



tic

Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC

Ed. 25_Vol. 7_nº2
Junio_Septiembre_18

Publicación trimestral

ISSN: 2254-3376



3c empresa. Investigación y pensamiento crítico.

Periodicidad trimestral. *Quarterly periodicity.*

Edición 25. Volumen 7, Número 2 (Junio - Septiembre '18). *Edition 25, Volume 7, Issue 2 (June - September '18).*

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.2018.60>

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

La Revista 3C Empresa es una revista de carácter científico-social donde se difunden trabajos originales de investigación que abarcan diferentes temáticas relacionadas con las ciencias sociales, entre las que destacan la economía, la gestión empresarial e institucional y el ámbito educacional.

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

3Cienias wants to transmit to society innovative projects and ideas. This goal is reached through the publication of original articles which are subject to peer review or through 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.

Thematic coverage

3c Empresa journal is a scientific-social journal, where original works are disseminated. These works cover different themes related to social sciences, such as economy, business and educational management.

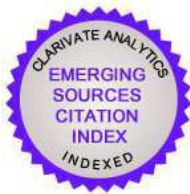
Instructions for authors

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/

<p>Algoritmo de Booth en aritmética modular para operaciones de multiplicación escalar</p> <p><i>Booth algorithm modular arithmetic for scalar multiplication operations</i></p> <p>Jesús Ayuso Pérez</p>	10
<p>Experiencia universitaria del uso de Edmodo en el aula. Caso Universidad de Guayaquil, Ecuador</p> <p><i>University experience of Edmodo use in the classroom. Case University of Guayaquil, Ecuador</i></p> <p>María Eugenia Jiménez Cercado y Marjorie Marcela Acosta Véliz</p>	36
<p>Estudio del conocimiento de los docentes de educación musical sobre estrategias metodológicas para la atención a la diversidad</p> <p><i>Study of the knowledge of methodological strategies that music teachers implement to attempt diversity</i></p> <p>Flavio Rubén Díaz Vélez</p>	68
<p>Actitud de los docentes españoles ante el cómic como recurso pedagógico. Estudio experimental en línea</p> <p><i>Predisposition of teachers from Spain to use comics as a pedagogical resource. On-line experimental study</i></p> <p>Vicente Ramírez Jurado</p>	90
<p>Sistema de rehabilitación de codo basado en una órtesis robótica controlada por una interfaz gráfica desarrollada en Python</p> <p><i>Elbow rehabilitation system based on a robotic orthosis controlled by a graphical interface developed in Python</i></p> <p>Eduardo Francisco García Cabezas, Jhonny Marcelo Orozco Ramos, Gloria Elizabeth Miño Cascante, Carlos Oswaldo Serrano Aguiar y Ángel Geovanny Guamán Lozano</p>	104

/01/

ALGORITMO DE BOOTH EN ARITMÉTICA MODULAR PARA OPERACIONES DE MULTIPLICACIÓN ESCALAR

BOOTH ALGORITHM MODULAR ARITHMETIC FOR SCALAR MULTIPLICATION OPERATIONS

Jesús Ayuso Pérez

Compositor musical y desarrollador.

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

ayosoperez@gmx.es

Recepción: 29/12/2017. **Aceptación:** 11/05/2018. **Publicación:** 29/06/2018

Citación sugerida:

Ayuso Pérez, J. (2018). Algoritmo de Booth en aritmética modular para operandos de multiplicación escalar. *3C TIC: Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 7(2), 10-35. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2018.60.10-35/>

RESUMEN

El algoritmo dado por Andrew Donald Booth en 1950 (Booth, 1951) para la multiplicación no es únicamente aplicable a dicha operación cuando actúan números enteros, se puede emplear a la misma también al multiplicar un entero por un punto de una curva elíptica (Ayuso 2015, pp. 255-221), dando otra dimensión al citado método, ya que dicho cálculo no queda descrito como el producto de varias componentes, sino que se define de manera completamente distinta: basada en su naturaleza geométrica. De ahí que en el presente documento, propongamos varios algoritmos de multiplicación escalar sobre nuevas relaciones aditivas (Cassels, 1966, pp. 193–29) basados en el concepto ideado por Booth. Viendo distintas aportaciones a la hora de realizar ese cómputo y con el añadido de apoyarnos en operaciones que igualmente ya explotan el concepto introducido por Booth.

ABSTRACT

The algorithm given by Andrew Donald Booth in 1950 (Booth, 1951) for multiplication is not only applicable to this operation when integers are used, but can also be used at the same scale by multiplying a whole number by a point on a curve elliptical (Ayuso 2015, pp. 255-221), giving another dimension to the method mentioned above, since this calculation does not remain as the product of several components, but is defined in a completely different way: based on its geometric nature. Therefore, in the current document, we propose several algorithms of scalar multiplication on new additive relationships (Cassels, 1966, pp. 193–29) based on the concept devised by Booth. See the contributions at the time of making this calculation and with the addition of supporting us in operations that also exploit the concept presented by Booth.

PALABRAS CLAVE

Booth, Algoritmo, Multiplicación Escalar, Modular, Curva Elíptica.

KEY WORDS

Booth, Algorithm, Scalar Multiplication, Modular, Elliptic Curve.

1. INTRODUCCIÓN

Partiendo de que una curva elíptica viene definida por un polinomio homogéneo de grado 3 (Cassels, 1966, pp. 193–29), y que sin embargo es posible hacer cambios de variable, sin alterar la estructura de grupo, y que nos permiten hacer 0 muchos de los coeficientes. Se llega así a la ecuación simplificada de Weierstrass para cuerpos de característica distinta de 2 y 3; tirando de bibliografía, queda resumido el pseudocódigo para el cálculo de la suma de 2 puntos, P y Q , módulo m , de una curva elíptica, descrita por $y^2 = x^3 + ax + b$, de manera que en dichos cuerpos puede expresarse como:

```
if P = Q
    lambda = ( (3 * P[x] * P[x]) + a ) * ( 2 * P[y] )^-1
else
    lambda = ( Q[y] - P[y] ) * ( Q[x] - P[x] )^-1

result[x] = ( lambda * lambda ) - P[x] - Q[x]

result[y] = ( lambda * (P[x] - result[x]) ) - P[y]
```

Figura 1. Algoritmo de suma de puntos de una Curva Elíptica.

La operación de multiplicación escalar es planteada como una sucesión de sumas y/o restas entre puntos de la curva elíptica, entendidas éstas últimas, las restas, al estar en un contexto modular, como sumas por el inverso aditivo.

Con la definición anterior, en el presente desarrollo se verá cómo el concepto de Booth aplicado dentro de un contexto modular a la operación de grupo que se define entre los puntos que conforman una curva elíptica soporta muchos cálculos cancelativos, los cuales nos permitirán ahorrar operaciones, con

el consiguiente aumento en rendimiento. Además de la ya consabida capacidad de reducción de las secuencias de 1s, para el caso de construir una operación contra un escalar, partiendo de esa primera operación algebraica. Este tipo de cálculos son muy utilizados en distintos campos y especialmente en el mundo de la Criptografía (Diffie-Hellman, pp. 644–654).

Dicho esto, se entenderá que la operación de multiplicación escalar es planteada como una sucesión de sumas y/o restas entre puntos de la curva elíptica, entendidas éstas últimas, las restas, al estar en un contexto modular, como sumas por el inverso aditivo. Y además, en todas ellas la modularidad nos será transparente, por apoyarnos en las implementaciones de primitivas modulares referenciadas (Ayuso, pp. 222-229, 255-221, 28-41, 1-12): multiplicación, inverso, adición, sustracción... Todas ellas a su vez inspiradas en el algoritmo de Booth.

2. MÉTODOS

En este apartado, lo primero que haremos será dar la implementación de la operación de grupo dentro de una curva elíptica: suma y resta de puntos (Cassels, 1966, pp. 193–29). Más concretamente, como decíamos, se dará una versión usando las implementaciones que se describen en la referencia bibliográfica titulada: *'Booth algorithm in modular exponentiation operations'* (Ayuso, 2017, pp. 1-12), tanto de las suma y resta modular entre enteros (Ayuso, 2015, pp. 222-229), como las de multiplicación (Ayuso, 2015, pp. 255-221) e inverso modular (Ayuso, 2016, pp. 28-41). De hecho, se hará referencia a ellas exactamente con el mismo nombre con el que son usadas en dichas publicaciones.

Aun así, previamente se tendrá que exponer algo de código para alcanzar el algoritmo de la operación de grupo, Figura 1, de una forma limpia y entendible, de cara a construir la operación de multiplicación escalar, que es la que realmente interesa y se está tratando en el presente documento.

La primera operación descrita para facilitar el algoritmo final se trata de una que calcularía el resultado de multiplicar un entero por él mismo, y luego triplica el resultado; es decir, t por t por 3 , módulo m , sería:

```
result = t;

opBooth = mMultiplication1(result, t, m);

aux = result << 1; // MULTIPLICA t^2 por 2

if(aux >= m)

aux = subtraction1(m, aux);

switch(mAddition1(result, aux, m)) {

    case ( 1 0 ):

        opBooth = opBooth == ( 1 0 ) ? ( 0 1 )

        : ( 1 0 );

        break;

    default:

        break;

}

return opBooth;
```

Figura 2. Algoritmo de multiplicación y triplicado (multiplyTriple).

La siguiente operación que describimos será una que calcularía el resultado de duplicar un entero, y luego calcula el inverso modular al resultado; es decir, inverso de t más t , módulo m , sería:

```
result = t << 1; // MULTIPLICA t por 2

if(result >= m)

result = subtraction1(m, result);

opBooth = extendedEuclideanBinary(result, result, m)

return opBooth;
```

Figura 3. Algoritmo de duplicado e inversión (multiplyInverse).

La última operación que predefinimos será una que obtiene el resultado de una resta entre enteros, y luego calcula el inverso modular al resultado; es decir, inverso de t menos s , módulo m , sería:


```
result = t;

opBooth = mSubtraction1(result, s);

switch(extendedEuclideanBinary(result, result, m)) {

    case ( 1 0 ):

        opBooth = opBooth == ( 1 0 ) ? ( 0 1 )

                                : ( 1 0 );

        break;

    default:

        break;

}

return opBooth;
```

Figura 4. Algoritmo de resta e inversión (subtractInverse).

Llegados a este punto, para no perdernos, recapitulamos un poco. Este apartado abre de manera que se está describiendo el código para calcular la operación aditiva expresada en **Figura 1**. Para

definir la misma de una manera más inteligible, y también más compacta, nos apoyamos en 3 operaciones, las que figuran en **Figura 2, 3 y 4**. Como se ha ido detallando, dichas suboperaciones simplemente absorben unos cálculos parciales, valiéndose de los algoritmos referenciados en la bibliografía.

Apostillado lo anterior, con las tres operaciones previas, ya nos es más sencillo definir el cálculo de la variable nombrada lambda en la **Figura 1 (Algoritmo de suma de puntos de una curva elíptica)** utilizada en la operación de grupo para el cálculo de la pendiente (Cassels, 1966, pp. 193–29). Puede observarse en la citada imagen, que tenemos 2 casos, que se traducen en 2 códigos distintos para calcular dicha variable. El primero, la suma de 2 puntos, P y Q , módulo m , de una curva elíptica, descrita por $y^2 = x^3 + ax + b$, cuando P es igual a Q , quedaría:

```
aux = P[x];

opBooth1 = multiplyTriple(aux, m);

switch(opBooth1) {

    case ( 1 0 ):

        opBooth1 = mSubtraction1(aux, a) == ( 1 0 ) ?

            ( 0 1 ) : ( 1 0 );

        break;

    default:

        opBooth1 = mAddition1(aux, a, m));

        break;

}
```

```
lambda = P[y];

opBooth2 = multiplyInverse(lambda, m);

switch(mMultiplication1(lambda, aux, m)) {

    case ( 1 0 ):

        if(opBooth2 == ( 1 0 ))

            opBooth1 = opBooth1 == ( 1 0 ) ?

                ( 1 0 ) : ( 0 1 );

        else

            opBooth1 = opBooth1 == ( 1 0 ) ?

                ( 0 1 ) : ( 1 0 );

        break;
```

```
aux = P[x];

default:

    if(opBooth2 == ( 1 0 ))

        opBooth1 = opBooth1 == ( 1 0 ) ?

            ( 0 1 ) : ( 1 0 );

    break;

}

return opBooth1;
```

Figura 5. Algoritmo de cálculo de la pendiente cuando P es igual a Q (calcEquLambda).

El segundo caso para la pendiente denotada como λ es con la suma de 2 puntos, P y Q, módulo m, de una curva elíptica, descrita por $y^2 = x^3 + ax + b$, cuando P es distinto a Q, quedando:

```
lambda = Q[y];

aux = Q[x];

opBooth1 = mSubtraction1(lambda, P[y]);
```

Figura 6. Algoritmo de cálculo de la pendiente cuando P es distinto a Q (calcNeqLambda).

Bien, ya se puede escribir el código de la operación de grupo. En la introducción se ha dado un pseudocódigo en la **Figura 1 (Algoritmo de suma de puntos de una curva elíptica)** entendiendo que la coordenada y del resultado se obtenía como:

```
result[y] = ( lambda * (P[x] - result[x]) ) - P[y]
```

Figura 7. Algoritmo para coordenada Y en suma de puntos de una curva elíptica.

Esto es así, porque al calcular el tercer punto, R , donde la recta dada por los puntos P y Q intersecta la curva elíptica, lo que en verdad se obtiene de forma directa es $-R$, por la naturaleza geométrica de la operación, en lugar de R ; y por ello se requiere proyectarse contra el elemento negativo (Cassels, 1966, pp. 193–29). En nuestro caso, veremos que el aplicar los conceptos de Booth a los presentes cálculos, nos permite siempre trabajar indiferentemente con el valor de un elemento o de su inverso algebraico, haciendo insignificante lo anterior. De ahí que nuestra implementación para operación se suma de puntos, para la coordenada y queda realmente implementada como:

```
result[y] = ( lambda * (result[x] - P[x]) ) + P[y]
```

Figura 8. Algoritmo para coordenada inversa Y en suma de puntos de una curva elíptica.

Remarcado lo anterior, se presenta la suma de 2 puntos, P y Q de una curva elíptica, descrita por $y^2 = x^3 + ax + b$, módulo m , como:

```
    if(P == Q)
    opBooth1 = calcEquLambda(P, m, a, lambda);
    else
    opBooth1 = calcNegLambda(P, Q, m, a, lambda);

    result[x] = lambda;

    switch(mMultiplication1(result[x], lambda, m)) {

        case ( 1 0 ):

            opBooth2 = mAddition1(result[x], P[x], m))

                == ( 1 0 ) ? ( 0 1 ) : ( 1 0 );

            break;

        default:

            opBooth2 = mSubtraction1(result[x], P[x]);

            break;

    }

    switch(opBooth2) {
```

```
        case ( 1 0 ) :

            opBooth2 = mAddition1(result[x], Q[x], m))

            == ( 1 0 ) ? ( 0 1 ) : ( 1 0 );

            break;

        default:

opBooth2 = mSubtraction1(result[x], Q[x]);

            break;

    }

    result[y] = result[x];

    switch(opBooth2) {

        case ( 1 0 ) :

            tmpOp = mAddition1(result[y], P[x], m))

            == ( 1 0 ) ? ( 0 1 ) : ( 1 0 );

            break;

        default:
```

```
        tmpOp = mSubtraction1(result[y], P[x]);

        break;

    }

    switch(mMultiplication1(result[y], lambda, m)) {

        case ( 1 0 ):

            if(tmpOp == ( 1 0 ))

                opBooth1 = opBooth1 == ( 1 0 ) ?

                    ( 1 0 ) : ( 0 1 );

            else

                opBooth1 = opBooth1 == ( 1 0 ) ?

                    ( 0 1 ) : ( 1 0 );

            break;

        default:

            if(tmpOp == ( 1 0 ))
```



```
        opBooth1 = opBooth1 == ( 1 0 ) ?  
            ( 0 1 ) : ( 1 0 );  
        break;  
    }  
    switch(opBooth1) {  
        case ( 1 0 ) :  
            opBooth1 = mSubtraction1(result[y], P[y]);  
            == ( 1 0 ) ? ( 0 1 ) : ( 1 0 );  
            break;  
        default:  
            opBooth1 = mAddition1(result[y], P[y], m)  
            break;  
    }  
    if(opBooth2 = ( 1 0 ))  
result[x] = subtraction1(m, result[x]);  
  
    return opBooth1 == ( 1 0 ) ? ( 0 1 ) : ( 1 0 );
```

Figura 9. Algoritmo de suma de puntos de una curva elíptica (mAdditionEC).

En primer lugar, se comprueba que lo primero que realiza el algoritmo de la **Figura 9**, sobre estas líneas, es como habíamos adelantado hacer uso de las funciones definidas previamente:

- *calcEquLambda* (algoritmo de la **Figura 5**)
- *calcNeqLambda* (algoritmo de la **Figura 6**)

De manera que se invoca a una u otra dependiendo de si los elementos que vamos a operar son distintos o no, tal y como queda reflejado en la primera condición de la implementación que figura en la **Figura 1** de la introducción del artículo. El resto del pseudocódigo, como puede constatarse, simplemente realiza la implementación de las operaciones de las que consta la operación aditiva, tal y como está definida engendrando un grupo abeliano. Es decir, el algoritmo dado en **Figura 1** sólo que haciendo uso de las implementaciones documentadas en las referencias bibliográficas que hacen uso del algoritmo de Booth.

Por otra parte, y para terminar de construir todo lo necesario para lo que se busca exponer en el presente documento, se requerirá de la capacidad de restar un punto de la curva, pero como hemos adelantado en la introducción, esto se realizará como sumas por el inverso aditivo del valor del elemento que se desea sustraer, es decir, operando por el elemento algebraico inverso en el contexto en el que estamos trabajando: un contexto aditivo. Tenemos pues que la resta de 2 puntos, P y Q de una curva elíptica, descrita por $y^2 = x^3 + ax + b$, módulo m , sería:

```
result = P;
aux[x] = Q[x];
aux[y] = subtraction1(m, Q[y]);

return mAdditionEC(result, aux, m, a);
```

Figura 10. Algoritmo de resta de puntos de una curva elíptica (mSubtractionEC).

Una vez en este punto, destacar que, como hemos podido deducir, todas las versiones de los algoritmos utilizados, salvo *subtraction1*, retornan un valor que hace referencia a una acción de

Booth, por ello entenderemos que dejan el resultado del cómputo en la primera variable que se le pase como parámetro en la llamada. Por simplicidad. Salvo en el caso de las nuevas operaciones *calcEquLambda* y *calcNegLambda*, las cuales entendemos que dejan el resultado del cálculo en el último parámetro de la llamada, en *lambda*.

Ahora repasemos la tabla dada por Booth para reducir el número de operaciones necesarias, apoyándonos en la capacidad de hacer y deshacer las proyecciones que realizamos de unos elementos contra otros, que posee la operación algebraica con la que se construye nuestro cálculo:

Tabla 1. Tabla de acciones de Booth.

bit menos significativo	bit extra	Interpretación	Acción
0	0	intermedio cadena de 0s	ninguna
0	1	final cadena de 1s	operación
1	0	comienzo cadena de 1s	operación inversa / inverso misma operación
1	1	intermedio cadena de 1s	ninguna

Por último, simplemente para poder dar un código algo más compacto, definimos la siguiente pequeña función, la cual recibe 2 valores de la tabla de acciones de Booth, *opBooth1* y *opBooth2*, y genera 1 valor salida acorde al concepto. Entendemos una función que:

```
if(opBooth2 = ( 1 0 ))
    return opBooth1 == ( 1 0 ) ? ( 0 1 ) : ( 1 0 );
return opBooth1;
```

Figura 11. Algoritmo de cálculos parciales de acciones de Booth (calcOpBooth).

Por fin, partiendo de la tabla (**Tabla de acciones de Booth**) vamos a entrar en la operación que nos ocupa: la multiplicación escalar. Nuestro algoritmo de Booth aplicado a la multiplicación de un entero t por el punto P de una curva elíptica, descrita por $y^2 = x^3 + ax + b$, módulo m , y todos de longitud n , sería:

```
opBooth1 = (0 0);    // NINGUNA ACCION AL INICIO
```

```
opBooth2 = (0 0);    // NINGUNA ACCION AL INICIO

bitExtra = 0;

weight[x] = P[x];
weight[y] = P[y];
opBooth2 = (0 1);

for(int i = 0; i < n; i++) { // TRATA ELEMENTO NEUTRO EC
    if(t[i] == 1) {
        k = i;
        break;
    }

    tmpOp = mAdditionEC(weight, weight, m, a);
    opBooth2 = calcOpBooth(opBooth2, tmpOp);
}

result[x] = weight[x];    // OP BOOTH INICIAL (1 0)
```

```
result[y] = subtraction1(m, weight[y]);

opBooth1 = opBooth2;

bitExtra = 1;

tmpOp = mAdditionEC(weight, weight, m, a);
opBooth2 = calcOpBooth(opBooth2, tmpOp);

for(int i = k + 1; i < n; i++) {

    switch(actionBooth(t[i], bitExtra) {

        case ( 0 1 ):

            if((opBooth1 == ( 1 0 ) && opBooth2 == ( 1 0 ))

                || (opBooth1 == ( 0 1 ) && opBooth2 == ( 0 1 )))

                tmpOp = mAdditionEC(result, weight, m, a);

            else

                tmpOp = mSubtractionEC(result, weight, m, a);

            opBooth1 = calcOpBooth(opBooth1, tmpOp);

            break;
```

```
case ( 1 0 ):  
  
    if((opBooth1 == ( 1 0 ) && opBooth2 == ( 1 0 ))  
        || (opBooth1 == ( 0 1 ) && opBooth2 == ( 0 1 )))  
        tmpOp = mSubtractionEC(result, weight, m, a);  
    else  
        tmpOp = mAdditionEC(result, weight, m, a);  
  
    opBooth1 = calcOpBooth(opBooth1, tmpOp);  
    break;  
default:  
    break;  
}  
  
tmpOp = mAdditionEC(weight, weight, m, a);  
opBooth2 = calcOpBooth(opBooth2, tmpOp);  
  
bitExtra = t[i];  
}
```

```
if(opBooth1 = ( 1 0 ))  
  
    result[y] = subtraction1(m, result[y]);  
  
return result;
```

Figura 12. Algoritmo de multiplicación escalar en Curvas Elípticas.

