nuevos conocimientos y competencias para su desarrollo laboral.

Finalmente, la educación 4.0 debe comprometer y asegurar que los aprendizajes tengan factores de flexibilidad, ritmo propio y análisis de datos, lógicamente vinculada a la transformación digital compuesta por tecnología digital, velocidad en los procesos e innovación ante los nuevos desafíos académicos.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bedoya Rodríguez, R. F., et al. (2016). *Entornos digitales y políticas educativas : dilemas y certezas.* (M. T. Lugo, Ed.) Buenos Aires, Argentina: Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación IIPE-Unesco. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002458/245810s.pdf>

Criptonoticias. (2015). *criptonoticias.com*. Recuperado de: <https://www.criptonoticias.com/informacion/que-es-una-cadena-de-bloques-block-chain/#axzz50z9GMUh7>

Díaz, L. C. (2014). Investigación en Progreso: Gestión de la Educación Superior en Contextos de Masividad Basada en Tecnologías Inteligentes de Transformación de Información. *Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 2(4), pp. 269-272. Recuperado de: <http://revistas.unla.edu.ar/software/article/view/186>

Fierro Santillán, C., y Alfredo Díaz, S. (31 de Julio de 2017). *Organización de Estados Iberoamericanos*. Recuperado el 4 de Diciembre de 2017, de: <http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?La-cuarta-revolucion-industrial-en-la-educacion>

Flores Rivera, L. D., y Meléndez Tamayo, C. F. (2017). Variación de la autonomía en el aprendizaje en función de la gestión del conocimiento para disminuir en los alumnos los efectos del aislamiento. *RED. Revista de Educación a Distancia*, pp. 1-15. doi: <http://dx.doi.org/10.6018/red/54/7>

Fundación Mapfre. (2017). *Libro del profesor El desafío de las tecnologías educación 4.0*. Madrid, España: fundacionmapfre.org. Recuperado el 13 de Diciembre de 2017, de: https://www.fundacionmapfre.org/fundacion/es_es/images/libro-profesor-tecnologia_tcm1069-421445.pdf

Garbanzo-Vargas, G. M. (Enero-Junio de 2016). Desarrollo organizacional y los procesos de cambio en las instituciones educativas, un reto de la gestión de la educación. *Educación*, 40(1), pp. 67-87. Recuperado el 7 de Diciembre de 2017, de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44043204005>

García Barbosa, J., García Esteban, R., de Rojas, F. H., López López, V., y Nuñez, M. (2016). Big data. *El poder de convertir datos en decisiones*. Madrid, España: Telefónica. Recuperado de: <https://aunclicdelastic.blogthinkbig.com/ebook-big-data-poder-convertir-datos-decisiones/>

Johnson, L. A. (2016). *The NMC Horizon Report: Edición Educación Superior 2016*. Austin, EE.UU.: The New Media Consortium. Recuperado el 10 de Diciembre de 2017, de: <http://cdn.nmc.org/media/2016-nmc-horizon-report-HE-ES.pdf>

López Tórrez, Á. y López Herández, L. (2015). Uso de la Educación Virtual en los postgrados de la Facultad de Humanidades y Ciencias Jurídicas de la UNAN-Managua. *Universidad y Ciencia*, VIII(13), pp. 80-88. Recuperado el 1 de Diciembre de 2017, de: <https://revistauniversidadyciencia.unan.edu.ni/index.php/ruc/article/view/102>

Majesco. (2016). www.majesco.com. Recuperado de: <https://www.majesco.com/resources/future-trends-seismic-shift-underway/>

Meléndez Tamayo, C., Benítez Aldas, M., Luzuriaga Jaramillo, A., y Flores Rivera, L. (2017). Herramientas sociales como apoyo al profesorado. En: *Actas de las Jornadas Virtuales de Colaboración y Formación Virtual USATIC 2017, Ubicuo y Social: Aprendizaje con TIC*. (p. 148). Madrid, España: Budok Publishing S.L.

Pérez Juste, R. (1994). Investigación y mejora de programas. Programas comunes y programas personales. En V. García Hoz, *Problemas y Métodos de investigación en educación personalizada* (pp. 510-536). Madrid, España: RIALP S.A.

Ranz, R. (30 de Mayo de 2016). *Una educación 4.0 para el fomento del talento 4.0*. Recuperado el 11 de Diciembre de 2017, de: <https://robertoranz.com/2016/05/30/una-educacion-4-0-para-el-fomento-del-talento-4-0/>

Ranz, Roberto. (6 de Junio de 2016). *La revolución digital: el impacto de la industria 4.0 en el empleo y la educación*. Recuperado de: <https://robertoranz.com/2016/06/06/la-revolucion-digital-el-impacto-de-la-industria-4-0-en-el-empleo-y-la-educacion/>

Red Universitaria de Educación Continua. (20 de Diciembre de 2017). *Definición de educación continua*. Recuperado de: <http://www.rededucacioncontinua.cl/definicion-de-educacion-continua/>

Restrepo, J. M. (12 de Noviembre de 2016). Cuarta revolución industrial y educación. *El espectador*. Recuperado el 7 de Diciembre de 2017 de: <https://www.elespectador.com/opinion/opinion/cuarta-revolucion-industrial-y-educacion-columna-665154>

The Flipped Classroom. (2014). Big data ¿Cómo funciona este proceso? *Ilustración*. Recuperado de: <https://i.pinimg.com/736x/11/ef/cc/11efcc35c42d72b03c77b051f3d55087-big-data.jpg>

TYTON Partners. (Enero de 2015). *Learning to adapt: a case for accelerating adaptive learning in higher education*. Boston, EE.UU.: tyton partners. Recuperado de: http://tytonpartners.com/tyton-wp/wp-content/uploads/2015/01/Learning-to-Adapt_Case-for-Accelerating-AI-in-Higher-Ed.pdf

Vivar Zurita, H., Vinader Segura, R., y Abuín Vences, N. (2015). Los MOOCs en la enseñanza superior: una tarea pendiente. *Estudios sobre el Mensaje Periodístico*, 21(1), pp. 629-642. Recuperado de: <http://eprints.ucm.es/33618/1/MOOCs-Natalia%20Abuin.pdf>

Zapata-Ros, M. (2014). *Los MOOC en la crisis de la Educación Universitaria. Docencia, diseño y aprendizaje*. Murcia, España: C. I. Platform.