Hacer hincapié en que damos por sentado que las operaciones retornan una acción de Booth, tal y como se especifica en su implementación, y el resultado del cálculo es dejado en la primera de las variables que le llega por parámetro en la llamada.

También apostillar que el concepto de Booth exige la invertibilidad de la operación, luego, en el algoritmo mostrado, se da por supuesto que trabaja siempre sobre una estructura algebraica donde todo elemento es invertible, es decir, para el caso que nos ocupa, entendemos que estamos ante un grupo abeliano.

Y sobre todo profundizar en la forma en la que es aplicado el concepto de Booth en cada fragmento del algoritmo anterior, para una comprensión completa. Si nos fijamos, el primer *switch*, utiliza el concepto de Booth en el sentido más clásico: reduce el número de operaciones a realizar apoyándose en la operación inversa; para el caso que nos ocupa, si entendemos la multiplicación como una sucesión de sumas, conseguimos reducir el número de sumas a realizar entre puntos, ayudándonos de operaciones de resta. Por otro lado, los *ifs* anidados nos sirven para apoyarnos en elementos inversos, y nuevamente reducir el número de operaciones explotando aún más el concepto de Booth. Por ello, cabe destacar esa última comprobación al final del código, en caso de que al salir del bucle, hayamos terminado obteniendo en elemento inverso, un punto negativo, en lugar del elemento resultado: obtenemos su valor real con una simple resta contra el módulo sobre el que estamos trabajando (por tratarse de un inverso aditivo); es decir, el valor positivo.

3. CONCLUSIONES

Aplicar el algoritmo de Booth en métodos que requieren de sucesivas operaciones relacionadas algebraicamente nos ofrece distintas herramientas cancelativas (Ayuso 2017, pp. 1-9) para ahorrar operaciones debido a que contrarrestan su acción ayudándonos en su inversa, en elementos inversos que evitan actuaciones o eliminando operaciones cruzadas (Ayuso 2017, pp. 19-26). Además, el hecho de que todas las operaciones primitivas que componen los cálculos, igualmente hagan uso del concepto de Booth, nos permite trabajar siempre con elementos pertenecientes a la estructura algebraica sobre la que operamos; en lugar de tener que sobrecargar los algoritmos con constantes procesos de reducción o encuadrado dentro del módulo. Con el coste añadido que eso supondría (Ayuso 2018, pp. 13-20).

El hecho de que todas las operaciones primitivas que componen los cálculos, igualmente hagan uso del concepto de Booth, nos permite trabajar siempre con elementos pertenecientes a la estructura algebraica sobre la que operamos.

En conclusión, los conceptos propuestos por Booth, son extensibles a distintos cuerpos y dimensiones algebraicas mientras se acabe trabajando sobre una aritmética construida con proyecciones invertibles, ofreciendo siempre la posibilidad de cancelar operaciones y reducir el número de cálculos necesarios (Ayuso 2017, pp. 1-12). Además de resultar una solución mucho más elegante, proporcionando algoritmos de una naturaleza más acorde conceptualmente y más rápidos. Ocurre también, gracias a las variables de apoyo descritas en la técnica dada originalmente por Booth, que la posibilidad de tener control sobre si se está en un lado u otro de esa dualidad algebraica que se produce por ese efecto de proyectabilidad de la relación de equivalencia, binaria, para el caso, nos ofrece la posibilidad de trabajar con elementos proyectados o no, indiferentemente, (Ayuso 2017, pp. 28-41), sin afectar al resultado final y evitándonos los posibles costes añadidos de deshacer la proyección.

Por otro lado, proporciona una técnica que es portable a operaciones de naturaleza bien diferente, o las cuales están definidas de manera completamente distinta, siempre y cuando acaben describiendo una relación bien formada entre los elementos de la estructura algebraica (Ayuso 2017, pp. 33-43). Llegando a convertirse en todo un paradigma para abordar cómputos que cumplan con los ya mencionados requisitos.

Como posible futura línea de investigación, se pueden tratar de aplicar los conceptos descritos en la aritmética de Montgomery (Montgomery 1985, pp. 519–521), ya que ésta permite realizar la operación de multiplicación de una manera más eficiente. Por lo que sería una técnica complementaria a la presente.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ayuso, J. (2015). Booth algorithm modular arithmetic operations of addition and subtraction. *3C TIC*, 4(3), 222-229.

Ayuso, J. (2015). Booth algorithm modular arithmetic operations of multiplication, *3C TIC*, 4(4) 255-221.

Ayuso, J. (2015). Booth algorithm operations addition and subtraction. *3C TIC*, 4(2) 113-119.

Ayuso, J. (2016). Booth algorithm in signed-digit representation. *3C TIC*, 5(3), 33-43.

Ayuso, J. (2016). Booth algorithm operations modular inverse. *3C TIC*, 5(2), 28-41.

Ayuso, J. (2017). Booth algorithm in arity with multiple operands. *3C TIC*, 6(4), 19-26.

Ayuso, J. (2017). Booth algorithm in modular exponentiation operations. *3C TIC*, 6(2), 1-12.

Ayuso, J. (2017). Booth algorithm hardware operations addition and subtraction. *3C TIC*, 6(3), 1-9.

Ayuso, J. (2018). Karatsuba algorithm operations exponentiation. *3C TIC*, 7(1), 13-20.

Booth, A. D. (1945). A method of calculating reciprocal spacings for X-ray reflections from a monoclinic crystal. *J. Sci. Instr.*, 22, p. 74.

Booth, A. D. and 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), 236-240.

Cassels, J.W.S. (1966). Diophantine equations with special reference to elliptic curves. *J. London Math. Soc.*, 41, 193–29.

Diffie, W., & Hellman, E. (1976). New directions in cryptography. *IEEE Transactions on Information Theory*, 22(6), 644–654.

Euclid of Alexandria. (1557). *Elements*. T.L. Heath's.

Montgomery, P. (1985.). Modular Multiplication Without Trial Division. *Math. Computation*, 44, 519–521.

W. Reitwiesner, G. (1960). Binary Arithmetic, 231-308.

/02/

EXPERIENCIA UNIVERSITARIA DEL USO DE EDMODO EN EL AULA. CASO UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, ECUADOR

UNIVERSITY EXPERIENCE OF EDMODO USE IN THE CLASSROOM, CASE UNIVERSITY OF GUAYAQUIL, ECUADOR

María Eugenia Jiménez Cercado

Magíster en Administración de Empresas Mención en Recursos Humanos y Marketing, Ingeniera Comercial con Especialidad en Recursos Humanos y Marketing, Docente de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad de Guayaquil, Ecuador.

jimenezcme@ug.edu.ec

Marjorie Marcela Acosta Véliz

Magíster en Administración y Dirección de Empresas, Ingeniera Comercial con Especialidad en Finanzas, Especialista en Evaluación de Proyectos y Gestión Directiva, Docente de la Facultad de Ciencias Administrativas en la Universidad de Guayaquil, Ecuador.

marjorie.acostav@ug.edu.ec

Recepción: 05/01/2018. **Aceptación:** 08/02/2018. **Publicación:** 29/06/2018

Citación sugerida:

Jiménez Cercado, M. E. y Acosta Véliz, M. M. (2018). Experiencia universitaria del uso de Edmodo en el aula. Caso Universidad de Guayaquil, Ecuador. *3C TIC: Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 7(2), 36-67. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2018.60.36-67/>

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo otorgarle a Edmodo valor didáctico, dadas las ventajas para aprendices y educadores, cambiando la forma del acceso y administración de la información. La metodología usada comprende datos bibliográficos y métodos deductivo e inductivo que conjuntamente con la encuesta permitieron estimar las acciones y perspectivas de los estudiantes de la Universidad de Guayaquil. Finalmente, éste concluye en la aceptación mayoritaria para descargar la aplicación en sus celulares a pesar del desconocimiento previo del uso de Edmodo.

ABSTRACT

This article aims to give Edmodo, didactic value because of the benefits for learners and teachers, changing the way of access and information management. The methodology used includes bibliographic data, deductive and inductive methods that together with the survey allowed to estimate the actions and perspectives of the students of the University of Guayaquil. Finally, this concludes in the majority acceptance to download the application on their cell phones despite the previous ignorance of the use of Edmodo.

PALABRAS CLAVE

Edmodo, plataforma, información, tecnología, auto-aprendizaje.

KEY WORDS

Edmodo, platform, information, technology, self-learning

1. INTRODUCCIÓN

Existen diferentes reflexiones acerca de cómo la tecnología aporta a los nuevos procesos de enseñanza-aprendizaje, entre los cuales se destaca que las TICs (Tecnologías de la información y Comunicación), han revolucionado el campo educativo según lo destaca Badia (2006). Estos cambios han permitido que las personas se preparen desde diversos enfoques al alcance de un solo click, dejando la clase presencial ya no como la última y única alternativa, sino como acceso a temas más profundos y de carácter más interactivo. Se trata precisamente de que la interacción profesor – estudiante se vea inmersa en un nuevo campo de innovación e incluso de adaptación, permitiendo la investigación formativa por diferentes medios tecnológicos efectivos y mucho más dinámicos.

En primer término, el estudiante para aprender debe reconocerse como su propio sujeto activo, es decir, valorar los conocimientos ya adquiridos mediante la praxis, y por otro lado, estar dispuesto a adquirir conocimientos nuevos. Núñez & González (1998) a esto se lo denomina la dimensión cognitiva del aprendizaje, que no tan lejos del factor motivacional, conllevan factores clave para el autoaprendizaje, destacando que cada estudiante es capaz de asumir nuevos retos a través del desarrollo, análisis y retroalimentación de conceptualizaciones científicas.

A la medida que el uso del internet aumenta, de acuerdo a estadísticas de Villanueva, (2017) de una población de 7.476 billones, los usuarios de internet, ya sea por computadores personales o tablets y dispositivos móviles, alcanzan los 3.773 billones. Una captación de un 50%, también se incrementa la creación de plataformas en sitios web mostrando la innovación con la que actualmente destaca el sector de la educación. La red edmodo.com, fundada en 2008 en la ciudad Norteamericana de Chicago, Illinois por Nic Borg, Jeff O'Hara y Crystal Hutter, cuenta actualmente con 87.206.891 miembros alrededor del mundo.

Edmodo brinda al usuario una herramienta valiosa para la automotivación y autonomía de estudiantes que se sienten más comprometidos con sus deberes diarios, fortaleciendo los procesos de enseñanza – aprendizaje.

Edmodo es considerada la red de aprendizaje global y social líder en el mundo (Edmodo, 2016) cuyo objetivo es “conectar a estudiantes, profesores y padres con la gente y recursos necesarios para desarrollar todo su potencial”. Tal es su alcance que no solamente la educación primaria y secundaria han sucumbido a sus beneficios, sino también las aulas universitarias. Es por esto que el

presente estudio enmarca la experiencia obtenida del uso de Edmodo por parte de los estudiantes de la Universidad de Guayaquil.

Entre sus principales ventajas, Edmodo es considerada amigable en su uso, ya que cuenta con características muy similares a Facebook, red social muy popular en la generación actual y que hoy por hoy cuenta con 1.900 millones de usuarios activos en el mundo (Mejía, 2017). Debe indicarse que a partir de esta premisa, Edmodo brinda al usuario una herramienta valiosa para la automotivación y autonomía de estudiantes que se sienten más comprometidos con sus deberes diarios, fortaleciendo los procesos de enseñanza – aprendizaje.

La plataforma Edmodo permite la comunicación fluida mediante la conexión e interacción con otros, de tal modo que se puede intercambiar opiniones, ideas y hasta retroalimentar de una manera fácil y accesible para todos, Balasubramanian, Jaykumar, & Fukey (2014). La experiencia del uso del Edmodo permite disfrutar de un ambiente virtual, en donde los usuarios ven en el aprendizaje una actividad no solamente útil sino amena, como por ejemplo: compartir contenidos, acceder a tareas, revisar calificaciones en el caso de estudiantes. Para los docentes: diseñar tareas, encuestas, lecciones y estadísticas de cumplimiento; y hasta para los padres, poder chequear los avances académicos de sus hijos.

La presente investigación generará una revisión descriptiva sobre los elementos de ventaja que ha tenido la plataforma Edmodo en las aulas universitarias, así como también desventajas o perspectivas diferentes que mediante un estudio se pudo lograr obtener. Sugerencias y también dificultades son detalladas en el análisis de encuesta realizado.

2. JUSTIFICACIÓN, PROBLEMA Y OBJETIVOS

2.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se realiza con la finalidad de dar a conocer los aspectos y comportamientos que han tenido los estudiantes de la Universidad de Guayaquil, en cuanto a su experiencia en el uso de la plataforma Edmodo. Esto se desarrolla gracias a los avances tecnológicos en el ámbito de la enseñanza, y estudios de educación superior no puede quedarse atrás. Es importante evaluar los aspectos por los cuales existen estudiantes que no pueden acceder a Edmodo, así como también perspectivas de beneficios de su uso.

2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El uso de plataformas digitales no es una actividad nueva, ya que se viene dando desde hace 20 años, sin embargo en el Ecuador de a poco se ha ido incorporando especialmente en la educación superior. Docentes y estudiantes han tenido que innovar en sus métodos de enseñanza-aprendizaje a fin de no quedarse fuera de la vanguardia mundial. Es así como actualmente se solicita que los docentes universitarios involucren a sus estudiantes de una manera más interactiva e innovadora, haciendo el uso de redes y plataformas que permitan una comunicación frecuente y efectiva. Es por tanto, que el trabajo busca medir las circunstancias de unirse a los grupos de Edmodo, su aceptación y la predisposición para continuar usándolo de manera más habitual y eficaz desde sus dispositivos móviles.

2.3. OBJETIVO GENERAL

Dar a conocer la experiencia en el uso de Edmodo por parte de los estudiantes de la Universidad de Guayaquil, Ecuador.

2.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como primer objetivo se establece la revisión bibliográfica, la cual permite conocer de mejor manera términos como el aprendizaje en línea, recursos educativos abiertos, web 2.0 y web 3.0, lo cual permite reconocer a Edmodo como uno de sus principales aliados.

En segundo lugar, el diagnóstico se realiza tomando como instrumento la encuesta, la misma que se levantó en las aulas universitarias y revela las experiencias del uso de Edmodo.

Finalmente, se presentan los resultados de la investigación mostrando las experiencias desde diferentes perspectivas, tal es el alcance que se aprecia un incremento en el uso de las TICs en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Virtuosamente, la educación abierta permite en estos días no solo un aprendizaje de calidad sino también es proveedor de experiencias y conocimientos enriquecedores que gracias a la Web 2.0. Destaca la autonomía que todo estudiante debe tener, tal como lo manifiesta (Torres, 2016). Es

así, que partiendo de la denominada Web 1.0, donde se puede revisar contenidos en internet, llega a convertirse en una tendencia evolutiva siendo su alcance la interacción de los usuarios con los contenidos expuestos en la web, tal es la aceptación que no tardó en aparecer la Web 3.0.

En otras palabras, la web 1.0 fue en su tiempo una innovación muy útil para los investigadores ya que facilita la obtención de información, pero la web 2.0 aumentó su eficacia al tiempo que la interacción entre los usuarios y los contenidos del internet fueron creando una tendencia muy marcada especialmente a los amantes de redes sociales como Facebook, Twitter y el propio Google. Ganando más adeptos día a día, éstas y otras redes sociales han convertido a jóvenes y adultos en expertos sin saberlo en la web 2.0.

La web 1.0 fue en su tiempo una innovación muy útil para los investigadores ya que facilita la obtención de información, pero la web 2.0 aumentó su eficacia al tiempo que la interacción entre los usuarios y los contenidos del internet fueron creando una tendencia muy marcada .

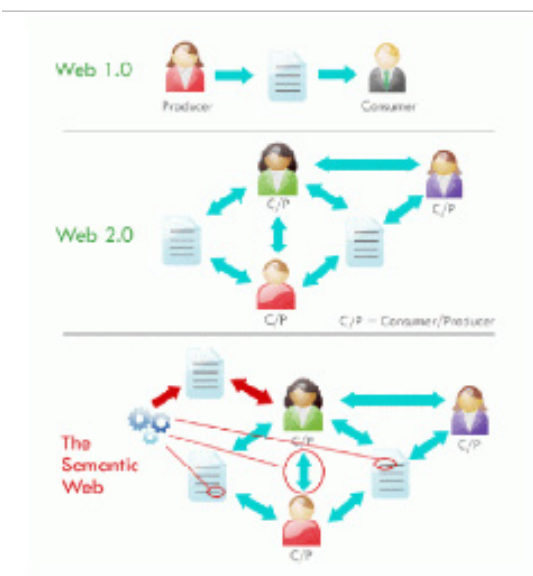


Figura 1. Evolución de la Web: 1.0, 2.0 y 3.0.

Fuente: <https://comenzandodecero.com/definicion-de-web-2-0/>

Es así como la educación abierta tiene como sus principales ventajas, que los estudiantes pueden disponer del tiempo para realizar sus actividades de investigación, es decir, que la movilización física no es ya un impedimento. Qué es entonces la educación abierta? Es considerada según (Opensource.com) como una filosofía sobre la forma en que las personas deberían producir, compartir y construir conocimiento, de tal suerte, que una educación de calidad esté al alcance de todos evitando altos costos monetarios, materiales didácticos no actualizados, entre otros.

Según la (UNESCO, Unesco.org, 2015) OERs (Open Educational Resources), o sus siglas en español REA (Recursos Educativos Abiertos) son justamente recursos de aprendizaje propuestos por sus creadores para ser consultados, traducidos y hasta modificados. Pueden ser diapositivas, sílabos, imágenes, planes de estudio, audios, videos, mapas, hojas de trabajo, libros, conferencias, artículos y hasta blogs de opinión. La ventaja para los docentes es básicamente la flexibilidad de estos recursos ya que permiten ahorrar tiempo y dinero, además de poder transformarlos acorde a los grupos de estudio; mientras que para los estudiantes, se resalta la independencia que un alumno logra al poseer autocontrol y autonomía, conocimiento de sus propios alcances fijándose metas a corto y largo plazo (Area, 2009).

De igual manera, la Unesco tiene como propósito sugerir a los que toman decisiones en gobiernos e instituciones que se invierta en la producción sistemática, adaptación y uso de las OER y traerla a la palestra de la educación superior, con la finalidad de mejorar la calidad del currículo de las personas así como también los procesos de enseñanza y adicionalmente reduzcan los costos. A continuación se detallan Software de recursos de educación abierta comúnmente usados de acuerdo a (Butcher, 2011, 2015) de la Unesco propiamente.



Figura 2. Ejemplos de Software que ofertan OER.

En la Figura 2 se pueden apreciar cinco de las plataformas más usadas a nivel mundial en cuanto a comunidades en línea: Moodle es descargado 15 veces en un día, más de 28 mil sitios registrados, más de un millón de cursos y una comunidad de educandos de 10 millones (Moodle, 2018). Claroline está disponible en 35 idiomas y tiene usuarios en más de 80 países, ofrece soluciones de aprendizaje sencillo y flexible (Claroline, 2017). Dokeos se presenta en 30 idiomas y más de mil organizaciones, tiene más de 28 mil usuarios y ha brindado por encima de 3.600 cursos en quince años. LMS for Compliance Training es su lema y quiere decir Sistema de Administración del aprendizaje para cumplimiento de capacitación (Dokeos, 2018). ATutor tiene más de 17.000 instalaciones alrededor del mundo, posee subdivisiones como: ATutor Learning Management Tools, Herramientas de Administración del aprendizaje; ATutor LMS Learning Management System, Sistema de Administración del aprendizaje; AContent Learning Content Management System, Sistema de Administración del contenido del aprendizaje; ATutor Spaces Atutor LMS Hosting Services, Servicio de acompañamiento para sistemas de administración del aprendizaje. (ATutor). Olat es muy popular dentro de la comunidad de educación superior europea fue fundada en 1999 en Zurich, sus siglas significan Online Learning and Training que quiere decir Aprendizaje y Capacitación en Línea (OLAT, 2018).

El aprendizaje en línea lidera la interacción y permite que el estudiante sienta una experiencia personalizada de aprendizaje enfocada en sus necesidades y aspiraciones.