/05/

EXELEARNING: RECURSO DIGITAL DE UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE MATEMÁTICA

EXELEARNING: DIGITAL RESOURCE OF A DIDACTIC TEACHING STRATEGY MATH LEARNING

Verónica Yáñez Ortiz

Docente Titular. Responsable de Investigación Escuela de Agroindustrias. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas. Esmeraldas, (Ecuador)

E-mail: veronica.yanez@pucese.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7732-8168>

Manuel Nevárez Toledo

Docente Titular. Responsable del Laboratorio de Investigación Tecnologías e Innovación. Escuela Ingeniería de Sistemas y Computación. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas. Esmeraldas, (Ecuador)

E-mail: manuel.nevarez@pucese.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5628-3351>

Recepción: 22/11/2018. Aceptación: 15/12/2018. Publicación: 28/12/2018

Citación sugerida:

Yáñez Ortiz, V. y Nevárez Toledo, M. (2018). Exelearning: recurso digital de una estrategia didáctica de enseñanza-aprendizaje de matemática 3C TIC. *Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 7(4), pp.98-121. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2018.62.98-121>

RESUMEN

La didáctica de la Matemática, en su constante búsqueda por mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje, ha vinculado herramientas tecnológicas educativas, desde los recursos de apoyo a las estrategias de enseñanza para procurar un aprendizaje efectivo de los estudiantes. Con este proyecto se propone determinar si la utilización del software libre educativo eXe-Learning contribuye a mejorar el desempeño académico de los estudiantes de Matemática de primer nivel de la Escuela de Sistemas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas. Con un enfoque constructivista se delineó la estrategia didáctica aplicada a una población de 26 estudiantes, divididos aleatoriamente en dos grupos. La investigación es de tipo experimental con diseño post-test con grupo control, la aleatorización garantizó la comparabilidad de los grupos; se aplicó el razonamiento hipotético-deductivo con una metodología cuantitativa para el manejo de los datos generados por las evaluaciones. Los resultados obtenidos, aplicando la prueba de T de Student, demostraron que la media (0,8808) de las calificaciones de la prueba aplicada a los estudiantes del grupo experimental es mayor que la media (0,4962) de las calificaciones aplicada a los estudiantes del grupo de control. Esta diferencia significativa no es producto del azar e implica que una estrategia didáctica de enseñanza apoyada con el eXe-Learning contribuye a mejorar el desempeño académico de los estudiantes.

ABSTRACT

The didactic of Mathematics, in its constant search to improve teaching-learning processes, has linked educational technological tools, as support resources or teaching strategies to ensure effective learning of students. With this project it was proposed to determine if the use of free educational software eXe-Learning contributes to improve the academic performance of the students of Mathematics of the first level of the School of Systems of the Pontifical Catholic University of Ecuador, Esmeraldas Campus. With a constructivist approach, the didactic strategy was outlined which was applied, as a pilot test, to a population of 26 students divided randomly into two groups. The investigation was of experimental type with post-test design with control group, randomization guaranteed the comparability of the groups; the hypothetic-deductive reasoning was applied with a quantitative methodology for the management of the data generated by the evaluations. The results obtained, applying the Student's T test, showed that the mean (0.8808) of the test scores applied to the students of the experimental group is higher than the average (0.4962) of the scores applied to the students of the control group; This significant difference is not a product of chance and implies that a didactic teaching strategy supported by eXe-Learning contributes to improving the academic performance of students.

PALABRAS CLAVE

eXe-Learning, Recurso didáctico digital, Estrategia de enseñanza-aprendizaje, Matemática, Software libre.

KEY WORDS

eXe-Learning, Digital didactic resource, Teaching-learning strategy, Mathematics, Free software.

1. INTRODUCCIÓN

La incorporación de las TIC en los procesos educativos, en la actualidad, es indiscutible y son varias las herramientas tecnológicas desarrolladas con el fin de apoyarlos, sin embargo, ninguna herramienta tecnológica, por sí sola, puede aportar a la educación sin estar ligada a una estrategia didáctica apropiada. Para investigadores como Oyola y Gómez (2012), Ferro y Martínez (2009), Castillo (2008), Mora (2003), entre otros, el proceso de enseñanza aprendizaje se ve fortalecido con el empleo de estrategias didácticas que garantizan el uso apropiado de las tecnologías como recursos educativos.

Dentro de la dinámica pedagógica, el docente, desde una postura constructivista, debe promover procesos educativos que permitan la participación de los estudiantes a través de actividades previamente planificadas y diseñadas para propiciar su desarrollo intelectual (Castro, Peley y Morillo, 2006). En este sentido, es primordial que el docente considere las TIC como un recurso de apoyo que debe insertar al delinear su estrategia didáctica.

Para Ocampo (2003), las estrategias didácticas son procesos o secuencias de actividades que sirven de base a la realización de tareas intelectuales y que se eligen con el propósito de facilitar la construcción, permanencia y transferencia de conocimientos (p. 9). Por otro lado, Carrasco (2004), define una estrategia didáctica de enseñanza como el conjunto de instrucciones que el docente diseña y aplica para beneficiar los procesos de enseñanza-aprendizaje

Bajo este contexto, según Díaz y Hernández (2012), las estrategias didácticas de enseñanza pueden ser: pre-instruccionales, co-instruccionales y post-instruccionales; las que están respectivamente ligadas a diferentes momentos de una clase: inicio, en el que se plantea lo que se va a aprender y cómo se lo hará; desarrollo, en el que se exponen los contenidos y se aplican técnicas motivacionales para mantener el interés de los estudiantes; cierre, en el que se comprueba si los objetivos propuestos al inicio de la clase se han alcanzado.

En el campo de las matemáticas, la enseñanza-aprendizaje debe estar en concordancia con el avance tecnológico, para lo cual, debe estar ligada a una metodología que favorezca el desarrollo cognitivo de los estudiantes, que estimule su pensamiento crítico y su autorregulación, que tienda el puente entre la educación tradicional y aquella que emplea la tecnología a su favor (García, Escalera y Navarro, 2011).

En el entorno educativo, varios son los recursos tecnológicos que se utilizan, entre ellos: software educativo, simuladores, herramientas multimedia y de presentación, correo electrónico, blogs, etc., algunos de ellos creados específicamente como recursos didácticos y otros que se han adaptado. En concordancia a lo anteriormente expuesto, Herrera, Novelo, Díaz y Hernández (2016), opinan que dentro de las TIC, los software educativos especializados también son herramientas que se pueden tomar como estrategias para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas (p. 8). De igual manera, Morales y Peña (2013) argumentan que el empleo de herramientas tecnológicas educativas para la enseñanza de matemáticas puede ser fructífero si están acompañadas de estrategias apropiadas. En razón de lo mencionado, el uso de cualquiera de estos recursos no es una garantía de que el proceso educativo se lleve adecuadamente y que su efectividad se vea reflejada en los logros alcanzados por los estudiantes; de ahí que es necesario que el docente planifique su clase y establezca la herramienta tecnológica que, de acuerdo con sus características, se adapte mejor a su estrategia didáctica.

Para este proyecto se considera como unidad de estudio el capítulo de lógica matemática, abordando los siguientes temas: proposiciones, conectores lógicos, lectura y escritura lógicas contemplada en el syllabus de Matemática de primer nivel de la Escuela de Sistemas de la PUCE Esmeraldas. Con esta referencia se diseña la estrategia didáctica con un enfoque constructivista, considerando los tres momentos de una clase: inicio, desarrollo y cierre; y contemplando una evaluación tanto formativa como sumativa. En base a los contenidos y actividades a realizar, se considera pertinente emplear como recurso digital de apoyo un software educativo, que permita la creación y manejo de contenidos, que además resulte ser amigable para el usuario; de acceso libre y gratuito. En función de estos requerimientos y tras un análisis previo, se considera que la herramienta tecnológica idónea para apoyar la estrategia es el software educativo eXe-Learning.

Una vez estructurada la estrategia didáctica apoyada con el recurso digital eXe-Learning es importante determinar si su aplicación produce algún efecto en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes, para ello se plantea la siguiente hipótesis: La media de las calificaciones del test aplicado a los estudiantes, que recibieron las clases con la estrategia apoyada con eXe-Learning es mayor que la media de las calificaciones de aquellos que recibieron las clases sin la estrategia apoyada con eXe-Learning. A continuación, se detalla la metodología empleada, el diseño de la estrategia apoyada con el eXe-Learning, los resultados obtenidos al aplicarla y finalmente se exponen las conclusiones generadas por esta investigación.

2. METODOLOGÍA

La investigación es de tipo experimental, desarrollada en dos etapas: la primera relacionada con la utilización del eXe-Learning como recurso digital para el diseño de una estrategia didáctica de enseñanza, bajo el paradigma constructivista. Aprovechando las características del software, se estructuró la estrategia considerando un árbol de contenidos, plasmando la respectiva información en un sitio web, respetando un orden secuencial a favor de los procesos de enseñanza-aprendizaje; la segunda etapa, concebida para establecer las relaciones de causa-efecto entre las variables generadas, una vez diseñada la estrategia apoyada con un recurso digital como el eXe-Learning, determinó cómo su aplicación influye en el rendimiento académico de un grupo de estudiantes de Matemática de primer nivel universitario, a modo de prueba piloto.

Para la segunda etapa, la metodología experimental se respaldó en un razonamiento hipotético deductivo en base al efecto de la estrategia sobre el rendimiento académico, mediante un experimento controlado, sobre la aplicación de la estrategia a dos grupos de estudiantes elegidos aleatoriamente, fue probada a través de una evaluación tipo cuestionario. Para la comprobación se empleó la metodología cuantitativa mediante técnicas estadísticas inferenciales paramétricas desarrolladas con el apoyo del software SPSS, aplicación útil para el procesamiento y análisis de datos estadísticos.

2.1. DISEÑO DE LA PRIMERA ETAPA

Para el desarrollo de la estrategia didáctica se consideró que el estudiante con la información presentada tendría la oportunidad de construir su propio conocimiento, respaldado por su condición de nativo digital (González, 2016), bajo estas circunstancias, se empleó como recurso digital al software educativo eXe-Learning, después de un análisis de las diferentes herramientas tecnológicas que se emplean en la educación y que están disponibles en el entorno de la PUCE Esmeraldas. Como se puede observar en la Tabla 1 el eXe-Learning al ser comparado con Moodle y Microsoft Power Point resulta tener más ventajas.

Al ser el eXe-Learning una herramienta de autor de código abierto para generar contenidos digitales en formatos diversos: HTML, SCORM, EPUB... se ajustó y contribuyó al diseño de la estrategia, se empleó la versión 2.1.2 portable para Microsoft Windows, estructurada en cuatro secciones básicas: Menú de herramientas, Árbol de contenidos, Herramientas de edición, Área de trabajo (eXeLearning.net, s.f.).

En el Gráfico 1 se muestra la distribución de las cuatro secciones de trabajo en las que se encuentra dividido eXe-Learning.

Características	Herramienta tecnológica		
	e X e - Learning	Moodle	Microsoft Power Point
Software gratuito	X	X	
No requiere conexión a Internet.	X		X
Es portable (no requiere instalación)	X		
Diseñado específicamente para contribuir a los procesos de enseñanza-aprendizaje	X	X	

Tabla 1. Herramientas Tecnológicas –Tabla Comparativa.

Fuente: elaboración propia.