E-learning es la ventaja que actualmente permite la comunicación entre docentes y estudiantes a través de redes de comunidades en el cyber espacio. Hace más de diez años (Laurillard, 2004) destacaba que una educación universitaria debe ser capaz de proveer destrezas superiores propias del siglo XXI y no una mera adquisición de conocimientos. El aprendizaje en línea lidera la interacción y permite que el estudiante sienta una experiencia personalizada de aprendizaje enfocada en sus necesidades y aspiraciones. Ahora, pueden encontrar ya sea en cursos o en universidades acceso web a contenidos de la clase conjuntamente con recursos digitales diversos que dan soporte a sus estudios. E-learning cuenta con ambientes web personalizados en donde por ejemplo los usuarios pueden unirse a fórums de discusión con su clase o grupo y es esta clase de acceso que ayuda a los alumnos medio tiempo con poca participación, a que cumplan sus objetivos mediante esta flexible herramienta.

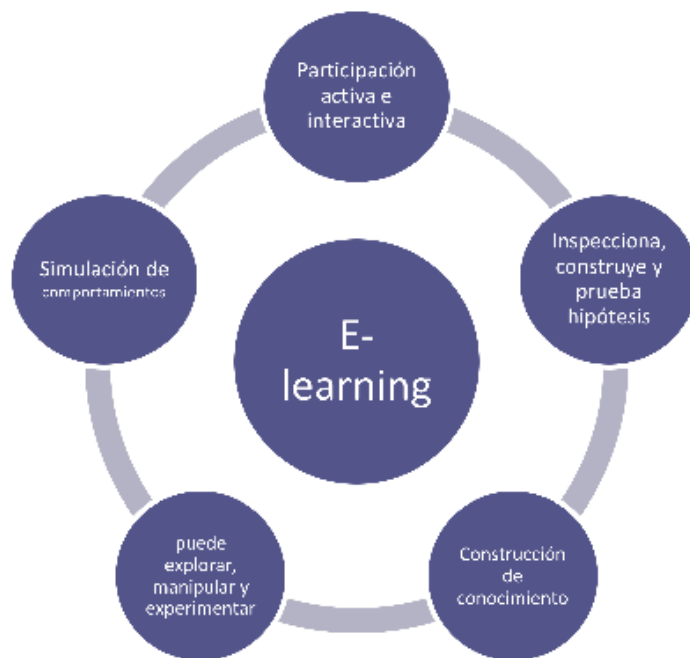


Figura 3. Características que ofertan los ambientes digitales.

Lo expuesto en la Figura 3 remarca lo que las empresas digitales pueden ofrecer a los usuarios, es también necesario acotar que dentro del área humanística se puede diseñar y editar programas que son muy útiles en el campo de la música, teatro y la cinematografía. En el área de las ciencias sociales se puede asignar roles, tareas a grupos o a individuos en los campos de negocios, política, psicología entre otros. Indudablemente, no existe disciplina en la que los estudiantes no obtengan sus beneficios ya sea en conceptos, interpretaciones y teorías, generando empoderamiento y compromiso en sistemas colaborativos de aprendizaje en donde se puede discutir y debatir ideas, descubrimientos y hasta sus propias creaciones.

La web 2.0, web 3.0, los recursos educativos abiertos REA así como el e-learning tienen mayor importancia actualmente y la educación superior no puede quedarse atrás, es más, se considera el enfoque al cual todos los países deben llegar según (Gutiérrez, Martínez, & Prendes, 2010) para así desarrollarse vertiginosamente. Es por tanto que debe destacarse que las Instituciones de Educación

Superior IES, son las llamadas a fomentar el incentivo de la educación de calidad a través de una comunicación de élite, permitiendo y sugiriendo que sus docentes diseñen métodos de enseñanza llamativos, didácticos e interesantes para los estudiantes. Edmodo lo hace posible mediante la disposición de espacios de interacción positiva en donde por principio de la comunicación prevalece la cooperación, difusión y hasta sentido de pertenencia y empatía con la institución. (Islas, 2014)

4. METODOLOGÍA

La metodología utilizada en la presente investigación es de tipo inductivo-deductivo basado en primera instancia por la observación de los hechos, luego así se procede al análisis de los fenómenos, de modo que puede concluirse también en una síntesis, es decir, ir de lo particular a lo general (Hernández Sampieri & Fernández Collado, 2003). Empezando desde la revisión bibliográfica histórica en la cual la plataforma inició a desarrollarse, hasta la experiencia en el uso de la plataforma Edmodo por parte de usuarios de un rango de edades que van desde los 17 hasta 40 años de edad.

El instrumento utilizado es la encuesta, la misma que se realizó a los estudiantes de la Universidad de Guayaquil de diferentes niveles en las carreras administrativas y de negocios durante el tercer trimestre del año 2017. Mediante la herramienta Google Drive se logró entrevistar a 123 alumnos, quienes poseen los mismos atributos de la población objetivo que se desea medir y logrando que esta muestra homogénea opine sobre alcances o dificultades al momento de usar Edmodo además de sus propias percepciones de la plataforma.

5. DESARROLLO

Edmodo es una plataforma de acceso gratuito en www.edmodo.com Kongchan (2013), de similares características, pero que proporciona más seguridad en comparación con la red social Facebook. Tanto docentes como estudiantes deben crear una cuenta, esto es, un usuario y una clave que deben ser ingresadas para tener acceso a la misma. Por un lado los docentes luego de una verificación les permite crear aulas virtuales, otorgándoles un código el cual cada estudiante debe ingresar para inscribirse o unirse a la clase. Así mismo es en donde se sube a una nube el material didáctico de la clase, diseñar encuestas, enviar tareas, revisar los avances de los estudiantes, obtener calificaciones sobre sus desempeños, enviar fotos o links para trabajos colaborativos y autónomos fortaleciendo las

interrelaciones con los compañeros (Edmodo, 2016). Por otro lado, los estudiantes pueden descargar los archivos o links de información, subir las tareas o lecciones cumpliendo los plazos establecidos por los docentes, compartir documentos, recibir calificaciones y retroalimentaciones de manera personalizada.

En el año 2011, la Sociedad Americana de Librerías Escolares AASL (American Association of School Libraries) otorgó a Edmodo el título de mejor sitio web para enseñanza y aprendizaje. Además, la reconoció como la plataforma social de aprendizaje libre y seguro que tiene como misión desarrollar en los estudiantes y educadores del siglo XXI su creatividad y colaboración, además de permitir a las comunidades activas explorar y descubrir nuevos conocimientos, EdmodoBlog (2011).



Figura 4. Logo de Premio Mejor Sitio Web.

Fuente: (EdmodoBlog, 2011)

Si bien es cierto que la tecnología ha incursionado de manera asombrosa en el ámbito de la educación, la misma no reemplaza ni reemplazará al profesor, Zhou (2016). De igual forma, Jiménez, Acosta, & Salas (2017) indican que en los estudios actuales priman esfuerzos por las capacidades de aprender que tiene cada ser humano, que al no lograrlos con la cátedra tradicional, se determinan por otros factores de influencia en la personalidad, inteligencia y el entorno.

El uso de las redes sociales ha incrementado dramáticamente en los últimos años, dejando la brecha docente-estudiante más corta. Actualmente, la comunicación se considera más fácil de sobrellevar gracias a esta ventaja que proporcionan los sitios web y es por aquello que Edmodo se destaca, permitiendo a sus usuarios interactuar con personas a lo largo y ancho del globo con similares intereses, gustos y sentimientos. En relación a otras redes, Edmodo también permite la conexión entre extraños pero de una forma más segura (Boyd & Ellison, 2007).

La oportunidad de interactuar con otras comunidades online beneficia a todos los estudiantes incluso a aquellos que son un poco tímidos en la participación en clase. Edmodo permite que sus usuarios con similares valores, creencias o preferencias se comprometan con sus estudios, sin desligar la parte social de conversar, relacionarse socialmente, colaborar y compartir trabajos construyendo así conocimiento que permita actualizar sus perspectivas y metodologías de aprendizaje.



Figura 5. Visualizaciones de las principales interacciones de Edmodo.

En la Figura 5 se puede apreciar las visualizaciones de lo que aparece en la pantalla cuando se ingresa a la plataforma Edmodo. En primera instancia, la página de inicio presenta opciones para identificar si es profesor, estudiante o un padre y los botones para “unirse a un grupo” y “entrar”, posteriormente el cuadro para ingresar el usuario y clave. Una vez ingresado como usuario, puede configurar el perfil como por ejemplo: fotografía que aparecerá, el background o breve descripción de su trabajo y profesión, conexiones es decir sus amigos, información académica e insignias. Finalmente, en Inicio o su palabra en inglés Home, puede encontrar la primera parte de una gran gama de actividades, en un perfil docente estas pueden ser: las clases o grupos a las que pertenece,

administrar y crear clases o grupos, unirse a una clase o un grupo, topics o temas que le interesan, comunidades. En la parte interactiva no solamente se escribe lo que desea como cualquier chat, sino también que se puede añadir archivos, enlaces, desde la biblioteca, desde google drive y hasta programar el mensaje con fecha y hora futura. Los colores y los diseños son bastante parecidos a Facebook, la red social más vista en el mundo. (Edmodo, Edmodo.com, 2018)

6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El análisis cuantitativo basado en la recolección de datos, se realizó a 123 estudiantes del área administrativa, de la Universidad de Guayaquil, una de las más grandes del Ecuador. Los resultados se detallan a continuación:

Pregunta 1: Sexo. En esta pregunta se identifica al estudiante por ser hombre, mujer, o prefiere no decirlo.

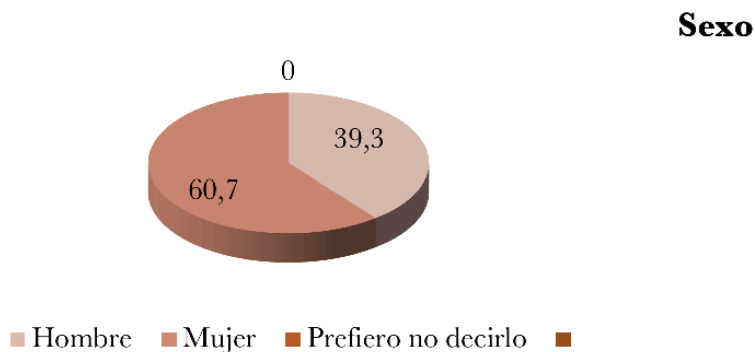


Figura 6. Sexo de los estudiantes.

En la Figura 6 se muestra que las mujeres representan en la población encuestada un 60,7%, mientras que los hombres son el 39,3%, 0% prefiere no decirlo.

Pregunta 2: Edad. Las personas encuestadas son universitarios, pueden identificarse edades diversas. Los rangos son: menor de 20 años, entre 20 y 30 años, entre 30 y 40 años, mayor a 40 años.

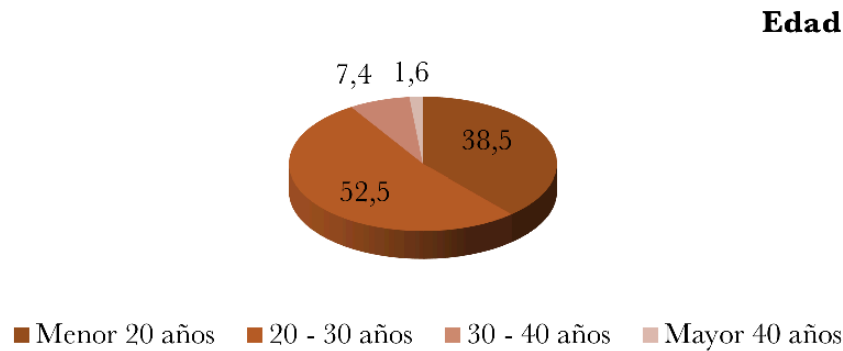


Figura 7. Edad de los estudiantes.

En la Figura 7 se aprecia que el rango de edades más de la mitad con un 52,5% corresponde a estudiantes entre 20 y 30 años, seguido de los menores de 20 años con un 38,5%, en un menor porcentaje los estudiantes que se encuentran entre 30 y 40 años con un 7,4%, y los mayores de 40 un 1,6%.

Pregunta 3: Conocimiento de existencia de plataforma Edmodo. Se trata de recolectar información si los estudiantes han escuchado hablar de Edmodo.

Ha escuchado hablar de Edmodo?

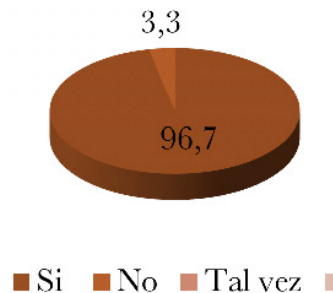


Figura 8. Conocimiento de existencia de Edmodo.

En la Figura 8 se destaca que el 96,7% de los encuestados sí han escuchado hablar de la plataforma Edmodo, mientras que una pequeña parte tan solo el 3,3% dijo que no.

Pregunta 4: En caso de respuesta afirmativa en la pregunta 3, tiempo de uso de la plataforma Edmodo. La intención de la cuestión es dejar que los estudiantes indiquen el lapso de tiempo que han venido usando Edmodo.

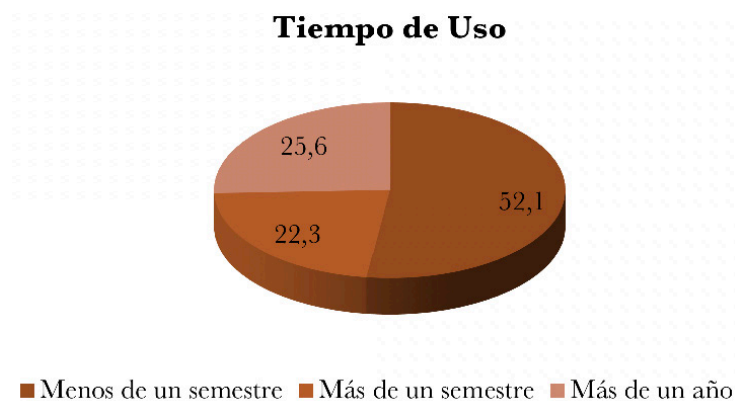


Figura 9. Conocimiento de existencia de Edmodo.

El tiempo estimado de uso de la plataforma Edmodo en los estudiantes de la Universidad de Guayaquil es de 52,1% menor a un semestre, es decir que es reciente su uso. El 25,6% ha venido utilizando Edmodo por más de un año, y, mientras que el 22,3% de los alumnos indicaron que más de un semestre ya han empezado su uso.

Pregunta 5: Lugar donde empezó el uso de Edmodo. Dada la utilización reciente de los estudiantes de la Universidad de Guayaquil, se pregunta dónde empezó el uso de la plataforma.

Instituciones donde usó Edmodo



Figura 10. Institución donde empezó a usar Edmodo.

La Figura 10 muestra que los estudiantes que usan la plataforma Edmodo, empezaron su uso por primera vez dentro de las aulas universitarias, así lo indica el 92,6% de los encuestados, el 6,4% manifestaron que su uso empezó en el Colegio, es decir la secundaria, mientras que tan solo el 1% ha empezado de manera particular o en cursos independientes.

Pregunta 6: En qué tiempo realizó el registro en Edmodo una vez recibida la instrucción de hacerlo. Los estudiantes de la Universidad de Guayaquil fueron instruidos para realizar un registro o unirse a una clase en Edmodo, la pregunta trata sobre el tiempo que ellos tomaron para la inscripción en cuanto recibieron la actividad a realizar.

Tiempo de Registro

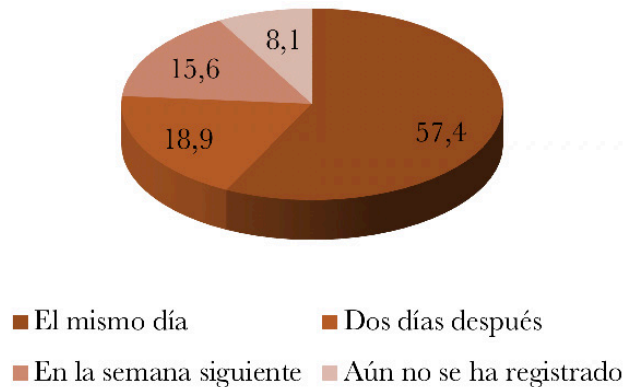


Figura 11. Tiempo que tomó para inscribirse en Edmodo.

Una vez que los estudiantes de la Universidad de Guayaquil recibieron la instrucción de unirse a una clase, tomaron acción en diferentes períodos de tiempo: el 57,4% lo hicieron el mismo día, es decir que más de la mitad pudo realizar oportunamente su registro. El 18,9% lo realizó dos días después, el 15,6% se registró en la semana siguiente y finalmente el 8,1% confiesa que aún no se ha unido al grupo de Edmodo.

Pregunta 7: Causas de registro tardío en Edmodo. En casi la mitad de los estudiantes de la Universidad de Guayaquil se observó que el registro a la plataforma Edmodo no fue realizada el mismo día en que se recibió la instrucción de hacerlo, por tanto la presente pregunta busca una justificación o causa del retraso al unirse a una clase en línea.

Causa de demora en el registro



Figura 12. Causa de demora en la inscripción en Edmodo.

En el caso de los estudiantes de la Universidad de Guayaquil que no realizaron su inscripción en el mismo día que recibieron la instrucción. Se indaga cuáles fueron estas causas, siendo las principales: por descuido 43,6%, en casi igual número el 41,5% indica que no tiene internet en casa para realizar este requerimiento. El 11,7% no consideró importante realizar el registro y tan solo el 3,2% negó que le guste la tecnología.

Pregunta 8: Frecuencia de revisión de Edmodo. Una vez obtenido el registro, es decir, haberse unido a una clase en Edmodo, con qué frecuencia un estudiante de la Universidad de Guayaquil revisa su página.

Frecuencia de Revisión de Edmodo



Figura 13. Frecuencia en la revisión de Edmodo.

En la Figura 13 se aprecia que el 41% de los estudiantes de la Universidad de Guayaquil que revisan su cuenta Edmodo lo realizan solo cuando el profesor lo solicita; el 27,9% lo revisa diariamente es decir de manera espontánea; el 23% afirma revisarlo cada semana y en menor proporción tan solo el 8,1% indica que nunca lo revisa.

Pregunta 9: Percepción de un estudiante hacía la plataforma Edmodo. Los usuarios de la plataforma Edmodo de la Universidad de Guayaquil indican cuál es su percepción de la misma a través de los siguientes enunciados.

Percepción de los estudiantes hacia Edmodo

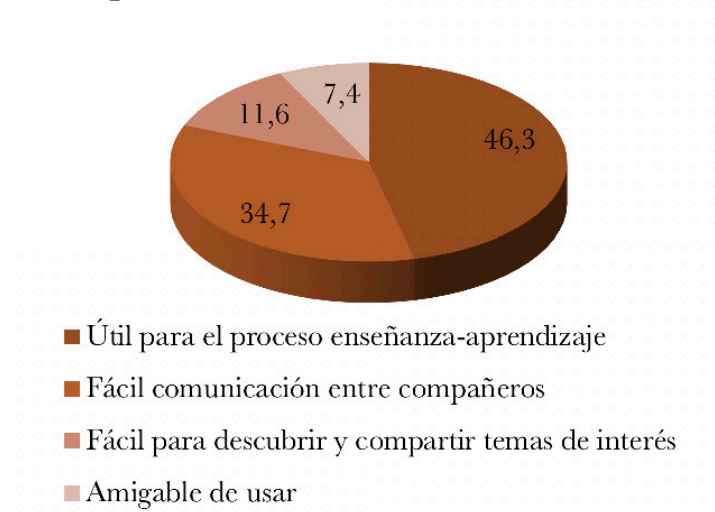


Figura 14. Frecuencia en la revisión de Edmodo.

Los usuarios de la plataforma Edmodo de la Universidad de Guayaquil perciben a la misma con los siguientes atributos: 46,3% la considera útil para el proceso enseñanza – aprendizaje, en otras palabras, les gusta esta nueva forma de aprender; el 34,7% manifiesta que Edmodo es una plataforma fácil para comunicarse con sus compañeros. El 11,6% de los estudiantes indica que es fácil para descubrir y compartir temas de interés con compañeros y docentes; el 7,4% puntualiza que es amigable de usar.

Pregunta 10: Desventajas de la plataforma Edmodo. A los estudiantes también se les preguntó por los puntos débiles que consideran que tiene la plataforma durante su uso, adicionalmente el no uso ha sido por las siguientes desventajas.

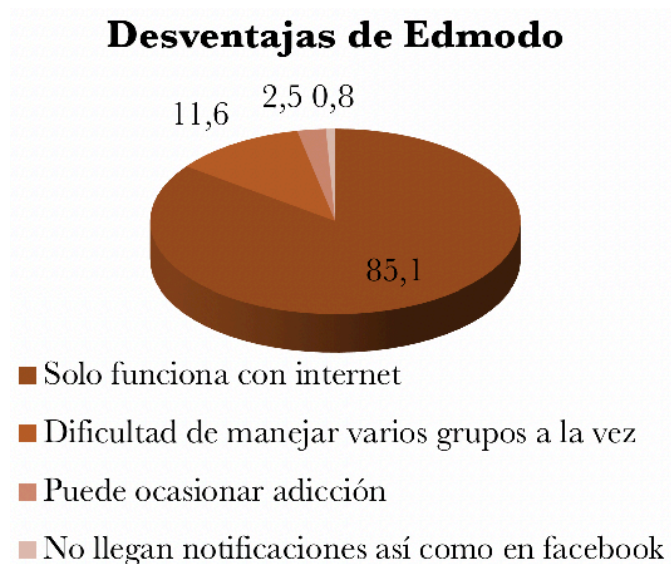


Figura 15. Desventajas de la plataforma Edmodo.