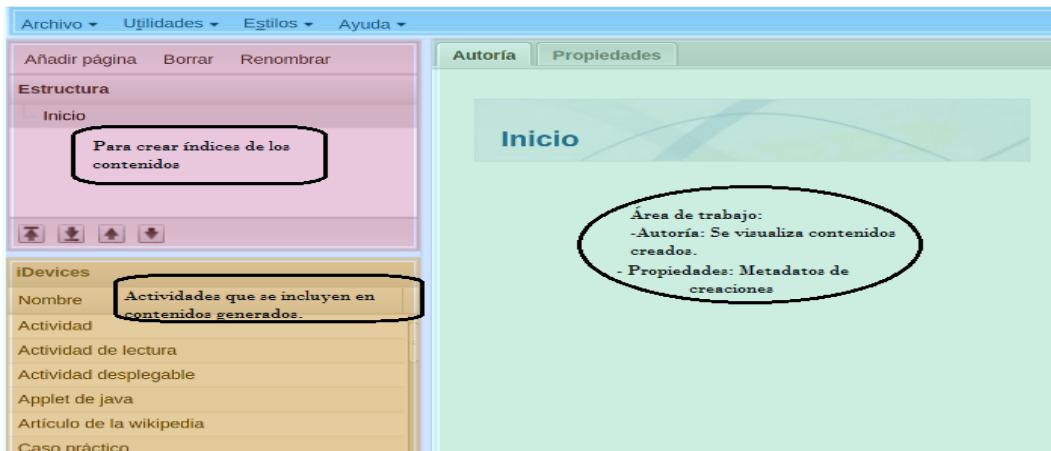


Gráfico 1. Secciones de trabajo del eXe-Learning.

Fuente: eXe-Learning (s.f.)

Se aprovechó la condición del eXe-Learning que faculta la creación de una secuencia lógica de páginas que, a manera de un árbol de contenidos, permite planificar didácticamente la estrategia. Los recursos propios de este software educativo (denominados iDevices), facilitaron el desarrollo de las estrategias pre-instruccionales (preguntas dirigidas, actividad focal introductoria, objetivos); co-instruccionales (explorando la Web, estructura textual expositiva, preguntas intercaladas) y post-instruccionales (resúmenes), tomando en cuenta que fue necesario analizar que iDevice se adaptaba mejor al tema a tratar y al tipo de evaluación a aplicar.

Los iDevices fueron seleccionados para desarrollar las estrategias didácticas por su utilidad pedagógica, tal como: información textual, útiles en la presentación de contenidos, imágenes, vídeos; los de actividad no interactiva, aplicados para proponer actividades que incluían retroalimentación; los de actividades interactivas, empleados en la presentación de cuestionarios con retroalimentación y resultados. los de información no textual, utilizados en la presentación de recursos externos (textuales o webs) (eXeLearning 2.1. Tutorial - Manual, s.f.).

Se diseñó la estrategia didáctica de enseñanza, considerando que su estructura contenía los momentos de la clase y en cada uno se detalló la estrategia didáctica a emplearse, el recurso (iDevice) utilizado, el instrumento que empleó el recurso para ejecutarse, la finalidad y las actividades que debían realizar los estudiantes. Finalmente, se incorporó la sección referente a la evaluación, se consideró el tipo de evaluación, los instrumentos de evaluación y los recursos del eXe-Learning utilizados. En la Tabla 2 se presenta la ficha de la estrategia didáctica diseñada para la Clase N° 1 de lógica matemática, en esta ficha se perfilan todos los elementos que conforman su estructura y que fueron mencionados anteriormente. La Clase N° 2 y a la Clase N° 3 se presentan en la Tabla 3 y en la Tabla 4 respectivamente.

Tabla 2. Estrategia Didáctica - Clase N°1.

Nivel: Primero		Unidad No. I		Tema:LÓGICA MATEMÁTICA		No. horas clase:2h											
Objetivo: Proporcionar a los estudiantes los elementos necesarios para que desarrollen su razonamiento lógico a través de un lenguaje simbólico.																	
Clase No.: 1 PROPOSICIONES		ESTRATEGIA DIDÁCTICA		Recurso del Exe-Learning (iDevice)	Instrumento	Finalidad	Actividad										
Definición, Notación. Proposiciones abiertas y cerradas Proposiciones simples y compuestas	Momentos de la clase Desarrollo Tiempo estimado: 120 min	Inicio Explorando la Web Cierre	Preguntas dirigidas Actividad interactiva: - Pregunta de elección múltiple Actividad no interactiva: - Actividad - Actividad de lectura Información no textual: - Sitio Web externo. - Ficheros adjuntos - Galería de imágenes Actividad no interactiva: - Actividad Información no textual: - Ficheros adjuntos	Cuestionario Archivos Mapa mental Diapositiva, Videos, Archivos pdf	Activar conocimientos previos Facilitar la asimilación de conceptos Enfatizar conceptos	Los estudiantes, previa lectura relacionada, definen las proposiciones, su notación y sus clases, apoyados con un mapa mental. Los estudiantes revisan el resumen y aclaran dudas a través de preguntas al docente. Complementan en casa revisando los videos y archivos recomendados.											
Evaluación		Tipo		Instrumento de evaluación		Recurso Exe-Learning											
		Formativa		Lista para completar. Lista para escoger		Actividad interactiva: Rellenar huecos Actividad desplegable											
Actividad extra-clase: Realizar 20 proposiciones abiertas, cerradas, simples y compuestas																	
Resultados de aprendizaje: El estudiante define y reconoce una proposición, además la representa en función del lenguaje simbólico																	

Delineada la estructura de la estrategia se puso en ejecución su creación, se procuró aprovechar la condición de la interfaz gráfica del usuario que dispone el eXe-Learning, presentando en forma esquemática las unidades didácticas seleccionadas para favorecer los procesos cognitivos de los estudiantes; de esta manera, se garantizó la accesibilidad y manejo de este recurso. Incorporadas las unidades, con sus contenidos y actividades, se exportó el proyecto utilizando dos de las varias opciones disponibles; una, que permitió almacenar la información como una página web en una carpeta autocontenido que puede guardarse en el computador o en un dispositivo USB; y la otra, empleando la opción EPUB3 que permitió utilizar el material en un dispositivo móvil.

Tabla 3. Estrategia Didáctica - Clase nº2

Nivel: Primero		Unidad No. I		Tema:LÓGICA MATEMÁTICA		No. horas clase:2h							
Objetivo: Proporcionar a los estudiantes los elementos necesarios para que desarrollen su razonamiento lógico a través de un lenguaje simbólico.													
Clase No.: 1 PROPOSICIONES			ESTRATEGIA DIDÁCTICA	Recurso del Exe-Learning (iDevice)	Instrumento	Finalidad	Actividad						
Definición, Notación. Proposiciones abiertas y cerradas. Proposiciones simples y compuestas	Momentos de la clase	Inicio	Explorando la Web	Preguntas dirigidas	Actividad interactiva: Pregunta de elección múltiple	Cuestionario	Activar conocimientos previos						
		Desarrollo			Actividad no interactiva: - Actividad - Actividad de lectura Información no textual: - Sitio Web externo. - Ficheros adjuntos - Galería de imágenes	Archivos Mapa mental	Facilitar la asimilación de conceptos						
		Cierre		Resúmenes	Actividad no interactiva: - Actividad Información no textual: - Ficheros adjuntos	Diapositiva, Videos, Archivos pdf	Enfatizar conceptos Los estudiantes revisan el resumen y aclaran dudas a través de preguntas al docente. Complementan en casa revisando los videos y archivos recomendados.						
		Evaluación	Tipo	Instrumento de evaluación		Recurso Exe-Learning							
			Formativa	Lista para completar. Lista para escoger		Actividad interactiva: Rellenar huecos Actividad desplegable							
Actividad extra-clase: Realizar 20 proposiciones abiertas, cerradas, simples y compuestas													
Resultados de Aprendizaje: El estudiante distingue los diferentes tipos de conectores lógicos y construye sus tablas de verdad													

Fuente: Yáñez, V. (2016).

Tabla 4. Estrategia Didáctica - Clase Nº3.

Nivel: Primero		Unidad No. I		Tema: LÓGICA MATEMÁTICA		No. horas clase: 2h								
Objetivo: Proporcionar a los estudiantes los elementos necesarios para que desarrollen su razonamiento lógico a través de un lenguaje simbólico.														
Clase No.: 2 CONECTORES LÓGICOS			ESTRATEGIA DIDÁCTICA	Recurso del Exe-Learning (iDevice)	Instrumento	Finalidad	Actividad							
Tipos: -Negación -Conjunción -Disyunción -Condicional Bicondicional. Tablas	Momentos de la clase	Inicio	Actividad focal introductoria	Experimental: - Ordenar objetos. Actividad interactiva: - Pregunta de selección múltiple.	Plantilla para ordenar palabras. Cuestionario.	Relacionar información de la Clase No.1 con nueva información	Los estudiantes forman proposiciones compuestas al ordenar las palabras y deducen lo que es un conector lógico.							
		Desarrollo		Estructura textual expositiva	Actividad no interactiva: - Actividad de lectura	Documento (archivo digital). Cuadro sinóptico.	Promover la lectura comprensiva y el análisis	Los estudiantes organizados en grupos realizan un cuadro sinóptico y exponen sobre la información previamente analizada.						
		Cierre	Resúmenes	Actividad no interactiva: - Actividad de lectura Información no textual: - Ficheros adjuntos	Diapositiva	Reafirmar lo expuesto por los estudiantes	El docente presenta un condensado de la información tratada en las exposiciones.							
	Evaluación		Formativa	Instrumento de evaluación		Recurso Exe-Learning	Actividad interactiva: Pregunta verdadero-falso Rellenar huecos Actividad desplegable							
Actividad extra-clase:														
Resultados de aprendizaje: El estudiante convierte una proposición al lenguaje simbólico y viceversa														

Fuente: Yáñez, V. (2016).

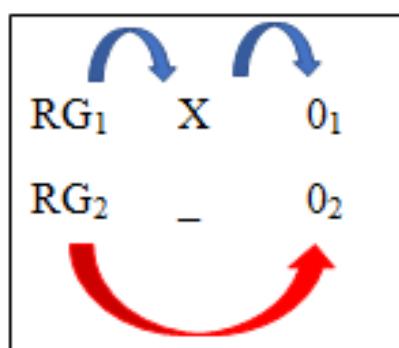
2.2. DISEÑO DE LA SEGUNDA ETAPA

Para esta etapa se contó con 26 estudiantes en total, dividiéndolos aleatoriamente en dos grupos, uno de control, que recibían las clases con una estrategia que no empleaba el Exe-Learning; y el grupo experimental, al que se aplicó una estrategia apoyada con el Exe-Learning. Los dos grupos estudiaron los temas: Proposiciones, Conectores lógicos, Lectura y escritura lógicas de la Unidad I – Lógica Matemática, contemplada en el syllabus de Matemática de Primer Nivel, cada grupo recibió 6 horas de clases en total. Luego, los dos grupos fueron evaluados con un sólo cuestionario de 10 preguntas referentes a los temas mencionados y valoradas sobre 1,50 puntos.

Para Gómez (2006), los experimentos ‘verdaderos’ son aquellos que reúnen los dos requisitos para lograr el control y la validez interna: 1. Grupos de comparación (manipulación de la variable independiente) y 2. Equivalencia de los grupos. En este caso, la variable independiente (estrategia apoyada con eXe-Learning) fue manipulada al ser aplicada únicamente al grupo experimental y no al grupo control, y la equivalencia de los grupos estuvo garantizada mediante la asignación aleatoria de los estudiantes a cada grupo.

El esquema que representa el diseño de esta investigación se muestra en el Gráfico 2, que indica que tanto el grupo experimental, G1, como el grupo control, G2, han pasado por una asignación aleatoria, R; además, establece que G1 es sometido a manipulación mediante la aplicación de la variable independiente que, en este caso es la estrategia apoyada con el eXe-Learning, y por último, indica que se va a observar los efectos de la manipulación mediante un post-test tanto al grupo experimental como al grupo control, referidos con O1 y O2 respectivamente.

Gráfico 2. Esquema del diseño investigación.



Fuente: elaboración propia.

Las hipótesis planteadas al inicio de esta investigación fueron las siguientes: Hipótesis nula (H_0): No existe una mejora en el desempeño académico de los estudiantes con la utilización del eXe-Learning, como recurso digital de apoyo, cuando se desarrolla una clase de lógica matemática. Hipótesis Alternativa (H_1): Existe una mejora en el desempeño académico de los estudiantes con la utilización del eXe-Learning, como recurso digital de apoyo, cuando se desarrolla una clase de lógica matemática.