Los estudiantes han considerado como desventajas al usar Edmodo y en otros casos el por qué no lo usan las siguientes: 85,1% indican que sólo funciona con internet, en otras palabras aún es complicado que la población universitaria maneje internet de manera permanente desde sus hogares. El 11,6% manifiesta que se dificulta manejar varios grupos a la vez; el 2,5% afirma que puede provocar adicción, finalmente, el 0,8% sostiene que es necesario que Edmodo emita notificaciones tal cual lo hace la red social Facebook.

Pregunta 11: Edmodo en Smartphones. En la era moderna existen muchas aplicaciones descargables para teléfonos inteligentes, permitiendo optimizar tiempo, distancia y hasta dinero. La plataforma Edmodo cuenta con su propia aplicación y el 75% de los estudiantes conoce de esto, la pregunta es si les gustaría descargar la app en sus celulares.

Edmodo en Smartphones

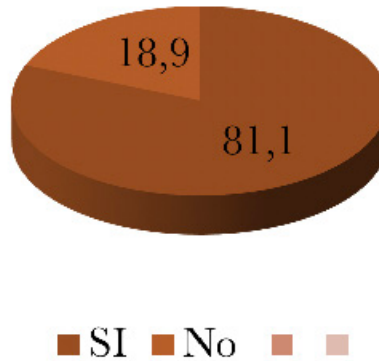


Figura 16. Aceptación para descargar la App de Edmodo.

Las aplicaciones para Smartphones o teléfonos inteligentes son herramientas modernas que permiten a los usuarios de internet, la navegación más fácil y acceso rápido a temas, productos y servicios de su interés. Edmodo al contar con su propia app innova ante otras plataformas, es por esto que la pregunta 11 indaga sobre si los estudiantes aceptarían descargar la misma, siendo el 81,1% afirmativo, mientras que el 18,9% indicó que no la descargaría.

Pregunta 12: Por qué no descargaría Edmodo en su Smartphone. El usuario de un Smartphone descarga en el mismo lo que desea y considere útil, la pregunta es para aquellos que no les gustaría descargar la app de Edmodo a fin de saber sus razones.

Razones para no descargar la App de Edmodo

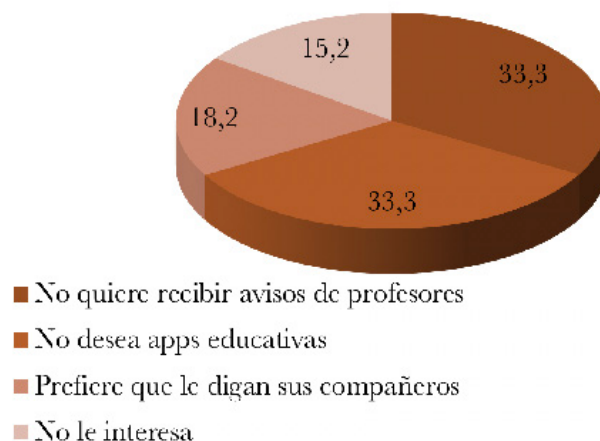


Figura 17. Razones de estudiantes para no descargar la App de Edmodo.

Las razones por las que los estudiantes de la Universidad de Guayaquil no aceptan descargar la aplicación de Edmodo en sus celulares son las siguientes: 33,3% no desea recibir avisos por parte de sus docentes en sus celulares, en igual número de alumnos no desean tener apps educativas en su Smartphone, 18,2% afirman que prefieren que les digan sus compañeros y el 15,2% no está interesado en descargar la app de Edmodo.

Pregunta 13: Sugerencia de uso de TICs en clase. Para el proceso enseñanza-aprendizaje es necesario el uso de las nuevas Tecnologías de la información y comunicación, cuán importante los estudiantes consideran que es el uso de las TICs por parte de sus docentes como herramienta didáctica.

Sugerencia del uso de las TICs

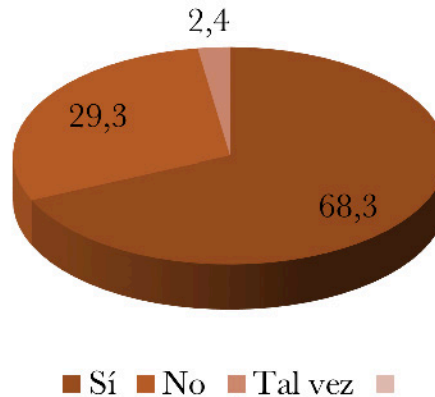


Figura 18. Sugerencia del uso de las TICs por docentes.

El proceso enseñanza-aprendizaje ha evolucionado, la Figura 18 busca el punto de vista de los estudiantes en cuanto a la importancia que ellos consideran tiene dentro de la didáctica actual de los docentes universitarios, el uso de la herramienta Edmodo y demás estrategias que brinda las TICs. Los resultados fueron los siguientes: el 68,3% lo considera importante, mientras que el 29,3% indica que no es importante y un 2,4% manifiesta que podría ser importante.

Además de los intercambios sincrónicos e incluso asincrónicos, Edmodo permite claramente alcanzar sus objetivos de manera profunda, flexible y abierta según lo describe González (2014). Contando con diversos tutoriales publicados en la página Youtube, plataforma de videos, el más visto tiene más de 107 mil visualizaciones y fue publicado hace 4 años por MissJill (2013), Edmodo posee diferentes escenarios, innova dentro del desarrollo tecnológico elaborando y transmitiendo información de manera colaborativa y constante.

La Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el siglo XXI: Visión y Acción de la Unesco, enmarca en su artículo 1 sobre la misión de educar, formar y realizar investigaciones en el inciso c lo siguiente: “promover, generar y difundir conocimientos por medio de la investigación y, como parte de los servicios que ha de prestar a la comunidad, proporcionar las competencias técnicas adecuadas para contribuir al desarrollo cultural, social y económico de las sociedades, fomentando

y desarrollando la investigación científica y tecnológica a la par que la investigación en el campo de las ciencias sociales, las humanidades y las artes creativas” destacando en el caso de estudio el aporte tecnológico que hoy en día se necesita en la educación superior para los ámbitos de investigación científica, es por tanto merecedor de gran valía la plataforma Edmodo que sirve para sobrellevar estos cambios en los estudiantes actuales (UNESCO, 1998).

Personal Learning Environment PLE o Entorno Personal de aprendizaje es relativamente un nuevo fenómeno dentro del dominio del e-learning, van Harmelen (2006), aunque también cabe mencionar el m-learning, es decir, el aprendizaje móvil, tienen como propósito proveer un interfaz estándar en el cual los usuarios tengan acceso a un portafolio de información, además de proveer alcances pedagógicos tanto para docentes como estudiantes, y esto lo proporciona Edmodo.

Por un lado, el Learning Management Systems o Administración de Sistemas de Aprendizaje y, por otro lado, los Recursos Educativos Abiertos REA, buscan brindar una alternativa al usuario para manejar los materiales educativos o recursos de información. En otras palabras, proporcionan soporte o apoyo para mejorar los procesos de aprendizaje y esto ha ocasionado un impacto en la pedagogía actual, Dalsgaard (2006). Edmodo integra a la comunidad en una pedagogía constructivista social capaz de proveer a los estudiantes de herramientas propias que lo comprometan a redes sociales motivando así el autoaprendizaje.

El estudio ayudó a observar que Edmodo permite desarrollar diferentes habilidades en los estudiantes y docentes, como lo son el pensamiento crítico y creatividad, permitiendo que sus usuarios se empoderen de los conocimientos en un tiempo reducido. Los docentes pueden relacionarse con sus estudiantes y ellos a su vez reciben retroalimentación de sus actividades. Se desarrollan destrezas como compañerismo, además de detectar las necesidades de cada uno permite brindar una educación de calidad con equidad para que todos aprendan. Edmodo es la plataforma más conocida, sin embargo se detectó que fue en el ámbito universitario donde los encuestados empezaron a usarla, realizando su registro casi de inmediato una vez recibida la instrucción de hacerlo, solo una menor parte no lo pudo realizar de los cuales su razón fue el descuido y por no contar con una conexión a internet en sus hogares.

La frecuencia para revisar su cuenta Edmodo es usual, dada la ventaja de poseer atributos similares a Facebook es fácil de usar. Los estudiantes perciben a la plataforma como útil para el proceso de enseñanza-aprendizaje, sin embargo, dentro de las desventajas consideran que el uso lo realizan con

internet y este no es un elemento que poseen todo el tiempo. En su mayoría desearían descargar la aplicación en sus celulares, pero los que respondieron negativamente, aseguran que no les gustaría recibir avisos de sus profesores en el Smartphone de manera continua. Básicamente, los estudiantes de la Universidad de Guayaquil sugieren que más docentes se unan al uso de las TICs en los procesos de enseñanza-aprendizaje, lo mismo que motivaría al alumno a auto-prepararse venciendo barreras.

7. CONCLUSIONES

Los términos que se emplean actualmente para el autoaprendizaje involucran entre otros: aprendizaje en línea *e-learning*, recursos educativos abiertos *REA*, web 2.0 y web 3.0, la revisión teórica permitió conocer estos conceptos así también cómo Edmodo se ha desarrollado hasta convertirse en la plataforma de enseñanza-aprendizaje más usada en la educación superior.

Edmodo se ha desarrollado hasta convertirse en la plataforma de enseñanza-aprendizaje más usada en la educación superior.

La investigación empleada generó indicios valederos sobre la metodología usada en este trabajo, es así que el método inductivo permitió revelar desde los particular de cada término utilizado para el aprendizaje en línea hasta poder sacar lineamientos generales, en tanto que el método deductivo muestra antecedentes de los estudios en línea a fin de concluir en sus innumerables beneficios. La revisión bibliográfica mostró la historia de Edmodo y su evolución, además del análisis realizado de la investigación y sus datos, se logró sintetizar los mismos.

El desarrollo de una encuesta permitió revelar las perspectivas de los estudiantes de la Universidad de Guayaquil, frente al uso en muchos casos por primera vez, de Edmodo. Ventajas y algunas desventajas fueron detallados en los resultados obtenidos mediante un análisis del diagnóstico. Los escenarios fueron en aulas de clase con asignaturas administrativas.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Area, M. (2009). *Introducción a la Tecnología Educativa*, Universidad de La Laguna. España: Creative Commons.

ATutor. (s.f.). *ATutor*. Recuperado de: <http://www.atutor.ca/>.

Badia, A. (2006). Ayuda al aprendizaje con tecnología en la educación superior. *Universities and Knowledge Society Journal*, 3(2).

Balasubramanian, K., Jaykumar, V., & Fukey, L. (2014). A study on “Student preference towards the use of Edmodo as a learning platform to create responsible learning environment”. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 144, 416 – 422 .

Boyd, D., & Ellison, N. (2007). Social Network Sites: Definition, History, and Scholarship. *Journal of Computer Mediated Communication*, 13(1), 210–230.

Butcher, N. (2011, 2015). *A basic guide to Open Educational Resources (OER)*. Francia, Canadá: Commonwealth of Learning & Unesco.

Claroline. (2017). *Claroline.net*. Recuperado de: <https://www.claroline.net/>.

Dalsgaard, C. (2006). Social software: E-learning beyond learning management systems. *Eurodl European Journal of Open, Distance and E-learning*. Recuperado de: <http://www.eurodl.org/index.php?p=archives&year=2006&hal&article=228>.

Dokeos. (2018). *Dokeos.com*. Recuperado de: <https://www.dokeos.com/>.

Edmodo. (2016). *Edmodo*. Recuperado de: www.edmodo.com.

Edmodo. (30 de Enero de 2018). *Edmodo.com*. Recuperado de: <https://www.edmodo.com/home>.

EdmodoBlog. (28 de Junio de 2011). *Learning, Edmodo Honored as Best Website for Teaching and Learning*. Recuperado de: <https://blog.edmodo.com/aaslaward/page/3/>.

Forman, G. Z. (1994). The challenges of mobile computing. *IEEE*, 27(4), 38-47.

González, M. (2014). Interacciones entre estudiantes de Formación Docente, en Plataforma Educativa Edmodo. Resignificando el rol docente utilizando REA. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*, ISBN: 978-84-7666-210-6 – Artículo 160 .

Gutiérrez, I., Martínez, F., & Prendes, M. (2010). *Recursos Educativos en Red*. Madrid: Síntesis S.A.

Hernández Sampieri, R., & Fernández Collado, C. (2003). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.

Islas, O. (2014). Comunicación, identidad y sentido de pertenencia en instituciones de educación superior. *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 2(4).

Jiménez, M., Acosta, M., & Salas, L. (2017). Learnability como característica del empleado del siglo XXI. *Dominio de las ciencias*, 3(4), 54-71.

Kongchan, C. (2013). How Edmodo and Google Docs can change traditional classrooms. *The European Conference on Language Learning*, Brighton, United Kingdom, paper#0442.

Laurillard, D. (2004). E-Learning in Higher Education. *From Changing Higher Education*, Edited by Paul Ashwin (RoutledgeFalmer, forthcoming).

Lienhart, R. a. (2002). *An extended set of Haar-like features for rapid object detection*. ICIP02.

Mejía, J. (2 de Mayo de 2017). Estadísticas de Redes Sociales: usuarios de Facebook, Instagram, LinkedIn, Twitter, Whatsapp y otros. *Marketing Digital y Social Media*. Colombia.

MissJill. (3 de Mayo de 2013). *Youtube*. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=zzXt4PqZvd0>.

Moodle. (2018). *Moodle.com*. Recuperado de: <https://moodle.org/>.

Núñez, J., & González, J. (1998). Estrategias de Aprendizaje, Autoconcepto y Rendimiento Académico. *Psicothema*, Vol 10 No. 1 pag 97 - 109.

OLAT. (10 de Enero de 2018). *Online Learning and Training (OLAT)*. Recuperado de: <https://help.olat.uzh.ch/>.

Opensource.com. (s.f.). *What is open education?* Recuperado de: <https://opensource.com/resources/what-open-education>.

Torres, J. (2016). Aspectos Básicos para una enseñanza e-learning de calidad en la Educación Superior. *3C TIC* , 18, 5(3).

UNESCO. (1998). *Declaración mundial sobre la Educación Superior* . Conferencia Mundial sobre la Educación Superior.

UNESCO. (2015). *Unesco.org*. Recuperado de: <http://www.unesco.org/new/en/communication-and-information/resources/publications-and-communication-materials/publications/full-list/guidelines-for-open-educational-resources-oer-in-higher-education/>.

van Harmelen, M. (2006). Personal Learning Environments . *Proceedings of the Sixth International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'06)* , 0-7695-2632-2/06 .

Villanueva, P. (9 de Febrero de 2017). *Marketing E-Commerce*. Recuperado de: <https://marketing4ecommerce.net/usuarios-de-internet-mundo-2017/>.

Zhou, W. (5 de Noviembre de 2016). *Should Technology Replace Teachers?* Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=LIR60cgfOFU>.

/03/

ESTUDIO DEL CONOCIMIENTO DE LOS DOCENTES DE EDUCACIÓN MUSICAL SOBRE ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS PARA LA ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

STUDY OF THE KNOWLEDGE OF METHODOLOGICAL STRATEGIES THAT MUSIC TEACHERS IMPLEMENT TO ATTEMPT DIVERSITY

Flavio Rubén Díaz Vélez

Profesor de Educación Musical en Departamento de Educación de Puerto Rico. Máster en Educación Musical en Cambridge College Massachussets EE.UU. Doctorando en Educación Musical en Universidad Internacional Iberoamericana.

flaviordiazvelez@gmail.com

Recepción: 18/01/2018. **Aceptación:** 30/05/2018. **Publicación:** 29/06/2018

Citación sugerida:

Díaz Vélez, F. R. (2018). Estudio del conocimiento de los docentes de educación musical sobre estrategias metodológicas para la atención a la diversidad. *3C TIC: Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 7(2), 68-89. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2018.60.68-89/>

RESUMEN

Este artículo está basado en un estudio tipo mixto para tesis doctoral de carácter exploratorio y descriptivo. El mismo fue para explorar qué conocimiento sobre estrategias metodológicas implementan los docentes de música para atender la diversidad de estudiantes con condiciones o necesidades especiales. La idea principal es que los docentes de música y resto de profesionales conozcan cómo la enseñanza musical ayuda para el tratamiento como una alternativa a la medicación de alumnos con diversidad de condiciones especiales.

ABSTRACT

This article is based in a mixed study for a doctor's degree thesis of a descriptive and exploratory character. It is to explore what knowledge of methodological strategies the teachers of music implement to attempt diversity in students with special needs. The main idea is that the teachers of music and rest of professionals would learn about how music education can help all kind of students and those ones with special needs providing an alternative for medication and treatment.

PALABRAS CLAVE

Educación Musical, Atención a la Diversidad, Estrategias Metodológicas, Necesidades Especiales, Instrucción Diferenciada.

KEY WORDS

Musical Education, Attention to Diversity, Methodological Strategies, Special Needs, Differentiated instruction.

1. INTRODUCCIÓN

A través este artículo se dan a conocer las concepciones y prácticas relacionadas con las estrategias metodológicas que desarrollan los docentes de música en sus salones de clase. Los participantes en el estudio fueron los docentes de las escuelas públicas de la región oeste de Puerto Rico. Para ello, se partió de un estudio mixto de naturaleza cuantitativa – cualitativa con dos fuentes principales de información: un cuestionario en escala Likert y una entrevista semiestructurada a los docentes de música. Este estudio de carácter exploratorio y descriptivo se plantea un proceso en el que se organizaron distintos momentos, desde el planteamiento del estudio hasta la transferencia y divulgación de informes. El propósito principal fue explorar qué conocimiento (saber) y qué estrategias implementan (hacer) los docentes de música como respuesta para atender a la diversidad desde el currículum.

El propósito principal fue explorar qué conocimiento (saber) y qué estrategias implementan (hacer) los docentes de música como respuesta para atender a la diversidad desde el currículum.

“Los docentes de música necesitan desarrollar clases que se atemperen con lo que el patrono exige”. Estándares y expectativas del Departamento de Educación (2015, p.16).

Esto se establece conforme a la planificación del programa de Bellas Artes, disciplina de Música del Departamento de Educación de Puerto Rico.

2. METODOLOGÍA

ESTUDIO DEL SABER Y HACER DE LOS DOCENTES DE EDUCACIÓN MUSICAL SOBRE ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS PARA LA ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Se puede hablar sobre los beneficios y aspectos mediante los cuales, la música y la enseñanza de música resulta beneficiosa para los estudiantes con diversidad de condiciones especiales, así como para la población en general.

El objetivo del presente trabajo es saber la preparación que los docentes de educación musical tienen sobre estrategias metodológicas para la atención a la diversidad.

Por ello, en esta investigación tipo mixta no experimental, los datos son descritos con el fin de explorar qué conocen los docentes de música.

“La enseñanza de música aumenta la autoestima de los estudiantes con discapacidades y le proporciona una amplia gama de creatividad y expresiones artísticas” (Clements, 2014, p.3).

Se descubrió que las estrategias metodológicas mediante la enseñanza de música pueden resultar muy beneficiosas para la población estudiantil en general, pero, más aún para los estudiantes con condiciones especiales.

Al realizar el estudio que da motivo a este artículo, se descubrió que las estrategias metodológicas mediante la enseñanza de música pueden resultar muy beneficiosas para la población estudiantil en general, pero, más aún para los estudiantes con condiciones especiales. La enseñanza de música puede servir de alternativa al tratamiento y medicación de estudiantes. La enseñanza diferenciada, la atención a la diversidad de alumnos con distintas condiciones, situaciones y culturas son parte de los temas mandatorios en la educación actual, es una realidad en las aulas escolares y sociedad a la que los docentes tienen que enfrentarse.

“Las adaptaciones curriculares son decisiones que se toman frente a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes y las exigencias del currículo, con la finalidad de que sean accesibles y útiles a todos los alumnos y sus capacidades individuales”. Estrategias de instrucción diferenciadas, Departamento de Educación de Puerto Rico, (DEPR), (2015, p.4).

Al igual que los docentes de educación especial, los docentes de música pueden, conocer y emplear prácticas educativas (estrategias) que contribuyan en el tratamiento y beneficio de estudiantes con diversidad de condiciones especiales.

Piedra, (2016, p.19) afirma lo siguiente:

“La música ha sido, es y será una de las mayores herramientas educativas para los maestros por sus múltiples beneficios, así como motor de la dinamización de actividades, permitiendo el alto disfrute de los alumnos mediante este recurso educativo.”

Esquema de elementos que conforman la diversidad



Figura 1. Atención a la diversidad y formación del profesorado.

Fuente: Elaboración propia a partir de Naranjo, A., Robles, J. y Navarro, M. R. (2007).

Cuando hablamos de conocimiento de estrategias metodológicas en la educación musical para atender a la diversidad tenemos que tener en cuenta los aspectos fundamentales que los docentes van a enfrentar a diario. En términos generales, los docentes de educación musical deben conocer sobre dichas estrategias, metodologías, aspectos legales, conductuales, características, procedimientos y tendencias, que proveen y desarrollan el entendimiento para con este tipo de población estudiantil.