Las hipótesis planteadas fueron contrastadas mediante un análisis estadístico de los resultados obtenidos en las evaluaciones (cuestionario con respuesta de opción múltiple), estableciendo las medidas de tendencia central, y en función de la forma de su distribución y del tamaño de la muestra (que coincide con la población de 26 estudiantes) se eligió la prueba que permitió comparar los datos de las dos muestras y verificar las hipótesis.

3. RESULTADOS EXPERIMENTALES

3.1. RESULTADOS DE LA PRIMERA ETAPA

Se emplea el recurso del eXe-Learning: actividad interactiva con pregunta de selección múltiple, para determinar los conocimientos previos de los estudiantes. El Gráfico 3a muestra la página de inicio del proyecto, a través de este, el estudiante puede direccionarse al área de interés, preferiblemente siguiendo una secuencia lógica, se puede distinguir el árbol de contenidos de la primera clase. Esta disposición permite un acceso rápido a los temas y actividades planificadas, considerando el momento de la clase (inicio) y la estrategia didáctica, preguntas dirigidas como se muestra en el Gráfico 3b.

Proyecto de Lógica Matemática	
INICIO	Para recordar...
PRELIMINARES	
CONTENIDO	
Proposiciones	
Conectores lógicos	
Escritura y lectura lógicas	
Videos	
Ejercicios para reforzar	
Para recordar...	
EVALUACIÓN	

Gráfico 3a. Página de inicio, árbol de contenidos.

Fuente: elaboración propia.

Definición, Notación y Clases

¿Qué son las proposiciones?

<http://1.bp.blogspot.com>



Gráfico 3b. Preguntas de opción múltiple.

Fuente: elaboración propia.

Al cierre de la clase, está configurada la ventana “Para recordar”, que permite visualizar la estrategia de resúmenes y presenta una síntesis de los temas tratados, se muestra en el Gráfico 3a.



Ejercicio No. 1

Gráfico 4a. Verdadero y Falso.

Fuente: elaboración propia.

Ejercicio No. 4

Gráfico 4b. Antecedente y Consecuente.

Fuente: elaboración propia.

Los gráficos 4a y 4b presentan varias actividades que permitirán realizar la evaluación, tanto formativa como sumativa, se configura con varios recursos del eXe-Learning, como se observa las opciones del recurso son diversas. El Gráfico 4b presenta una de las actividades de refuerzo propuestas para consolidar los conceptos planteados, mediante la respectiva retroalimentación, esta sección es parte de la etapa de desarrollo de la clase.

La carpeta autocontenido en la que se encuentra el proyecto puede guardarse en un USB o en un dispositivo móvil. En el caso del dispositivo móvil (teléfono móvil o Tablet) la información se presenta en forma de libro electrónico con índice de contenidos, para visualizar la información se debe tener instalado previamente un lector de este tipo de libros en el dispositivo. El Gráfico 5a permite apreciar que los estudiantes pueden hacer uso de la estrategia a través de varios dispositivos, lo cual demuestra que el eXe-Learning es un recurso digital altamente accesible. Por otro lado, el Gráfico 5b muestra el índice que se genera cuando la carpeta de contenidos del eXe-Learning es guardada en un teléfono celular, esta forma de presentación de los contenidos permite acceder a ellos directamente con sólo hacer clic en la opción requerida.



Gráfico 5a. Acceso al proyecto a través de dispositivos móviles.

Fuente: elaboración propia.



Gráfico 5b. Proyecto presentado como libro electrónico con índice.

Fuente: elaboración propia.

3.2. RESULTADOS DE LA SEGUNDA ETAPA

Los estudiantes tanto del grupo experimental como del grupo control fueron evaluados con un mismo cuestionario de 10 preguntas, los resultados obtenidos se reflejan en la Tabla 5.

Tabla 5. Resultados del cuestionario.

No. Estudiante	Calificaciones	
	Grupo de control	Grupo experimental
1	0,60	1,50
2	0,45	0,40
3	0,30	0,45
4	0,45	0,85
5	1,05	1,00
6	0,60	0,45
7	0,45	0,85
8	0,30	0,10
9	0,00	1,50
10	0,00	0,50
11	1,20	1,20
12	0,75	1,15
13	0,30	1,50

Fuente: elaboración propia.

Se analizan los datos de las calificaciones empleando el software estadístico SPSS y se obtuvo los siguientes resultados. La información presentada, establece que la media de 0,8808 y mediana de 0,8500 de calificaciones del grupo experimental (Tabla 6b), son mayores que la media de 0,4962 y mediana de 0,4500 de calificaciones del grupo control (Tabla 6a). Por otro lado, el error estándar de la media del grupo experimental es mayor que aquel del grupo control, lo que también se refleja en los valores de sus respectivas desviaciones estándar; estos resultados indican que las calificaciones del grupo experimental están más alejadas del promedio que las del grupo control. Además, con un error del 5%, se puede afirmar que las calificaciones del grupo experimental están entre 0.59 y 1.17, y las del grupo control están entre 0.28 y 071; teniendo en cuenta que la rúbrica para esta evaluación es de 1.50 puntos, los valores del intervalo del grupo experimental se alejan del óptimo,

esto se interpreta considerando que si bien los estudiantes tuvieron la oportunidad de utilizar la herramienta eXe-Learning como apoyo para su aprendizaje, si no se preparan adecuadamente para la evaluación, los resultados no pueden ser los mejores.

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos		Total			Porcentaje
	Válido	Perdidos	N	Porcentaje	N	
Calificaciones	13	0	13	100,0%	13	100,0%

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos		Total			Porcentaje
	Válido	Perdidos	N	Porcentaje	N	
Calificaciones	13	0	13	100,0%	13	100,0%

Descriptivos			
		Estadístico	Error estándar
Calificaciones	Media	,4962	,09813
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,2823
		Límite superior	,7100
	Media recortada al 5%	,4846	
	Mediana	,4500	
	Varianza	,125	
	Desviación estándar	,35383	
	Mínimo	,00	
	Máximo	,1,20	
	Rango	,1,20	
	Rango intercuartil	,38	
	Asimetría	,600	,616
	Curtosis	,203	1,191

Descriptivos			
		Estadístico	Error estándar
Calificaciones	Media	,8808	,13150
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,5942
		Límite superior	1,1673
	Media recortada al 5%	,8897	
	Mediana	,8500	
	Varianza	,225	
	Desviación estándar	,47414	
	Mínimo	,10	
	Máximo	1,50	
	Rango	1,40	
	Rango intercuartil	,90	
	Asimetría	-,033	,616
	Curtosis	-,1,276	1,191

Tabla 6a. Grupo control.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6b. Grupo experimental.

Fuente: elaboración propia.

Para probar que la estrategia didáctica apoyada con el eXe-Learning mejora el desempeño académico de los estudiantes es una afirmación válida, se recurre al análisis estadístico; primero para determinar si los datos tienen una distribución normal, y dependiendo de ello, para determinar la prueba estadística a aplicarse (paramétrica o no paramétrica). Con este fin se establece una variable aleatoria (variable numérica = calificaciones de la prueba); y una variable fija (que crea los dos grupos); además, se considera muestras independientes sometidas a un estudio transversal (se analizan en un mismo momento). Bajo estas condiciones, se plantea demostrar que la variable aleatoria en ambos grupos se distribuye normalmente; para lo cual se emplea la prueba de Shapiro-Wilk, considerando que el tamaño de las muestras es menor a 30 y asumiendo un nivel de significancia () igual a 0,05. El planteamiento en función de la hipótesis es el siguiente:

- H_0 = Los datos provienen de una distribución normal.

- H_1 = Los datos No provienen de una distribución normal.

Se acepta H_0 si el valor de probabilidad es \geq ; y se acepta H_1 si el valor de probabilidad es $<$.

Tabla 7. Análisis de la distribución normal.

Prueba de normalidad

		Shapiro-Wilk		
		Grupos de estudiantes	Estadístico	gl
Calificaciones	Grupo de control	,935	13	,391
	Grupo experimental	,922	13	,264

Fuente: elaboración propia.

Como se muestra en el Tabla 7, el valor de probabilidad emitido por la prueba de Shapiro-Wilk, tanto para el grupo control como para el experimental es igual a 0,391 y a 0,264 respectivamente, y en cada caso resulta ser mayor que $\alpha = 0,05$; por lo tanto, se acepta H_0 , es decir, que los datos provienen de una distribución normal. Con este resultado y las característica de las muestra, se determina que la prueba idónea para el manejo estadístico de los datos es la prueba paramétrica de t de Student. No se podía determinar el nivel de significancia en la Prueba de t de Student, sin antes corroborar el estado de las varianzas, a través de la Prueba de Levene, para lo cual se planteó lo siguiente:

- H_0 = Las varianzas son iguales.
- H_1 = Existe diferencia significativa entre las varianzas.

Si $\alpha = 0,05$, se acepta H_0 si el valor de probabilidad es \geq ; y se acepta H_1 si el valor de probabilidad es $< \alpha$.

Los resultados de la Prueba de Levene, establecen que el nivel de significancia es igual a 0.161 y es mayor a $\alpha = 0,05$; por lo tanto, se acepta H_0 , es decir, se confirma que las varianzas son iguales. Con esta información, y tomando en cuenta las hipótesis consideradas al inicio de esta investigación, se replantea, y se propone la siguiente hipótesis que está relacionada con los resultados estadísticos específicos mencionados:

“La media de las calificaciones de la prueba aplicado a los estudiantes del grupo experimental es mayor que la media de las calificaciones aplicada a los estudiantes del grupo de control”.

H1 = Existe una diferencia significativa entre la media de calificaciones del grupo experimental y la del grupo de control.

Ho = No existe una diferencia significativa entre la media de calificaciones del grupo experimental y la del grupo de control.

Criterio: Si $\alpha = 0.05$, se acepta Ho si el valor de probabilidad es \geq ; y se acepta H1 si el valor de probabilidad es $< \alpha$.

Tabla 8. Análisis con la prueba paramétrica t de Student para muestras independientes.

		prueba t para la igualdad de medias					
		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia
Calificaciones	Se asumen varianzas iguales	-2,344	24	,028	-,38462	,16408	-,72327 -,04597
	No se asumen varianzas iguales	-2,344	22,202	,028	,38462	,16408	-,72472 -,04451

Fuente: elaboración propia.

El valor de probabilidad emitido por la prueba de t de Student, mostrado en la Tabla 8, asumiendo la igualdad de las varianzas, es 0,028 y es menor que $\alpha = 0,05$; por lo tanto, se aceptó H1 que dice: Existe una diferencia significativa entre la media de calificaciones del grupo experimental y la media de calificaciones del grupo de control.

3.3. INTERPRETACIÓN

La media de las calificaciones de la prueba aplicado a los estudiantes del grupo experimental es mayor que la media de las calificaciones de la prueba aplicado a los estudiantes del grupo de control; es decir, esta diferencia no es producto del azar y da a entender que una estrategia didáctica de enseñanza, apoyada con una herramienta tecnológica como el Exe-Learning, ayuda a mejorar el desempeño académico de los estudiantes de Matemática de Primer Nivel.

4. CONCLUSIONES

El eXe-Learning como recurso digital de una estrategia de enseñanza-aprendizaje de una clase de Matemática, presenta una gama de posibilidades (iDevices) con las que se puede contar para diseñar la estrategia. Así, para la presentación de contenidos, imágenes, vídeos es útil el iDevice Información Textual; para diseñar actividades que incluyen retroalimentación se puede emplear el iDevice Actividad No Interactiva; si se quieren presentar cuestionarios con retroalimentación y resultados, se puede emplear el iDevice Actividades Interactivas; y para la presentación de recursos externos se puede utilizar el iDevice Información No Textual. Sin embargo, es el docente quien con un criterio apropiado y en función de los objetivos que desee alcanzar, adaptará las opciones disponibles a los planteamientos de su estrategia.

La versatilidad de los iDevices permiten diseñar estrategias como: preguntas dirigidas, actividad focal introductoria, objetivos (pre-instruccionales); explorando la Web, estructura textual expositiva, preguntas intercaladas (co-instruccionales) y resúmenes (post-instruccionales); teniendo en cuenta que es necesario analizar que iDevice se adapta mejor al tema a tratar y al tipo de evaluación a emplear.