Según la Carta Circular núm. 5, del DEPR, (2014-2017, p. 3) afirma en base legal:

La Ley 149-1999 conocida como Ley Orgánica para el Departamento de Educación de Puerto Rico, establece en el Artículo 1.02, que la escuela debe ayudar a sus alumnos a “despertar sus talentos y encauzarlos hacia su plena realización” y a “promover actividades que enriquezcan la vida de la comunidad; ayudar a entender sus problemas y ofrecer soluciones a los mismos”.

La educación en la actualidad va de la mano de muchos cambios a los que los docentes han tenido que ser sometidos por parte del mismo sistema educativo global. Son muchos los docentes que al llevar muchos años trabajando y utilizando sus sistemas tradicionales enfrentan los más rigurosos problemas y debates en cuanto al no querer tener que cambiar, actualizar sus estrategias y metodologías. Los docentes pueden caer en una intransigencia pedagógica, la cual les conlleva a enfrentar los cambios mandatorios de una manera más difícil.

“El profesorado debe considerar las implicaciones para el aprendizaje y la enseñanza del aumento de estudiantes de diversos orígenes culturales. Es tiempo de que la didáctica reconozca la importancia

de reflexionar sobre la dimensión cultural de la misma” (Rosa, 2011, p. 55).

Afirma Tomlinson, (2011) que cuarenta años atrás “el enfoque estaba puesto en la instrucción individualizada. Sin embargo, los maestros descubrieron que crear un plan de aprendizaje individual para cada estudiante en la clase no era realista”.

La instrucción diferenciada utiliza varios métodos de aprendizaje, pero no requiere un enfoque individual para cada estudiante. Todos los estudiantes tienen acceso al mismo currículo de diversas maneras. Esto hace que la experiencia de aprendizaje sea más eficaz. La instrucción diferenciada funciona y puede ponerse en práctica de un modo distinto de un salón de clases a otro y también de una escuela a otra. Sus características fundamentales son:

Grupos pequeños de trabajo

Aprendizaje recíproco

Evaluación continua

Figura 2. Características de la instrucción diferenciada.

Fuente: elaboración propia a partir de Departamento de Educación de Puerto Rico (2017-18).

Mediante la instrucción diferenciada se permite que los estudiantes muestren lo que saben de diferentes formas. La instrucción diferenciada puede funcionar bien en los salones de clases de educación general que incluyen estudiantes con dificultades de aprendizaje.

La enseñanza o instrucción diferenciada tampoco es lo mismo que la instrucción individualizada. Mediante la instrucción diferenciada se permite que los estudiantes muestren lo que saben de diferentes formas. La instrucción diferenciada puede funcionar bien en los salones de clases de educación general que incluyen estudiantes con dificultades de aprendizaje. Por ejemplo, algunos estudiantes aprenden mejor cuando leen y escriben, otros prefieren ver un video, escuchar una grabación o aprender realizando actividades de TIC, entre otros. La instrucción o enseñanza diferenciada es aquella(s) didáctica mediante la cual los docentes diseñan su manera de enseñar para que coincida con los estilos de aprendizaje de sus estudiantes. Todos los estudiantes tienen la misma meta de aprendizaje, pero la manera de enseñanza varía de acuerdo, a cómo aprende mejor el

estudiante. Es aquí donde se concreta la atención a la diversidad. En vez de utilizar un método único de enseñanza para todos los estudiantes, los docentes utilizarán distintas metodologías adaptables.

Elementos considerados que los Docentes de Educación Musical deben tener en perspectiva

Elementos o Conceptos	Perspectivas o Conocimientos
Técnicas utilizadas.	Estrategias Diferenciadas.
Filosofías y Teorías de Filósofos.	Estudios realizados para el Tratamiento y Diagnóstico de alumnos con diversidad de condiciones.
Terapia de música o musicoterapia en la Educación Musical.	Sobre musicoterapia para el tratamiento de las diferentes condiciones.
Condiciones Reconocidas y No Reconocidas por el programa de Educación Especial del Departamento de educación de Puerto Rico.	Sobre qué tipo de condiciones son las que pueden tener los distintos alumnos que son integrados a la sala de clase regular.
Vivencias y antecedentes en la sala de clase de música.	Experiencias previas antes de entrar a trabajar en una escuela con matrícula mixta enseñando música a estudiantes con diversas condiciones.
Leyes que cobijan a los estudiantes con diversas condiciones.	Sobre aspectos legales para estudiantes con necesidades especiales.

Figura 3. Elementos que los docentes de Educación Musical deben tener presentes.
Fuente: elaboración propia a partir de Departamento de Educación de Puerto Rico (2017-18).

La educación musical, además de ser una herramienta para el tratamiento de niños con condiciones especiales, es una alternativa a la medicación de los mismos. Dentro de la atención a la diversidad se incluyen las condiciones o necesidades especiales en estudiantes, debido a que son los que forman parte de la inclusión e integración en las escuelas y salas de clase regulares y a la que los docentes de música van a enfrentar diariamente. Condiciones especiales tales como: Autismo, Trastorno por déficit de atención e hiperactividad, Síndrome Down, Problemas específicos de aprendizaje, Disturbios Emocionales, Personalidades oposicionales desafiantes, problemas de salud entre otros son una realidad a la que los docentes de música van a enfrentar.

De acuerdo con Soledad y Carvajal (2015, p.48) no debemos pensar en la inclusión como una utopía pues tenemos las herramientas en nuestras propias manos para cambiar la escuela, “Si percibimos las sutilezas de todo lo que conlleva y provoca la inclusión educativa, nos daremos cuenta de que su verdadera importancia reside en provocar en los educandos comportamientos y sentimientos de

respeto hacia las diferencias y aceptación incondicional, generando un aprendizaje colaborativo que promueva el amor”.

La enseñanza de música ayuda a que los seres humanos desarrollen sensibilidad y empatía hacia los demás. Entonces, podemos decir que la educación musical resulta de suma utilidad en la inclusión educativa.



Figura 4. Condiciones necesarias para que se dé la inclusión.

Fuente: elaboración propia a partir de, Boltrino, P. J. (2013).

Al explorar los currículos actualizados de las universidades en Puerto Rico, (2017-18) que ofrecen el grado de bachillerato en educación musical, se observa el hecho de que no hay ningún curso en el cual se atienda o hable sobre estrategias metodológicas para atender la diversidad de estudiantes con necesidades especiales. Estos currículos carecen de estos aspectos. Si se diera el caso de que el tema de la diversidad es planteado en algún curso, tendríamos que cuestionarnos si existe la posibilidad de que con solamente un curso de 3 o 4 créditos los docentes de música podrán adquirir los conocimientos suficientes sobre estrategias metodológicas necesarias para atender la diversidad en los estudiantes máximo en los de educación especial.



Figura 5. Mapa de Conceptos sobre los criterios de las Competencias de Docentes en la Educación Musical para Atender la Diversidad.

Fuente: elaboración propia a partir de Naranjo, A., Robles, J. y Navarro, M. R. (2007).

La falta de conocimiento que los docentes evidenciaron para poder ejecutar su práctica laboral de estrategias metodológicas en la enseñanza musical precisamente a los estudiantes con diversas condiciones especiales se reflejó mediante los resultados de los instrumentos en más de un 60% de los participantes.

Según la carta circular Núm. 5 del DEPR, (2014-2017, p. 9) establece que: Entre los beneficios del currículo de Bellas Artes para los estudiantes de Educación Especial como herramienta educativa se mencionan:

- a. Aumentar la creatividad.
- b. Ofrecer motivación.
- c. Utilizar materiales táctiles que ayuden al desarrollo de destrezas psicomotoras.
- d. Promover la confianza en uno mismo y un sentimiento de “logro”.
- e. Ofrecer la oportunidad de demostrar la individualidad y promover la interpretación.
- f. Promover la relajación y comunicar sentimientos.

Los docentes tienen más dificultad en el desarrollo de clases, aplicación de estrategias metodológicas

y la identificación de casos de estudiantes o niños que necesitan de una verdadera atención diversificada. Entonces, la enseñanza de música en general provee y es de valiosa ayuda para los estudiantes con diversas condiciones especiales en especial los que tienen Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH).

“El maestro, debe aprender sobre, el déficit de atención, el desorden de hiperactividad, y los desórdenes emocionales y conductistas de los estudiantes con necesidades especiales”

(L'Etoile 2005, p. 37).

Lo que sucede es, que aún cuando el TDAH es una condición que los psicólogos reconocen tener necesidad de servicios como impedimento, el programa de educación especial del Departamento de Educación en Puerto Rico no lo reconoce como elegible para sus servicios.

“Toda actividad musical, instrumental, sin que los usuarios lo perciban y se den cuenta, están trabajando uno de los aspectos más importantes dentro de la hiperactividad, como es la falta de atención y la canalización del movimiento integrándolo con lo musical”

(Ponce, 2012, p. 26-27).

Por lo tanto, los docentes de música obligatoriamente integran e incluyen a estudiantes con diversidad de condiciones especiales en sus salas de clase. La integración de los estudiantes con necesidades o condiciones especiales en la clase de música se tiene que dar en colaboración de los de educación especial.

Según la carta circular núm. 5, DEPR, (2014-2017, p. 9) ofrece los siguientes consejos para la integración curricular de las Bellas Artes a las lecciones de estudiantes de educación especial:

- a. Mantener el enfoque en el proceso, no en los resultados.
- b. Ofrecer instrucciones cortas.
- c. Permitir tiempo razonable para las actividades.
- d. Adaptar los proyectos y materiales de las lecciones integradas a las Bellas Artes de acuerdo a las necesidades de los estudiantes.
- e. El material visual es indispensable.

Piedra (2016, p.11) afirma lo siguiente:

“A pesar de que existen cientos de condicionantes escolares para lograr una total inclusión, esta tarea es tan complicada como necesaria. Por eso, es la escuela uno de los medios más importantes para potenciar esta inclusión, ya que son las nuevas generaciones las encargadas de cambiar una sociedad, en muchos casos, maltratada por los adultos.”

La inclusión e integración escolar se hacen soporte de la enseñanza e instrucción diferenciada y los docentes serán los encargados de desarrollar dichas encomiendas. Entonces, los docentes de música poseen una doble y variada función en la práctica de la docencia musical.

Carrera (2014, p. 2) afirma lo siguiente:

“La educación musical desde edades tempranas en niños con alguna necesidad específica de aprendizaje, añade un aporte positivo al desarrollo de la inteligencia, las habilidades como pueden ser: la paciencia, la coordinación, el trabajo en equipo o la capacidad de concentrarse, así como habilidades de comunicación y expresión.”

Es decir, que deben estar alertas tanto padres, docentes, psicólogos, pediatras, trabajadores sociales entre otros, de los síntomas presentados por dichos niños en la temprana edad. Por consiguiente, los docentes de educación musical deben conocer cada uno de los síntomas de cada condición.

McGrath (2014, p.7) expresa que:

“Cada estudiante es único. Algunos niños con trastorno espectro autista son capaces de completar casi todas las partes del currículo. Otros, muy considerablemente las presentan como retos académicos, pero son musicalmente talentosos. Si este es el caso, se debe esperar del estudiante que conozca como es el currículo para escuchar y ejecutar la música más, sin embargo, no para la teoría ni la historia. Algunos estudiantes con algunas formas más severas de autismo deben estar trabajando exclusivamente en cuanto a su entorno social o metas de vida, y no seguir lo que expone el currículo de ninguna asignatura.”

Entonces, basados en lo que expone McGrath (2014, p.7) no necesariamente se debe seguir el currículo académico y teórico para aplicarse a este tipo de población estudiantil con diversidad de condiciones especiales en la clase de música. Pues, cuando un estudiante posee habilidades musicales, e intereses personales que van desarrollados a su entorno social y metas de vida, lo más importante será lograr ese aprendizaje musical exitoso.

La diversidad es una característica innata de los grupos humanos. Por consiguiente, existen leyes que protegen los derechos y así mismo se busca la inclusión de los estudiantes con necesidades especiales.

Ley Pública 105-17, “Ley de Educación de Personas con impedimentos” de 4 de junio de 1997 (IDEA, por sus siglas en inglés) enmienda la Ley 101-476. Establece el derecho a una educación pública, gratuita y apropiada para estudiantes con impedimentos. (Manual de Procedimientos de Educación Especial del DEPR, 2004-2017, p.6).

El asunto de los derechos legales de los estudiantes con necesidades especiales o impedimentos exige una educación igualitaria y sin ningún tipo de discrimen. En Puerto Rico las leyes de igualdad, como la protección de todos los derechos civiles tienen que estar garantizados.

Ley Pública 101-336. “Ley de Americanos con impedimentos” de 1990 (ADA, por sus siglas en inglés). Protege a los ciudadanos americanos con impedimentos de todo tipo de discrimen. El propósito es garantizar la protección de los derechos civiles de las personas con impedimentos que se encuentren en territorio americano. (Manual de Procedimientos de Educación Especial del DEPR, 2004-2017, p. 7).

3. RESULTADOS

Los docentes de educación musical deben proveer las alternativas menos restrictivas en cuanto a evaluación y enseñanza de la materia de música a todos sus estudiantes. Al analizar los resultados de los encuestados en este estudio realizado se comprobó que más del 60% no conoce o carecen del conocimiento suficiente o promedio sobre estrategias metodológicas y todos sus elementos para atender la diversidad en estudiantes con necesidades especiales.

**Resultado de Instrumento Cuantitativo sobre el
Conocimiento de Docentes de Educación Musical**

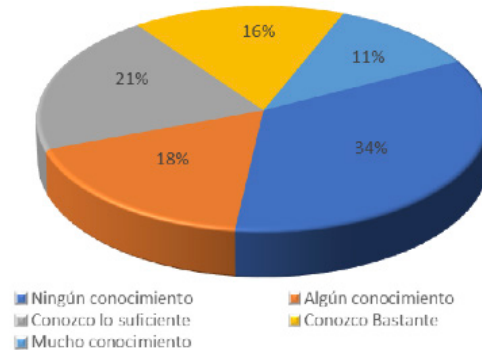


Figura 6. Resultado de instrumento cuantitativo sobre el conocimiento de docentes de educación musical.

Fuente: Elaboración propia.

Conocer, sobre los derechos legales en cualquier país y más aún, sobre como la educación musical puede ayudar en el beneficio de estos alumnos con ciertos impedimentos es el menester del problema que los docentes podrían enfrentar sino conocen al respecto.

Según carta circular, núm. 5 del DEPR, (2017, p.2):

La enseñanza de bellas artes (música) “debe ser entendida como un valor fundamental que le da presencia a la enseñanza de las artes en nuestras escuelas, a fin de que se piense en ellas como parte de un proyecto académico y comprensivo de la escuela en su totalidad”.

Mediante los procesos de enseñanza-aprendizaje a través de la música se pueden atender las distintas ideas sobre técnicas y estrategias antes mencionadas para los estudiantes con condiciones especiales.

“La educación en las Bellas Artes, es pues, un proceso complejo que involucra el cuerpo, la mente y la sensibilidad; es un proceso que entraña la totalidad del ser humano”. Marco Curricular de Bellas Artes del DEPR, (2003-2017, p. 29).

Una clase de música donde solamente se emplean aspectos de teoría musical puede traer fallas en los procesos de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes. El aspecto auditivo, ayuda a que los estudiantes y más aún los de necesidades especiales aprendan y relacionen mejor los procesos educativos.

“Las Bellas Artes promueven destrezas afines a todas las disciplinas tales como: síntesis, análisis, razonamiento y comunicación”. Carta circular núm. 5, del DEPR, (2014-2017, p. 2).

Mediante las estrategias y metodologías utilizadas por los docentes, se supone que los estudiantes realicen logros que cultiven sus capacidades, ejecuten proyectos y transformen su entorno para organizarse y construir una mejor calidad de vida. A lo largo de la vida se conceptualizará lo aprendido como un proceso libre y estructurado.

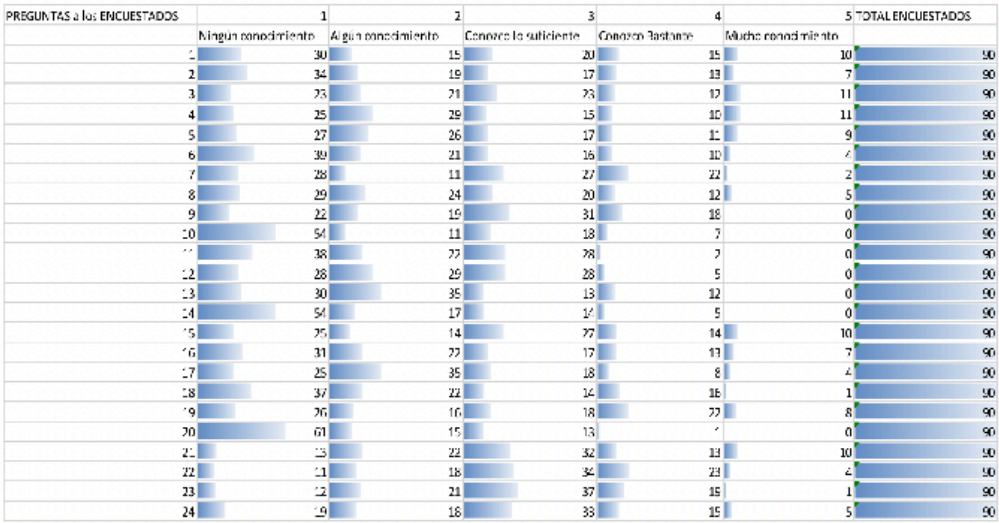


Figura 7: Desglose de los datos cuantitativos obtenidos de las preguntas a encuestados de escala Likert.
Fuente: Elaboración propia como conclusión a raíz de los resultados obtenidos en el estudio investigativo de tesis doctoral.

Estos ámbitos, se hacen interdisciplinarios y compartidos entre los miembros de la comunidad escolar, social, multicultural. La educación va tomada de la mano de la didáctica. La didáctica no es más que la enseñanza, pero plasmada como ciencia o arte de enseñar. La didáctica utilizada por los docentes de música busca ser un sistema cuyo funcionamiento está dirigido a lograr ciertos

objetivos que a su vez persiguen solucionar alguna necesidad, situación o problema. Por tanto, la misma consiste y busca vincular la escuela, la vida, la sociedad y los intereses de un país u otros.

Los procesos adaptativos y de ajustes que los docentes de música hagan serán cruciales para que se logren los aprendizajes esperados por parte de los estudiantes. Entonces, los docentes podrán tener un aprendizaje recíproco mientras desarrollan sus clases.

Acebes de Pablo (2014, p.5) afirma lo siguiente:

“Respecto a la Educación Musical y en relación con la consideración que se tiene de ella en la actualidad, resulta interesante resaltar el importante papel que tiene esta disciplina en el desarrollo de los niños. No supone simplemente una materia encargada de la transmisión de contenidos musicales y la formación musical como tal, sino que actúa como espacio interdisciplinar en el que se puede contribuir al desarrollo de otros objetivos, como facilitar el aprendizaje de otras asignaturas o incluso desarrollar tratamientos para determinados trastornos.”

La combinación de las inteligencias múltiples de Howard Gardner, (2014) o en la enseñanza musical de la filosofía “praxial” de David J. Elliott, (2005-2014), así como la conocida inteligencia emocional, establecida por Daniel Goleman, (1996) son recomendadas emplear en la educación musical, estrategias y metodologías.

“Los contenidos curriculares, a tono con la teoría cognoscitiva-humanista toman en consideración las etapas naturales del ser humano, las inteligencias múltiples, el enfoque constructivista y la evaluación integrada” (Carta Circular, núm. 5. DEPR, 2014, p. 4).

Es importante mencionar, los conceptos y filosofías de Carl Orff y Zoltán Kodály para la educación musical y que se recomiendan para la diversidad en estudiantes, aunque ambos conceptos no están dirigidos específicamente a las condiciones especiales en estudiantes.

Según los planteamientos presentados por Elliott (2005-2014), podemos decir que tanto los estudiantes con necesidades especiales como los de la corriente regular son capaces de aprender música y ejecutarla bien. Habla sobre un concepto multidimensional de la música y el producto musical, de la inteligencia musical, de los valores musicales en la vida del ser humano y de enfoques múltiples para lograrlos.

Elliott, (2005-2014), propone hacer música de cualquier clase, con una gama de variedades que se requieren para escuchar y hacer bien la música y que estas sean parte medular del currículo de música. No existe un acuerdo en cuanto a estrategias de intervención que puedan resultar más convenientes para aplicar en la sala de clases.

“No se puede pedir demasiado, cuando la formación de los profesores en general es muy deficiente, precisamente por esa razón es que ellos forman y educan de esa manera y no de otra”

(Duarte, 2014, p. 42).

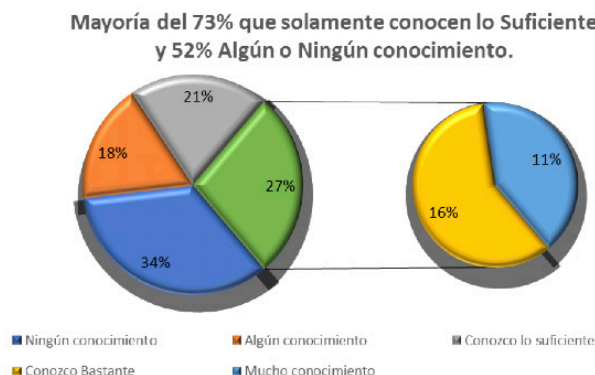


Figura 8. Análisis sobre el conocimiento de la mayoría en comparación con la minoría de los docentes de educación musical.
Fuente: elaboración propia.

Los docentes dan por hecho que siempre tendrán estudiantes con diversas condiciones especiales en su clase y que en la actualidad los currículos que existen en los programas de bachillerato en educación musical de las universidades en Puerto Rico carecen de cursos que refuercen la atención a la diversidad.

Barahona (2013, p.12) afirma que:

“Los afectados con este problema, son en primer lugar los estudiantes de la Carrera de Arte en la Orientación de Música, porque tienen insuficiente formación para responder eficientemente ante situaciones educativas de necesidad especial en los centros educativos regulares en donde posteriormente laborarán.”

4. CONCLUSIONES

La exploración y análisis de los resultados a raíz de las respuestas de los docentes de música en los instrumentos de investigación arrojaron falta de conocimiento en más de un 60%.

Los docentes de música tienen que conocer y saber hacer sobre estilos y factores de aprendizaje, TIC, tipos de inteligencia y estilos de enseñanza.

Es absurdo que los docentes sigan insistiendo en que todos los estudiantes aprenden de la misma manera. La misma materia se puede presentar de formas muy diversas, que permita al alumno asimilarla partiendo de sus capacidades y aprovechando sus puntos fuertes.

Se observaron los aspectos de la diversidad de los estudiantes con problemas específicos de aprendizaje que los docentes de música muchas veces podrían estar ignorando.

Muchos de los docentes de música aceptan los resultados de este estudio sobre que estrategias metodológicas pueden utilizar para que se dé la inclusión e integración educativa en la sala de clase de música.

Al analizar las respuestas de los docentes de educación musical se identificó claramente la carencia de preparación, adecuación y empleo de estrategias metodológicas para atender los casos de condiciones especiales en alumnos que son integrados a la sala de clase regular.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acebes, A.** (2014). *Propuesta de intervención para el tratamiento de niños con TDAH a través de la Educación Musical y la Musicoterapia*. Universidad de Valladolid. Segovia.
- Aguilar, C.** (2014). *TDAH y dificultades del aprendizaje. Guía para padres y educadoras*. Valencia: EDITILDE, S.L.
- Aguilar, M.** (2014). *El Trastorno Por Déficit de Atención e Hiperactividad TDAH*. Aspectos.
- Barahona, A.** (2013). *Competencias docentes para la enseñanza musical de estudiantes con discapacidad auditiva en el aula regular en un ambiente educativo inclusivo*. Honduras.
- Bauermeister, J. J.** (2008). *Hiperactivo, impulsivo, distraído: Me conoces?: guía acerca del déficit atencional para padres, maestros y profesionales*. New York: Guilford Press.
- Benenzon, R.** (2011). *Musicoterapia: de la teoría a la práctica* (2ª ed.). Barcelona: Paidós Ibérica S.A.
- Blanchard, B., & Acree, C. B.** (2007). *Making music and enriching lives: A guide for all music teachers*. Bloomington: Indiana University Press.
- Boltrino, P. J.** (2013). *Música Inclusión Diversidad*. Ediba, Madrid, España.
- Cala, O. Licourt, D. y Cabrera, N.** (2015). *Autismo: un acercamiento hacia el diagnóstico y la genética*.
- Carrera García, S.** (2014). *La Música en el Ámbito de las Necesidades Educativas Especiales*. Universidad Pública de Navarra.
- Carrascón, C.** (2016). *Señales de alerta de los trastornos del espectro autista*. Madrid: Lúa Ediciones 3.0; p. 95-8.
- Castells, M. y Castells, P.** (2012). *TDAH: un nuevo enfoque: cómo tratar la falta de atención y la hiperactividad*. Barcelona: Península.
- Clements-Cortès, A.** (2014). Designing an Inclusive Music Classroom for Students with Autism and Autism Spectrum Disorders. *The Canadian Music Educator*.
- Departamento de Educación de Puerto Rico.** (2014-2017). *Carta Circular*, 5.
- Departamento de Educación de Puerto Rico.** (2015). *Estándares y Expectativas del Progrma de Bellas Artes*.

- Departamento de Educación de Puerto Rico.** (2015). *Estrategias de instrucción diferenciadas*.
- Departamento de Educación de Puerto Rico.** (2004-2017). *Manual de Procedimientos de Educación Especial*.
- Departamento de Educación de Puerto Rico.** (2003-2017). *Marco Curricular de Bellas Artes*.
- De l'Etoile, S. K.** (2005). Teaching Music to Special Learners: Children with Disruptive Behavior Disorders. *Music Educators Journal*. 91(5), 37.
- DSM-V.** (2013). *Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM-V)*. Asociación Americana de Psiquiatría.
- Duarte, M.** (2014). *Propuesta de estrategias metodológicas para la enseñanza aprendizaje de la asignatura de Español*. Universidad Católica de Honduras.
- Elliott, D. J.** (2005). *Praxial music education: Reflections and dialogues*. New York: Oxford University Press.
- Elliott, D. J. & Silverman, M.** (2014). *Music matters: A philosophy of music education*. New York: Oxford University Press.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P.** (2016). *Metodología de la Investigación*. (6ª. Edición).
- Hunter, P.** (2013). *Everything I need to know, I learned in school music class*.
- Galván, M.** (2014). *Diagnóstico Diferencial del TDAH*.
- García, M. T.** (2014). *La importancia de la música para el desarrollo integral en la etapa de Infantil*. Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Cádiz.
- Gardner, H.** (2014). *Estructuras de la mente. La teoría de las inteligencias múltiples*. (2ª. Edición). México.
- Goleman, D.** (1996). *Inteligencia emocional*. Barcelona: Kairós.
- Gómez, C.** (2004). Un primer contacto con la musicoterapia. *Educación y futuro: revista de investigación aplicada y experiencias educativas*. 1576-5199.
- Gooding, LF.** (2011). The effect of a music therapy social skills training program on improving social competence in children and adolescents with social skills deficits. *Oxford Journals*.

- Guinot, J.** (2013). *Mitos y realidades sobre el TDAH. Hiperactividad y déficit de atención*. Tarragona: Altaria.
- Manning, I.** (2016). *Music for All: Supporting Students with Special Needs in the Music Classroom*. Universidad de Toronto.
- McCord, K., & Watts, E. H.** (2006). Collaboration and Access for Our Children: Music Educators and Special Educators Together. *Music Educators Journal*. 92 (4), 26-33.
- McGrath, M.** (2014). *Music in the inclusive classroom*.
- Mitchell, E.** (2014). *Preparing Music Educators to Work with Students with Diverse Abilities: An Introduction to Music Therapy*. Western University.
- Naranjo, A., Robles, J. y Navarro, M. R.** (2007). *Atención a la diversidad y formación del profesorado*. Granada: Grupo Editorial Universitario.
- Ornano, E.** (2009). *La diversidad en la metodología pedagógica puede evitar muchos fracasos escolares*.
- Peñalba, A.** (2010). Musicoterapia e hiperactividad. *Revista Musical Catalana* 303, 4-6.
- Piedra, C.** (2016). “El Arte de Incluir” *La música como herramienta para la inclusión educativa*.
- Pineda, E.** (2011). Musicoterapia aplicada a niños con síndrome de Down. *Rev. Cubana Pediatría*, 83(2).
- Ponce, Y.** (2012). *Terapia farmacológica y musicoterapia en usuarios con trastorno de déficit de atención e hiperactividad*. Instituto Superior de Estudios Psicológicos, Valencia.
- Pontificia Universidad Católica de Puerto Rico.** (2015-2018). *Catálogo Sub-graduado y Programa Académico de Ciencias en la Educación con especialidad en Música*.
- Puig, I.** (2006). *Una escuela para todos y todas Segundas Jornadas de Educación*. Velilla de San Antonio, Madrid.
- Rogado Merino N.** (2016). *Una visión de la realidad práctica desde los centros escolares con niños con TDAH*.
- Rosa, M.** (2011). *Repensar la relación entre las TIC y la enseñanza universitaria: Problemas y soluciones*.
- Rosa, M.** (2011). La Enseñanza como práctica cultural: La gestión de las aulas diversas. Ediciones Universidad de Salamanca. *Enseñanza & Teaching*, 53-70.

Rothmann, K., Hillmer, JM. & Hosser, D. (2014). Evaluation of the Musical Concentration Training with Pepe (MusiKo mit Pepe) for children with attention deficits. *Oxford Journals*.

Soledad, M. y Carvajal, D. (2015). El arte como herramienta educativa: un potencial para trabajar la inclusión y la diversidad. *Revista para el aula*, 14 (47-48). Santa Cruz de Tenerife: Ediciones IDEA.

Tomlinson, C. Moon, T. Imbeau, M. (2015). *Assessment and Student Success in a Differentiated Classroom*. ASCD.

Torres, L. (2010). *Las TIC en el aula de Educación Musical. Bases metodológicas y posibilidades prácticas*. Sevilla: MAD - Eduforma.

Universidad de Puerto Rico Recinto de Rio Piedras. (2012-2015). *Programa curricular*. Facultad de Educación.

Universidad Interamericana de Puerto Rico. (2016). *Secuencial curricular*. Bachillerato en Educación Musical.

VanWeelden, K., & Whipple, J. (2014a). Music educators' perceptions of preparation and supports available for inclusion. *Journal of Music Teacher Education*, 23(2), 33-51.

VanWeelden, K., & Whipple, J. (2014b). Music educators' perceived effectiveness of inclusion. *Journal of Research in Music Education*, 62(2), 148-160.

Wilkinson, I.G. (2013). Let there be music: Making a case for using music in schools to enhance relationships and readiness for learning. *Canadian Music Educator*, 55(1), 28-31.

/04/

ACTITUD DE LOS DOCENTES ESPAÑOLES ANTE EL CÓMIC COMO RECURSO PEDAGÓGICO. ESTUDIO EXPERIMENTAL EN LÍNEA

PREDISPOSITION OF TEACHERS FROM SPAIN TO USE COMICS AS A PEDAGOGICAL RESOURCE. ON-LINE EXPERIMENTAL STUDY

Vicente Ramírez Jurado

Máster Universitario en Cultura de Paz, Derechos Humanos y Educación Española. Doctorando perteneciente a la UCA (España) y profesor de español.(EE.UU.)
vicentejurado.school@gmail.com

Recepción: 28/02/2018. **Aceptación:** 01/04/2017. **Publicación:** 29/06/2018

Citación sugerida:

Ramírez Jurado, V. (2018). Actitud de los docentes españoles ante el cómic como recurso pedagógico. Estudio experimental en línea. *3C TIC: Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 7(2), 90-103. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2018.60.90-103/>

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es explorar la predisposición de los docentes españoles a utilizar el cómic como herramienta pedagógica innovadora y de motivación en la escuela, así como el nivel de experiencia con la misma. También si sus actitudes se fundamentan en experiencias practicadas en el aula o en ideas preconcebidas. Para realizar la consulta se diseña un método experimental en red que identifica a profesores a través de la red social Facebook.

ABSTRACT

The objective of this research is to explore the predisposition of teachers from Spain to use comics as an innovative and motivational pedagogical resource in schools, as well as their level of experience with it. Also if their attitudes are based on experiences that took place in the classroom or on preconceived ideas. To carry out the inquiry, teachers are identified through Facebook using an experimental on-line method.

PALABRAS CLAVE

Facebook, Profesores, Cómic, Innovación pedagógica, Educación.

KEY WORDS

Facebook, Teachers, Comic, Pedagogical innovation, Education.

1. INTRODUCCIÓN

Esta investigación ha sido respaldada por el Programa de movilidad internacional de la Universidad de Cádiz – España –, y forma parte del avance de la tesis doctoral titulada Investigación documental y en red del manga *Dragon Ball* de Akira Toriyama. Análisis de modelos socioeducativos e identificación de valores, desarrollada desde 2014 en la UCA, con el apoyo adicional de la Colorado State University – EE.UU. – y de la Kyoto Seika University – Japón –.

Las tecnologías de la información y la comunicación no solo han transformado la forma en la que nos relacionamos y operamos, sino que han originado un espacio que reta a los métodos de investigación tradicionales. El uso de las redes sociales y el concepto de presencia virtual, son ejemplos de cómo la tecnología ha impulsado el intercambio de ideas y facilitado la conexión global. En este contexto contemporáneo, los avances en el terreno de la innovación didáctica y pedagógica requieren ejercicios que transgredan las perspectivas convencionales, reforzando y dinamizando la vocación docente e investigadora. Internet, las redes sociales y, en general, las T.T.II.CC. se convierten en llaves para la comprensión de fenómenos que escapan de los sistemas de observación y análisis habituales, empujándonos a promover el desarrollo de métodos de investigación en red.

La creatividad didáctica y la exposición a las disciplinas artísticas que la ficción, como la lectura del cómic, es capaz de aportar a nuestro desarrollo intelectual, debería poder someterse a la reconsideración de los límites de su censura.

La pedagogía es un fenómeno vivo que precisa de continua crítica y reflexión. La creatividad didáctica y la exposición a las disciplinas artísticas que la ficción, como la lectura del cómic, es capaz de aportar a nuestro desarrollo intelectual, debería poder someterse a la reconsideración de los límites de su censura. Especialmente si, como gran parte de los resultados de este trabajo sugiere, es posible que estemos ignorando importantes oportunidades educativas bajo la guadaña de los prejuicios hacia el término “manga” – cómic de origen japonés –.

Objetivos:

- Conocer la predisposición de los docentes a utilizar el cómic como herramienta pedagógica y de motivación en la escuela, y su nivel de experiencia con la misma.
- Determinar en qué medida los profesores se muestran receptivos a utilizar el manga *Dragon*

Ball como herramienta pedagógica y de motivación en la escuela, y si sus opiniones están fundamentadas mediante experiencias o basadas en prejuicios.

Cuestiones de investigación:

- ¿Tienen los profesores españoles predisposición a utilizar el cómic como herramienta pedagógica y de motivación en las escuelas?
- ¿Tienen los profesores predisposición a utilizar *Dragon Ball* como herramienta pedagógica y de motivación en las escuelas?
- ¿Está su posicionamiento basado en el conocimiento y en la experiencia lectora con la obra o en suposiciones-prejuicios?

2. METODOLOGÍA

Se diseña una encuesta-ejercicio on-line de consulta a docentes españoles. La campaña de captación de sujetos participantes en la muestra tuvo lugar entre junio y agosto de 2017. La estrategia se articuló desde la página de Facebook “Investigación docente”, que fue creada específicamente para ejecutar el experimento. A todos los sujetos invitados a participar se les informó del objetivo científico de su participación en la encuesta, se les aseguró el anonimato y se les incentivó con recibir resúmenes de los resultados a través de la comunidad de Facebook creada en torno al estudio. Se contó con un presupuesto aproximado de 250 dólares americanos. La encuesta fue alojada en la web www.surveymonkey.com, mediante perfil de usuario Gold – con herramientas avanzadas dirigidas al uso investigador –.

La estrategia generó 482 interacciones con sujetos distintos que contestaron, al menos, a una pregunta del cuestionario. 390 lo completaron y, de entre ellos, 312 cumplieron con los requisitos indispensables de ser españoles, y de afirmar ser docentes o estar preparándose para ello: 145 profesores y 167 profesoras de distintos niveles y especialidades. La edad de los sujetos abarca, principalmente, de los 30 a los 49 años.

Universo/Campo: Sujetos de ambos géneros y de cualquier edad, con residencia en España, y con perfil activo en la red social Facebook.

Muestra: Sujetos pertenecientes al universo indicado y que manifiestan en su perfil de Facebook algún tipo de interés por los términos “educación”, “profesor/a” o “maestro/a” y que, además, aceptan la invitación de participar en el cuestionario que les aparece mediante el sistema de anuncios de Facebook. De estos, la muestra final sólo contempla a los participantes españoles que afirman ser profesores o estar estudiando para convertirse en uno, y que además responden al cuestionario en su totalidad.

Beneficios del método en red:

- Se crea una comunidad activa, comunicativa y crítica en torno a la investigación y a su método, con referencia y grupo propio alojado en Facebook: *Investigación docente*. Este hecho dinamiza la participación y el proceso de investigación de una forma inalcanzable mediante métodos tradicionales.
- Ofrece acceso a un gran número de participantes con las características deseadas que de otra forma sería extremadamente difícil encontrar –muestra por conveniencia–.
- Como método experimental, y pese a que el grado de representatividad total no se puede predecir, los datos indicativos obtenidos generan una discusión con posibilidad de revisión, comparación y complementación con estudios futuros. Los patrones registrados, con tendencia a repetirse, sugieren resultados que justifican su consideración científica.
- El método no compromete el diseño o el manejo adecuado de herramientas científicas, ni el tratamiento ético de los datos obtenidos.
- Se asegura una mayor confidencialidad y, por lo tanto, mayores posibilidades de obtener respuestas honestas, con menor influencia por parte del entrevistador. Cada individuo solo puede tomar la encuesta una sola vez gracias al sistema de detección y limitación de dirección IP.
- Mayor viabilidad logística y presupuestaria. Permite la participación internacional.
- La comunicación mediante vías multimedia, como Facebook, conectan mejor con la mayoría de la población actual, creando una comunidad virtual en conexión constante e inmediata. Los participantes son incentivados con recibir información directa del trabajo a través de la comunidad reunida en torno a la investigación.

Limitaciones del método y del estudio:

- Solo permite la participación a sujetos con acceso a internet y con cuenta en Facebook en la que hayan indicado alguna de las características consideradas imprescindibles para ser invitados a participar en las distintas encuestas.
- Excluye de la posibilidad de participar a aquellas personas que no han accedido a la red social durante el periodo de reclutación de participantes.
- Los métodos de muestreo en red necesitan de mayor experimentación, discusión y desarrollo para comprender mejor su grado de representatividad general.

3. RESULTADOS

El informe de investigación completo puede ser consultado en la tesis original, pendiente de defensa y publicación en la segunda mitad de 2018.

Sumario del informe de investigación

1. ¿Sería partidario/a de utilizar el cómic como herramienta pedagógica y de motivación en la escuela?

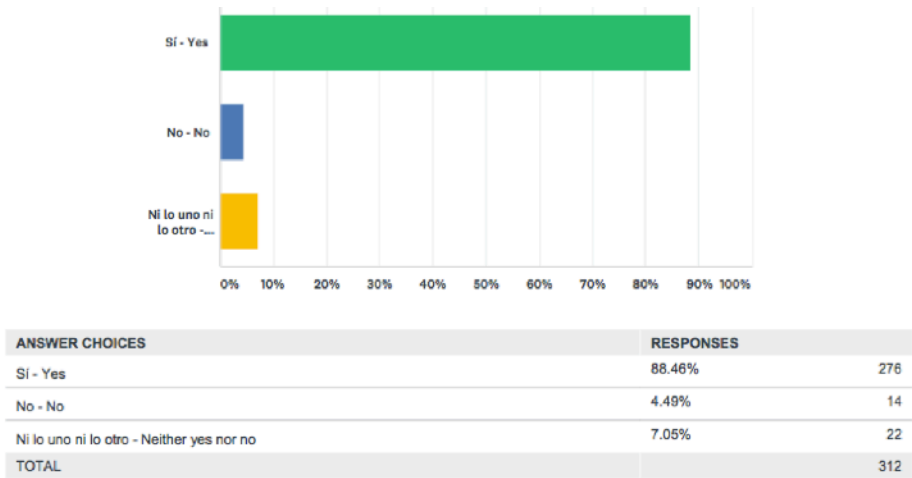


Gráfico 1. Respuesta global a la pregunta 8 del informe de investigación.
Fuente: elaboración propia.

Todos los grupos de profesores, con independencia de su género y de su familiarización con la lectura del manga *Dragon Ball*, expresan una clara confianza en la posibilidad de utilizar el cómic como herramienta pedagógica y de motivación en la escuela.

2. ¿Ha utilizado alguna vez el cómic como herramienta pedagógica y de motivación en la escuela?

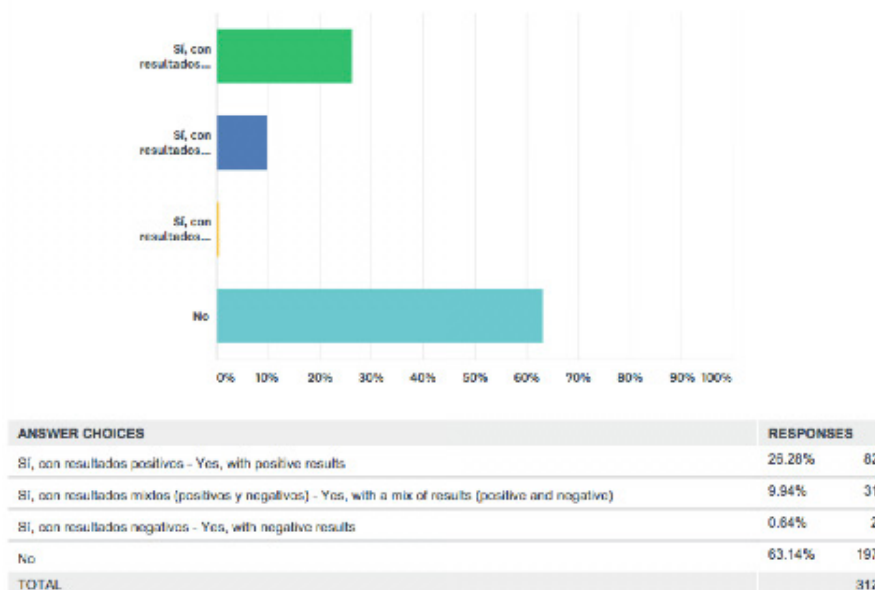


Gráfico 2. Respuesta global a la pregunta 9 del informe de investigación.