Al aplicar la estrategia didáctica para la enseñanza de matemáticas apoyada con el eXe-Learning a los estudiantes de primer nivel de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, se obtuvieron resultados que se reflejaron en las calificaciones de una evaluación (con una rúbrica de 1.5 puntos), en la que los estudiantes que recibieron las clases apoyadas con el eXe-Learning (grupo experimental) estuvieron entre 0.59 y 1.17 puntos; en cambio que los estudiantes que recibieron sus clases sin este recurso tecnológico (grupo control), presentaron calificaciones entre 0.28 y 0.71 puntos. Conforme al análisis realizado con técnicas estadísticas inferenciales paramétricas desarrolladas con el software SPSS, se determinó que estos valores no son producto del azar y más bien confirman que el empleo del eXe-Learning, contribuye a mejorar el desempeño académico de los estudiantes.

Los estudiantes son nativos digitales, por lo tanto, tienen facilidad para manejar la herramienta educativa. No obstante, su manejo no es suficiente para mejorar su rendimiento académico, ellos deben estar comprometidos a construir su conocimiento apoyándose en el eXe-Learning, es decir deben estudiar responsablemente los temas y realizar las actividades propuestas, en definitiva, deben estar predispuestos a aprender. Lo mencionado, se evidencia al observar el límite superior

(1.17 puntos) de calificaciones obtenidas por los estudiantes del grupo experimental que se aleja del valor óptimo (1.50 puntos).

Por los resultados obtenidos, y dado que la población considerada fue de 26 estudiantes, sería importante ampliar el estudio, considerando otros niveles de la misma carrera o el mismo nivel en diferentes carreras de la PUCE Esmeraldas, esto ayudaría a validar los resultados y garantizar su generalización. Obviamente se requiere crear una estrategia diferente en cada caso, lo que tendrán en común es el uso del eXe-Learning como recurso digital.

5. REFERENCIAS

Campos Campos, Y. (2000). *Estrategias didácticas apoyadas en tecnologua*. México D.F., México: DGENAMDF.

Carrasco, J. (2004). Estrategias didácticas personalizadas (1): Conceptos y tipos. En: J. Carrasco, *Una didáctica para hoy: cymo enseñar mejor* (p. 83). Madrid, España: RIALP.

Castillo, S. (2008). Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. *Revista latinoamericana de investigaciyn en matemática educativa*, 11(2), pp. 171-194. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362008000200002

Castro, E., Peley, R., y Morillo, R. (2006). La práctica pedagógica y el desarrollo de estrategias instruccionales desde el enfoque constructivista. *Revista de Ciencias Sociales*, 12(3), pp. 591-595. Recuperado de: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-95182006000300012&lng=es&tlng=pt.

Díaz Barriga, F. y Hernández Rojas, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretaciyn constructivista (3 ed.)*. México, D.F., México: Mc Graw Hill.

eXeLearning.net. [en línea]. (s.f.). [Consulta: 1 de noviembre de 2017]. Recuperado de: <http://exelarning.net/caracteristicas/#tab1>

eXe-Learning 2.1. Tutorial - Manual. [en línea]. (s.f.). [Consulta: 6 de diciembre de 2017]. Recuperado de: http://exelearning.net/html_manual/exe20/idevices_de_informacion_no_textual.html

Ferro Soto, C., Martínez Senra, A., y Otero Neira, M. C. (2009). Ventajas del uso de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. *Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (29), a119. Recuperado de: <http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/451>

García, A., Escalera, M., y Navarro, R. E. (2011). Variables asociadas con el uso de las TIC como estrategia didáctica en el proceso enseñanza-aprendizaje de la Matemática Financiera. Una Experiencia desde el aula de clase mejora. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 4(2), pp. 118-135. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4511204>

Gómez, M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Córdoba, Argentina: Brujas.

González, A. (2016). Los jóvenes, las TIC, y primer año en la universidad. *Trayectorias Universitarias*, 2(3), pp. 1-8. Recuperado de: <https://revistas.unlp.edu.ar/TrayectoriasUniversitarias/article/view/3023/2773>

Mora, C. (2003). Estrategias para el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. *Revista de Pedagogía*, 24(70), pp. 181-272. Recuperado de: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-97922003000200002&lng=es&tlng=es.

Oyola, M. y Gómez, I. (2012). Estrategias didácticas basadas en el uso de TIC aplicadas en la asignatura de física en educación media. *Escenarios*, 10(1), pp. 17-28. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4495590>

Sánchez, S. D. C. N., Perera, J. J. D., y Pérez, H. H. (2016). Estrategias de enseñanza para las matemáticas en el nivel superior. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 3(5). Recuperado de: <http://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/434>

Yáñez Ortiz, V. (2016). *TIC's como estrategia didáctica en el aprendizaje de la Matemática de primer nivel de ingeniería en gestión ambiental*. (Trabajo de fin de Máster). Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, Ecuador.

CONSEJO EDITORIAL

Director

Víctor Gisbert Soler

Editores adjuntos

María J. Vilaplana Aparicio
Inés Poveda Pastor

Editores asociados

David Juárez Varón
F. Javier Cárcel Carrasco

COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO

Área textil

Prof. Dr. Josep Valldeperas Morell
Universidad Politécnica de Cataluña, España

Área financiera

Prof. Dr. Juan Ángel Lafuente Luengo
Universidad Jaume I; Castellón de la Plana, España

Organización de empresas y RRHH

Prof. Dr. Francisco Llopis Vañó
Universidad de Alicante, España

Estadística; investigación operativa

Prof. Dra. Elena Pérez Bernabéu
Universidad Politécnica de Valencia, España

Derecho

Prof. Dra. María del Carmen Pastor Sempere
Universidad de Alicante, España

Ingeniería y tecnología

Prof. Dr. David Juárez Varón
Universidad Politécnica de Valencia, España

Tec. de la información y la comunicación

Prof. Dr. Manuel Llorca Alcón
Universidad Politécnica de Valencia, España

Medicina y salud

Dra. Mar Arlandis Domingo
Hospital de San Juan de Alicante, España