Fuente: elaboración propia.

Todos los grupos de docentes expresaron valores similares frente a la pregunta planteada. Pese a la confianza depositada ante la posible utilidad del cómic como herramienta pedagógica, la mayoría de profesores reconoce no haberlo intentado nunca. Entre los que señalan haber experimentado con su uso en el aula, la percepción de que se obtuvieron resultados positivos es claramente mayoritaria. El registro de experiencias que obtuvieron resultados negativos sólo alcanza el 2% en uno de los grupos de docentes consultados, y marca un 0% en la mayoría de ellos.

3. ¿Ha leído alguna vez el manga *Dragon Ball*

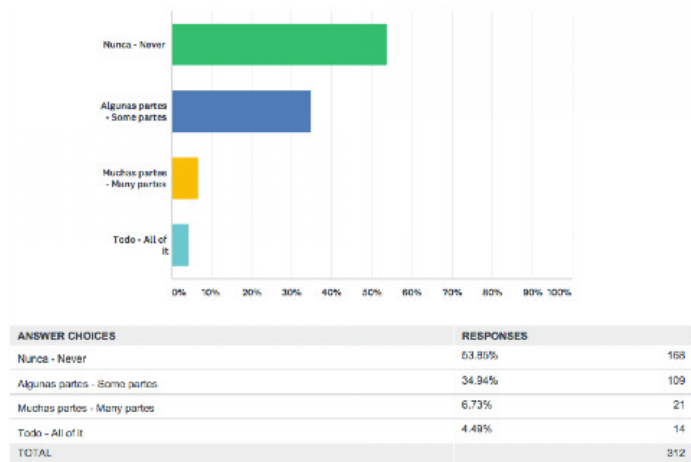


Gráfico 3. Respuesta global a la pregunta 10 del informe de investigación.
Fuente: elaboración propia.

La mayoría de docentes reconoce no haber leído nunca el manga *Dragon Ball*, o tan solo algunas partes.

4. En su opinión, leer *Dragon Ball* promueve:

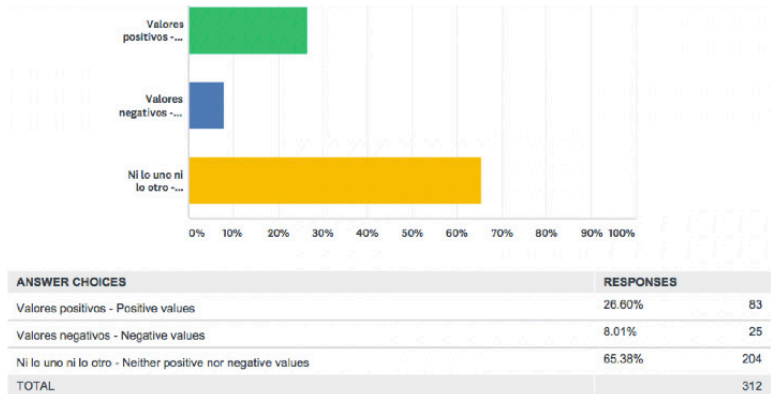


Gráfico 4. Respuesta global a la pregunta 11 del informe de investigación.
Fuente: elaboración propia.

Los docentes que afirmaron haber leído, al menos, “algunas partes” del manga *Dragon Ball* tienden a señalar en mayor proporción la posibilidad de que su lectura promueve valores positivos. De entre ellos, los profesores de género masculino que afirmaron haber leído “muchas partes” o “todo” son los que muestran un mayor convencimiento de que su lectura promueve valores positivos – 74,07% –. Los docentes que jamás leyeron *Dragon Ball* se decantan, en su mayoría, por la respuesta neutra, evitando los extremos positivo y negativo.

Los docentes que afirmaron haber leído, al menos, “algunas partes” del manga *Dragon Ball* tienden a señalar en mayor proporción la posibilidad de que su lectura promueve valores positivos.

La percepción de que el manga promueve valores negativos obtiene una respuesta minoritaria en la mayoría de grupos. Llamativamente, sólo iguala o supera a la proporción de quienes indicaron que promueve valores positivos, en los grupos que afirmaron no haberlo leído nunca, sugiriendo este dato que sus respuestas estarían basadas en ideas preestablecidas, y no respaldadas en la lectura.

5. ¿Cree que sería posible utilizar el manga *Dragon Ball* como herramienta pedagógica y de motivación en la escuela?

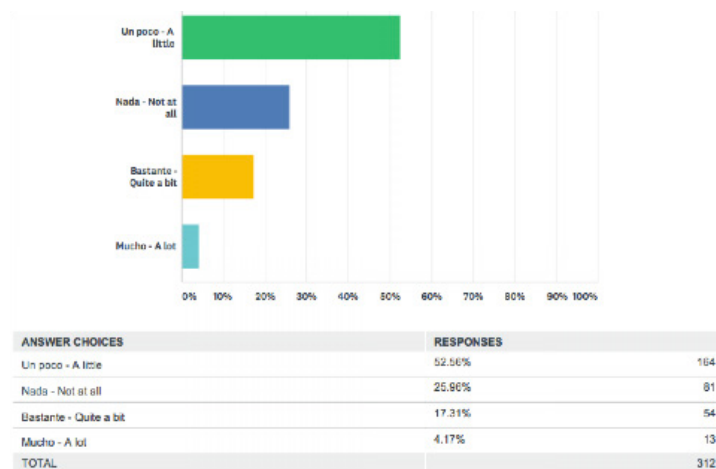


Gráfico 5. Respuesta global a la pregunta 12 del informe de investigación.
Fuente: elaboración propia.

La mayoría de todos los grupos se muestran confiados en que, al menos “un poco”, sería posible utilizar la obra como herramienta pedagógica. A menor conocimiento de la obra menor convencimiento de dicha posibilidad. Los sujetos de género masculino con mayor familiaridad con la lectura de la obra son los que más confianza expresan en un posible uso educativo de la misma.

En el valor negativo, destaca que el mayor convencimiento sobre la posible ineficacia del uso de la obra como herramienta pedagógica y de motivación en la escuela proviene de los grupos de profesores que jamás la leyeron, sugiriendo este dato, de nuevo, la existencia de un significativo prejuicio sobre el título propuesto. Mientras más del 80% de los integrantes de esos grupos que jamás leyeron *Dragon Ball* se mostraba partidario de la posibilidad de utilizar el cómic como herramienta educativa, más del 30% de ellos – casi el 40% de los docentes de género masculino – rechazaría utilizar el manga *Dragon Ball* en el contexto educativo, pese a haber asegurado no haberlo leído nunca.

Al esgrimir la totalidad de los datos registrados en la muestra, se identifican las siguientes tendencias:

- Los docentes de género masculino que más confianza muestran en la posibilidad de usar “el cómic” – sin especificar título – como herramienta pedagógica son los especialistas en Ciencias Sociales y Naturales, seguidos de los especialistas en Lengua Extranjera.
- Los docentes de género femenino que más confianza muestran en la posibilidad de usar el cómic como herramienta pedagógica son los especialistas en Lengua Extranjera, seguidos de los generalistas en Educación Primaria.

Los docentes de género masculino que más confianza muestran en la posibilidad de usar el manga *Dragon Ball* – título de cómic específico – como herramienta pedagógica – la suma de los que indicaron “bastante” o “mucho” – son los especialistas en Lengua Extranjera. Los que menos serían los especialistas en Ciencias Sociales y Naturales, contrastando este dato de rechazo hacia el título *Dragon Ball* con el que indica que los docentes de esa misma especialidad serían los más partidarios a utilizar “el cómic” en el aula, cuando no se les especifica el título.

Los docentes de género femenino que más confianza muestran en la posibilidad de usar el manga *Dragon Ball* como herramienta pedagógica son los generalistas en Educación Primaria, y los que menos: los especialistas en Lengua extranjera. En estos últimos se repite el mismo fenómeno que revelan las respuestas de los docentes de género masculino: mientras Lengua Extranjera sería una de

las especialidades que más aprobaría la utilización del “cómic” en el aula, esa confianza se resiente al especificar con el título *Dragon Ball*.

4. CONCLUSIONES

¿Tienen los profesores españoles predisposición a utilizar el cómic como herramienta pedagógica y de motivación en las escuelas?

Sí. La muestra de profesores consultada muestra una enorme predisposición a utilizar el cómic – sin especificar modo, o título determinado – como herramienta pedagógica y de motivación en las escuelas. Pese a que los docentes que afirman haber experimentado el cómic como recurso pedagógico reportan resultados fundamentalmente positivos, su práctica está aún poco extendida.

Pese a que los docentes que afirman haber experimentado el cómic como recurso pedagógico reportan resultados fundamentalmente positivos, su práctica está aún poco extendida.

¿Tienen los profesores predisposición a utilizar el manga *Dragon Ball* como herramienta pedagógica y de motivación en las escuelas? ¿Está su posicionamiento basado en el conocimiento y en la experiencia lectora con la obra o en suposiciones-prejuicios?

La encuesta-experimento llevado a cabo con docentes evidencia la existencia de importantes prejuicios y contradicciones a la hora de considerar y de validar herramientas pedagógicas innovadoras, como podría ser el manga *Dragon Ball*. Al especificar un título de “cómic” concreto, en este caso el manga *Dragon Ball*, la confianza previa mostrada por los profesores en utilizar el cómic como herramienta pedagógica se resiente considerablemente, incluso entre aquellos que reconocieron que nunca habían leído el mencionado manga. Esto sugiere la existencia de importantes prejuicios ligados al título de la obra.

Posible aplicación de los resultados y propuestas prácticas. Cuestiones del futuro.

El alto interés mostrado por los profesores por el cómic como posible herramienta pedagógica, podría encontrar una gran rentabilidad didáctica mediante formación específica impulsada por las administraciones educativas, respondiendo así a su responsabilidad de innovación.

La información extraída en el estudio puede ser utilizada, ahora y en el futuro, por parte de organizaciones de cualquier tipo – públicas y privadas –, interesadas en desarrollar las posibilidades del cómic como herramienta pedagógica y de motivación en la escuela. También por parte de educadores, investigadores, medios de comunicación, y otro tipo de individuos particulares, con la disposición de conocer, reseñar, complementar o seguir estudiando el estado de la cuestión planteada, partiendo de los conocimientos sugeridos y fundamentados en este trabajo. El alto interés mostrado por los profesores por el cómic como posible herramienta pedagógica – obviando los prejuicios vertidos sobre el título *Dragon Ball* – podría encontrar una gran rentabilidad didáctica mediante formación específica impulsada por las administraciones educativas, respondiendo así a su responsabilidad de innovación.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bermejo-Berros, J. (2007). *Génération télévision. La relation controversée de l'enfant avec la télévision.* Bruxelles/París : Ed. DeBoeck Université. Colección Culture & Communication.

Berndt, J. (2012). *International crossovers, transcultural flows: Manga/comics.* Kioto: International Manga Research Center.

Gideon, L. (2012). *Handbook of survey methodology for the social sciences.* Nueva York: Springer.

Rokeach, M. (1979). *Understanding human values: Individual and societal.* Nueva York: Free Press.

Toriyama, A. (1984–1995). *Dragon Ball.* 42 vols. Tokio: Shūeisha.

/05/

SISTEMA DE REHABILITACIÓN DE CODO BASADO EN UNA ÓRTESIS ROBÓTICA CONTROLADA POR UNA INTERFAZ GRÁFICA DESARROLLADA EN PYTHON ELBOW REHABILITATION SYSTEM BASED ON A ROBOTIC ORTHOSIS CONTROLLED BY A GRAPHICAL INTERFACE DEVELOPED IN PYTHON

Eduardo Francisco García Cabezas

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Grupo de investigación de la Facultad de Mecánica (Ecuador).
edugarcia_87@hotmail.com

Jhonny Marcelo Orozco Ramos

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Grupo de investigación de la Facultad de Mecánica (Ecuador).
ingjmorozco@gmail.com

Gloria Elizabeth Miño Cascante

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Grupo de investigación de la Facultad de Mecánica (Ecuador).
gloriamino@yahoo.es

Carlos Oswaldo Serrano Aguiar

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Grupo de investigación de la Facultad de Mecánica (Ecuador).
concar_10@hotmail.com

Ángel Geovanny Guamán Lozano

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Grupo de investigación de la Facultad de Mecánica (Ecuador).
angel_lzn@hotmail.com

Recepción: 11/01/2018. **Aceptación:** 02/02/2018. **Publicación:** 29/06/2018

Citación sugerida:

García Cabezas, E. F., *et al.* (2018). Sistema de rehabilitación de codo basado en una órtesis robótica controlada por una interfaz gráfica desarrollada en Python. *3C TIC: Cuadernos de desarrollo aplicadas a las TIC*, 7(2), 104-123. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2018.60.104-123/>

RESUMEN

El presente trabajo describe la construcción de un equipo asistente para el proceso de rehabilitación del codo con el fin de ayudar a la recuperación de personas que han sufrido algún tipo de traumatismo asociado o no a una lesión ósea. Suele causar rigidez en la articulación y consta de una órtesis robótica previamente diseñada en SolidWorks adaptable a la estructura del miembro superior que facilita la movilización y estiramiento del codo, flexo-extensión. El sistema de control de la órtesis está fundamentado en el uso de un microcontrolador ATmega2560 asociado mediante comunicación serial a una Raspberry Pi3, la generación de su movimiento está gobernado por un actuador eléctrico, un servomotor HS-755HB. La rutina de flexo-extensión es ajustable por medio de una interfaz gráfica desarrollada en Python visible y manipulable en una pantalla táctil resistiva de 3.2 pulgadas TFT LCD montada sobre la Raspberry Pi3. Con la implementación del sistema se tiene como resultado evidente la órtesis compuesta por piezas impresas en 3D en material PLA seleccionado por ser resistente y de bajo costo, tomando como referencia el punto generado cuando el brazo se lo ubica a nivel del hombro y a su vez perpendicular al antebrazo, se logran movimientos máximos en sentido horario de 90° y antihorario de 40° respecto a la referencia que pueden ser regulados acorde al caso del paciente. En conclusión, se logró consolidar un equipo compacto con un sistema de control robusto y una interfaz de alto nivel para interactuar con el usuario.

ABSTRACT

The present work describes the construction of an assistant team for the rehabilitation process of the elbow in order to help the recovery of people who have suffered some type of trauma associated or not with a bone injury. Usually it causes stiffness in the joint and consists of a robotic orthosis previously designed in SolidWorks adaptable to the structure of the upper limb that facilitates mobilization and elbow stretch, flexo-extension. The control system of the orthosis is based on the use of an ATmega2560 microcontroller associated by means of serial communication to a Raspberry Pi3, the generation of its movement is governed by an electric actuator, a servomotor HS-755HB. The flex-extension routine is adjustable by means of a graphical interface developed in Python visible and manageable in a 3.2-inch TFT LCD resistive touch screen mounted on the Raspberry Pi3. With the implementation of the system, the orthosis composed of 3D printed parts in PLA material selected for being resistant and low cost is evident, taking as reference the point generated when the arm is located at shoulder level and at the same time perpendicular to the forearm, maximum movements are achieved clockwise of 90° and anti-clockwise of 40° with respect to the reference that can be regulated according to the case of the patient. In conclusion, it was possible to consolidate a compact team with a robust control system and a high level interface to interact with the user.

PALABRAS CLAVE

Órtesis, Rehabilitación, Raspberry, Python, Codo.

KEY WORDS

Orthosis, Rehabilitation, Raspberry, Python, Elbow.

1. INTRODUCCIÓN

Aproximadamente, el 15% de la población a nivel mundial sufren a causa de un tipo de discapacidad, se habla acerca de 1.100 millones de personas, cada una de ellas tiene limitaciones para desarrollar diferentes actividades con su cuerpo, por tal motivo son discriminados y limitados (Paz, 2017). Por esta razón, la tecnología y la ciencia están abordando el tema y buscando soluciones. Los exoesqueletos y órtesis en la actualidad han sido de mucha ayuda para las personas ya que permite la movilidad humana.

La órtesis de miembros superiores se utiliza con frecuencia en pacientes con problemas neurológicos, tales como EVC, TEC, parálisis cerebral, lesiones medulares y de nervios periféricos.

Las órtesis son dispositivos biomecánicos que se adaptan externamente, sobre cualquier región anatómica, para mejorar la funcionalidad del sistema o musculo (G, 2005). Básicamente, los problemas se generan en el músculo esquelético debido a traumas, deportes, o accidentes. La órtesis de miembros superiores se utiliza con frecuencia en pacientes con problemas neurológicos, tales como EVC, TEC, parálisis cerebral, lesiones medulares y de nervios periféricos.

Cuando se investiga la tecnología del exoesqueleto, en un gran porcentaje los inventores se han centrado en las siguientes áreas: rehabilitación, aplicaciones militares y la manipulación de cargas pesadas o movimientos repetitivos de diversas industrias (Bluter, 2016).

El exoesqueleto se deriva de (exo) que significa afuera y (esqueletos) esqueleto, en los animales es una estructura externa que permite sostener órganos internos. En la actualidad, el exoesqueleto tiene una aplicación médica, los mismos se los diseñan mecánicos o robot porque tienen un almacén externo que permite moverse a su portador y realizar diferentes actividades, lo cual en muchos casos está programado o tiene sensores que permiten actuar al exoesqueleto en una fracción de segundo que permite la movilidad a personas que tiene limitación de movimientos (Muñoz, 2017). La evolución del exoesqueleto gira de la mano con la evolución de la batería, motores y diferentes sistemas de almacenamiento de alta densidad, conjuntamente del diferente desarrollo de los materiales (Bowdler, 2014).

El primer exoesqueleto aprobado y el más apropiado para el ser humano por su estructura fue el de ReWalk Robotics, ya que permite que las personas con problemas motrices puedan caminar

nuevamente sin tener la apariencia de un robot. El sistema del exoesqueleto tiene un sistema con Windows y envía señales de control (Tecnomag, 2014).

Son varias las actividades que el ser humano realiza en su desempeño cotidiano, laboral y de entretenimiento, y todas están ligadas al desarrollo de movimientos continuos y sincronicos de las partes que componen su cuerpo. Toda actividad por más simple que ésta sea, relaciona un nivel de riesgo en su ejecución, puede generarse un accidente que presente un tipo de lesión que puede o no ser visible instantáneamente, pasajera o permanente.

El codo es la articulación que une el brazo y el antebrazo y está estructurado por tres huesos: el húmero, el radio y el cúbito. Existe una articulación, sus superficies articulares forman tres articulaciones en una: radio-cubital, radiohumeral y cúbito-humeral. Se presenta diferentes lesiones que afectan directamente a la articulación de codo, sean propias de la misma articulación o propias de los huesos que la forman pero muy relacionadas con el movimiento articular (EMO).

Las lesiones que se pueden adquirir son: esguinces y roturas ligamentosas, luxaciones de codo, fractura de tercio medio inferior de humero y olecranon. Para la rehabilitación de las lesiones se debe controlar la movilidad del codo, se deben recuperar simultáneamente la amplitud articular y la fuerza muscular, tanto en flexo-extensión como en pronosupinación (Vazquez, 2012).

El sistema de rehabilitación propuesto consta de una órtesis adaptable a la articulación del codo. Es un dispositivo biomecánico que se adapta externamente, sobre la región anatómica del brazo y antebrazo para mejorar la funcionalidad del sistema o músculo mediante actividades de repetición de movimientos (Aguirre, 2015).

Actualmente, se encuentran en el mercado diversos sistemas embebidos que facilitan el desarrollo a nivel de prototipo de soluciones integrales a problemas que se presentan en el desarrollo de la vida cotidiana, así como también a nivel industrial. Por ejemplo, tarjetas de la plataforma Arduino, son placas hardware libre que incorporan un microcontrolador reprogramable y una serie de pines-hembra que están unidos internamente a las patillas de E/S del microcontrolador. Estas permiten conectar de forma muy sencilla y cómoda diferentes sensores y actuadores (Llinares, 2013). Otro de los módulos revolucionarios es la Raspberry PI, una placa computadora de bajo costo, se podría decir que es un ordenador de tamaño reducido desnudo de todos los accesorios que se pueden eliminar sin que afecte al funcionamiento básico. Está formada por una placa que soporta varios componentes necesarios en un ordenador común y es capaz de comportarse como tal (Artero, 2013).

El impacto que surge de su uso para la generación de soluciones es que al ser de la gama Open Source son implementaciones de bajo costo poniendo de esta manera el acceso de tecnología a bajo costo para poblaciones de limitadas de recursos.

2. DISEÑO

2.1. DISEÑO DE LA ÓRTESIS

Se planteó realizar el diseño de una órtesis adaptable al brazo y antebrazo de una persona, secciones del miembro superior cuyo desplazamiento requiere ser controlado para la ejecución de protocolos o rutinas de rehabilitación del codo. Como estrategia inicial para el desarrollo del diseño se realizó la toma de medidas antropométricas de estas fracciones corporales de una muestra de 200 jóvenes estudiantes de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Se generó una distribución normal de los datos, considerando de esta manera trabajar en el diseño con una media de las medidas adquiridas.

Para el modelado de la órtesis de codo se empleó como herramienta para el diseño asistido por computador el software SolidWorks, donde se planteó el diseño de sus partes manteniendo total similitud a la estructura ósea del brazo y antebrazo humano, creando la base para un exoesqueleto. La facilidad que presenta el software para el ensamble general de las piezas permitió generar una estructura completa y realizar la simulación de sus movimientos para verificar la funcionalidad del diseño y garantizar que no incomode al paciente, su fácil colocación y una apariencia estéticamente aceptable.

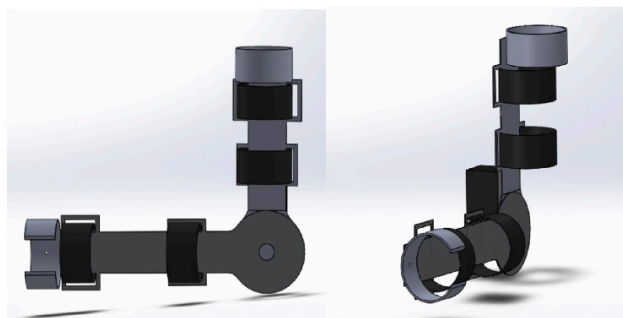


Gráfico 1. Diseño 3D de la órtesis de codo.

Fuente: autores.

El diseño de la órtesis de codo se la planteó tomando en cuenta ciertas consideraciones: el modelo estaría elaborado para un brazo derecho, tendría un grado de libertad que represente la articulación del codo, sería de fácil colocación y cómodo para el paciente. El gráfico 1 muestra el diseño en 3D de la órtesis.

Para interpretar el movimiento en el espacio en función del tiempo se plantea el análisis matemático de la cinemática directa de la órtesis, donde según un sistema de coordenadas tomado como referencia se determina la relación entre la posición y la orientación del efector final partiendo de los valores conocidos de la articulación y los parámetros geométricos de los eslabones planteados en la Tabla 1.

Tabla 1. Medias eslabones órtesis.

Eslabón	Medida (cm)
Brazo	18.8
Antebrazo	25

Fuente: autores.

Para el análisis cinemático directo se utiliza el Método sistematizado de Denavit – Hartenberg, que establece la selección de un sistema de coordenadas para cada eslabón y sintetizar la obtención de las matrices de cambio de base ${}^{i-1}A_i$ entre el sistema asociado al eslabón $i-1$ y al eslabón i . ()

Tabla 2. Matriz D-H.

Eslabón	a_i	$a_i(mm)$	θ_i	$d_i(mm)$
1	90	0	θ_1	0
2	90	188	θ_2	0
3	-90	250	θ_3	0

Fuente: autores.

Esta relación entre dos eslabones rígidos consecutivos unidos por una articulación a través de una matriz ${}^{i-1}A_i$ está dada en función de 4 parámetros, como se denota en la Tabla 2 (∞ , a , θ , d) asociados a 4 movimientos consecutivos, rotación y traslación en z, seguidos de la traslación y rotación en x (De Lima, 2016).

Generando las matrices de los eslabones de acuerdo a la aplicación del método adoptado para el análisis se obtiene:

$$A_1 = \begin{bmatrix} a_1 & 0 & -b_1 & 0 \\ b_1 & 0 & a_1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$A_2 = \begin{bmatrix} a_2 & 0 & -b_2 & 1.88a_2 \\ b_2 & 0 & a_2 & 1.88b_2 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$A_3 = \begin{bmatrix} a_3 & 0 & -b_3 & 2.5a_3 \\ b_3 & 0 & a_3 & 2.5b_3 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Multiplicando las matrices generadas se obtiene la matriz base T_n entre los eslabones asociados desde la base al extremo de la órtesis. La matriz base para el dedo índice se plantea (De Lima, 2016):

$$T = A_1 * A_2 * A_3 * A_4 * A_5 * A_6 \quad (4)$$

Inicialmente, se plantea la solución genérica de la matriz global de transformación se obtiene de la siguiente manera (De Lima, 2016):

$$T = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & E_x \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & E_y \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} & E_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Donde la matriz T contiene la matriz rotacional y el vector de posición escalado.

2.2. PLANTEAMIENTO DE PRESTACIONES DEL SISTEMA

El sistema completo relaciona una parte mecánica y una de control eléctrico/electrónico. Se trazan requisitos específicos a cumplirse para el óptimo funcionamiento del sistema.

a. Parte Mecánica

- La estructura debe permitir la flexo – extensión del codo. Tomando como punto de referencia la posición inicial del brazo a la altura del hombro y colocado el antebrazo perpendicular del mismo. El desplazamiento a cumplirse en flexión será de 40° y la extensión de 90°.
- Modelo cómodo y ligero.

b. Parte de Control

- Ejecución de acciones pre programadas sobre el actuador de la órtesis.
- Disponer de una interfaz gráfica que permita el seteo de parámetros de configuración.

2.3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

A. Ensamble de la Órtesis robótica



Gráfico 2. Elementos reciclados utilizados en la construcción de la órtesis.

Fuente: autores.

En este punto cabe resaltar que para la implementación de la órtesis se consideró el uso de varias partes obtenidas del reciclaje como son láminas de aluminio, un juego de engranajes y un motor tomados de una impresora y un disco duro obsoletos. Se los muestra en el Gráfico 2.



Gráfico 3. Partes de la órtesis en láminas de Aluminio & Ensamble.

Fuente: autores.

Para la construcción de la órtesis robótica, se parte de la solidificación del diseño realizado en SolidWorks, donde las piezas fueron trabajadas en láminas de aluminio. Se seleccionó este tipo de material por su facilidad de manipulación y tratamiento al momento de realizar el corte y ensamble

de las piezas, generando una apariencia estéticamente buena y un alto grado de comodidad en el usuario de la órtesis. En el gráfico 3 se muestra las piezas cortadas y el ensamble de las mismas.

El movimiento de la órtesis por diseño se lo presentó mediante el uso de un actuador eléctrico. En este caso, un servomoto de la marca HITEC, modelo HS-755HB que para su funcionamiento hace uso de la modulación por ancho de pulso (PWM) en un rango manipulable de 500 a 2400 μ s; con una alimentación de 4.8 voltios este actuador generan un torque de hasta 11 Kg-cm.

El gráfico 4 indica la posición del servo para la inducción del movimiento en la articulación del codo, que facilitará el movimiento del mismo para la ejecución de los protocolos de rehabilitación que se asignen, dentro de la flexo – extensión del codo.



Gráfico 4. Ubicación Actuador Eléctrico.
Fuente: autores.

El Gráfico 5 denota el conjunto de pasos ejecutados para el ensamble de la órtesis de codo una vez construidas todas las piezas.

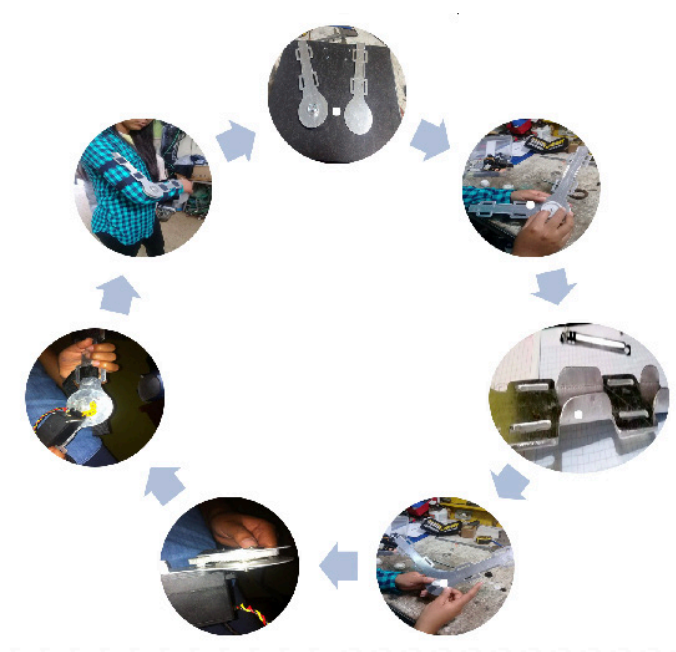


Gráfico 5. Ensamble de la órtesis.

Fuente: autores.

B. Sistema de control por secuencias pre programadas

Para el control de la órtesis robótica se empleó un microcontrolador ATMEGA 2560 montado sobre el sistema embebido Arduino MEGA, encargado de gestionar las señales de PWM para el control del servomotor.

Se determinan secuencias de movimientos para la órtesis robótica definiendo los grados de flexo – extensión estipulados por el fisioterapeuta en los rangos establecidos que podrán ser seteados a nivel de programador o de usuario por medio de una interfaz gráfica a desarrollarse también como bondad del sistema integrado. La secuencia de estos movimientos se la puede ajustar por tiempos específicos o por número de repeticiones.

C. Configuración de dispositivos

Raspberry Pi es un ordenador de placa reducida de bajo costo, y se podría considerar como un minicomputador diseñado para ejecutar varias versiones del sistema operativo GNU/Linux open Source para la presente implementación se utiliza Raspbian (Siegle, 2015).

La solución planteada para el control de la órtesis se basa en el uso de hardware de código abierto como Arduino y Raspberry Pi desarrollados para el uso en diferentes aplicaciones permitiendo presentar soluciones más económicas con las mismas prestaciones y rendimiento que una solución creada por una compañía especializada (Siegle, 2015).

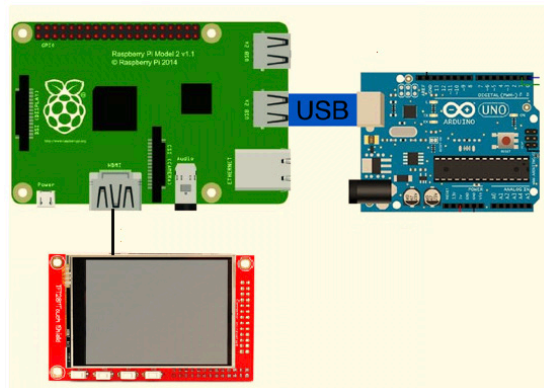


Gráfico 6. Elementos sistema de control.

Fuente: autores.

Dentro del sistema planteado se emplea Arduino para la generación de las señales de control de para el servomotor, considerando dicha acción como nexo de interacción de la interfaz gráfica con el entorno real. Para la mencionada interfaz se utiliza como recurso la Raspberry Pi3 empleada en conjunto con una pantalla táctil TFT de 4" para visualización de la interfaz de con los parámetros de configuración. El Gráfico 6 muestra el diagrama de relación de los dispositivos que componen el sistema donde se establece el tipo de comunicación entre ellos, en este caso vía puerto serial.

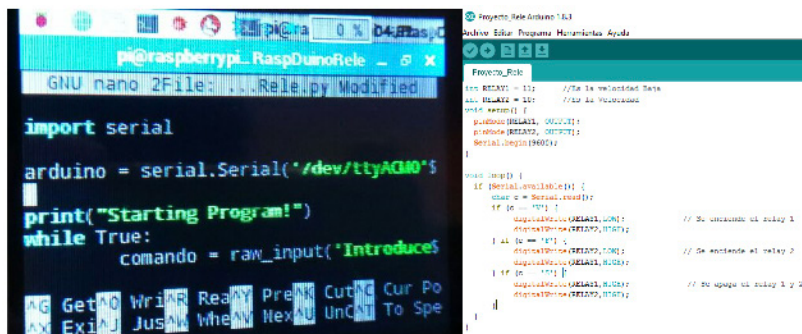


Gráfico 7. Programación en Python & Arduino.

Fuente: autores.

La habilitación de la comunicación serial dentro de la Raspberry se la ejecuta por medio del comando `sudo apt-get install python-serial`. Una vez levantado este servicio se procede con la creación de un bloque de programación sobre Python, se accede a este por medio de la codificación `nano <nombre_programa>` en la que se influye un identificador para el programa de extensión `.py`, incluyendo en el mismo operaciones de lectura y escritura de las variables del sistema.

Para el desarrollo de la interfaz gráfica se utilizó Python y dentro de este se aplicaron los recursos de la librería Tkinter perteneciente a la biblioteca gráfica Tcl/Tk, la misma que se encuentra disponible para varios lenguajes de programación.

Al igual que con otros módulos se procede con la habilitación del servicio, la forma de hacerlo variará entre la versión de Python que se tenga en este caso para el proyecto se utilizó la 3.6, para lo cual se empleó el comando *import tkinter*.

3. RESULTADOS

Como resultado del análisis cinemático operando, las matrices de cambio de base se obtienen las componentes rotacionales globales (R_{11} , R_{12} , R_{13} , R_{21} , R_{22} , R_{23} , R_{31} , R_{32} , R_{33}) de la matriz base:

Tabla 3. Matriz Rotacional.

R_{11}	R_{12}	R_{13}
$a_1a_2a_3 + b_1b_3$	a_1b_2	$-a_1a_2b_3 + a_3b_1$
R_{21}	R_{22}	R_{23}
$a_2a_3b_1 - a_1b_3$	b_1b_2	$-a_2b_1b_3 - a_1a_3$
R_{31}	R_{32}	R_{33}
$-a_3b_2$	a_2	b_2b_3

Se hallan también los componentes del vector de posición escalado.

$$P_x = 2,5a_1a_2a_3 + 2,5b_1b_3 + 1,88a_1a_2 \quad (1)$$

$$P_y = 2,5a_2a_3b_1 - 2,5a_1b_3 + 1,88a_2b_1 \quad (2)$$

$$P_z = -2,5a_1b_2 - 1,88b_2 \quad (3)$$

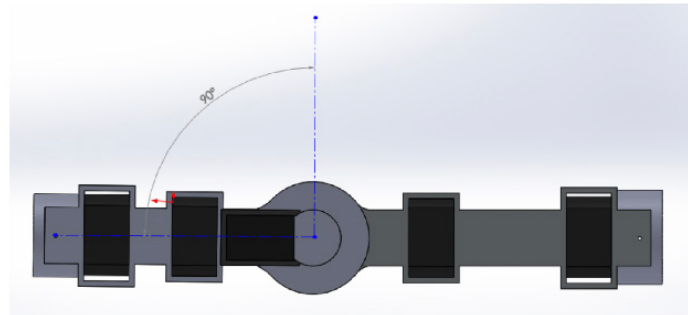


Gráfico 7. Movimiento Extensión.

Fuente: autores.

La órtesis resultó ligera y resistente adaptable a la estructura del brazo y antebrazo de acuerdo a la media de 18,8 y 25 centímetros de las medidas antropométricas tomadas de la muestra. En base al diseño mecánico y la programación se establece un rango de 130° de flexo-extensión distribuidos 40° en flexión y 90° en extensión, acciones relevantes para la rehabilitación de la articulación del codo.

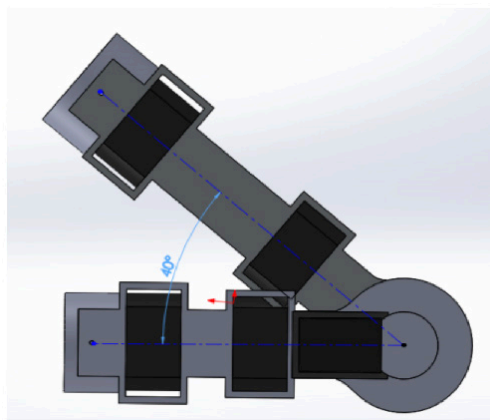


Gráfico 8. Movimiento Flexión.

Fuente: autores.

Se obtuvo un óptimo resultado, la órtesis cumple con su función al incitar el movimiento en la articulación a rehabilitarse, no encuentra inconvenientes a pesar de la diferencia de masa corporal que los pacientes presentan.

Para ejecutar las pruebas de la órtesis robótica en acción, se trabajó con pacientes de distintas edades en las cuales se seleccionó un niño mayor de 10 años, un joven y una persona adulta que no sobrepase la edad de 85 años. Esto se debe a que esta edad no es recomendada para rehabilitación debido a que ya empieza el deterioro óseo, y tampoco se recomienda a quienes se encuentren en desarrollo óseo. Se pudieron evidenciar valores específicos de acuerdo a la edad, o lo que es lo mismo, la longitud del brazo considerando un promedio base de 10 repeticiones por paciente. Se obtuvo un óptimo resultado, la órtesis cumple con su función al incitar el movimiento en la articulación a rehabilitarse, no encuentra inconvenientes a pesar de la diferencia de masa corporal que los pacientes presentan.



Gráfico 9. Pruebas en pacientes.
Fuente: autores.

Colocada la prótesis, se ubica en una posición inicial que puede variar visualmente, se puede colocar con o sin apoyo en el brazo.



Gráfico 10. Pruebas en pacientes.
Fuente: autores.

En el Gráfico 10 se observa la órtesis en funcionamiento en base a los parámetros configurados desde la interfaz gráfica mostrada en el Gráfico 11, donde se encuentra seleccionado el modo de funcionamiento como repeticiones del protocolo de rehabilitación por tiempo con ángulos específicos de 15° y 75° para flexión y extensión.

ORTESIS DE CODO
PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO

Tiempo(MIN) 10 OK Flexión (°) 15

Repeticiones OK Extensión (°) 75

INICIO

Gráfico 10. Interfaz gráfica.

Fuente: autores.

4. CONCLUSIONES

En trabajos futuros se plantea adherir al sistema un módulo para estipular el dolor en el paciente y lograr una auto-calibración para los límites de flexo-extensión que permita desarrollar de acuerdo al tipo de lesión.

El diseño fue creado de acuerdo a la necesidad de muchas personas al momento de realizar un proceso de rehabilitación para la articulación del codo por diferentes tipos de traumatismos en rutinas de flexo extensión para que no estén ligados a la presencia de un fisioterapeuta. Considerando que sea un modelo útil para una amplia población, se la construyó fundamentada en un estudio de campo que permitió determinar una media de medidas antropométricas. Resalta el hecho de utilizar materiales reciclados que permiten reducir costos de producción de la órtesis robótica, que resulta ser un sistema completo al constar de una forma de control manipulable en rangos estipulados denotando la inserción de tecnología con sistemas robustos de control para campos de sistemas inteligentes de rehabilitación. En trabajos futuros se plantea adherir al sistema un módulo para estipular el dolor en el paciente y lograr una auto-calibración para los límites de flexo-extensión que permita desarrollar de acuerdo al tipo de lesión.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Artero, O. T.** (2013). ARDUINO Curso básico de formación, México: Alfa omega.
- Bluter, T.** (2016). La Tecnología del exoesqueleto. *ProfessionalSafety*, 32.
- Bowdler, N.** (2014). Exoesqueletos: se vienen los “super humanos”. *MUNDO*.
- De Lima, H.** (2016). *Análisis Cinemático de un exoesqueleto para rehabilitación del miembro superior*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- EMO. (s.f.).** *Órtesis de miembro superior*. ORTEC. España.
- G, D. C.** (2005). *Órtesis de Miembros Superiores*. Recuperado de http://www.arcesw.com/o_m_s.pdf
- García, A.** (2015). Qué es Arduino y para qué se utiliza. *PANAMAHITEK*.
- Escuela Técnica Superior de Informática UPV.** (2013). Raspberry Pi. Recuperado de <http://histinf.blogs.upv.es/2013/12/18/raspberry-pi/>
- Llinares A. y Nadal, G.** (2015). Sistemas embebidos.
- Muñoz, A.** (2017). Que es un exoesqueleto. *Computer Hoy*.
- Paz, M.** (2017). *Exoesqueleto: La revolución de la movilidad humana*. [MarcoPaz.mx](http://marcopaz.mx)
- Siegle, J.** (2015). Neural ensemble communities: open source approaches to hardware for large-scale electrophysiology. *Current Opinion in Neurobiology*.
- Tecnomag.** (2014). El primer exoesqueleto robótico aprobado comercialmente. *TecnoMagazine*.
- Vazquez, C.** (2012). *Neurorrehabilitacion*. PANAMAERICANA.

Consejo Editorial

Director

Víctor Gisbert Soler

Editores adjuntos

María J. Vilaplana Aparicio

Inés Poveda Pastor

Vicente Sánchis Rico

Editores asociados

David Juárez Varón

F. Javier Cárcel Carrasco

Comité Científico Técnico

Área textil	Prof. Dr. Josep Valldeperas Morell <i>Universidad Politécnica de Cataluña, España</i>
Área financiera	Prof. Dr. Juan Ángel Lafuente Luengo <i>Universidad Jaume I; Castellón de la Plana, España</i>
Organización de empresas y RRHH	Prof. Dr. Francisco Llopis Vañó <i>Universidad de Alicante, España</i>
Estadística; investigación operativa	Prof. Dra. Elena Pérez Bernabéu <i>Universidad Politécnica de Valencia, España</i>
Derecho	Prof. Dra. María del Carmen Pastor Sempere <i>Universidad de Alicante, España</i>
Ingeniería y tecnología	Prof. Dr. David Juárez Varón <i>Universidad Politécnica de Valencia, España</i>
Tec. de la información y la comunicación	Prof. Dr. Manuel Llorca Alcón <i>Universidad Politécnica de Valencia, España</i>
Medicina y salud	Dra. Mar Arlandis Domingo <i>Hospital de San Juan de Alicante, España</i>

