

Universidad Pública de El Alto

**CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN**



REVISTA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA N° 1-2021

Revista Boliviana de Ciencia e Ingeniería de Sistemas





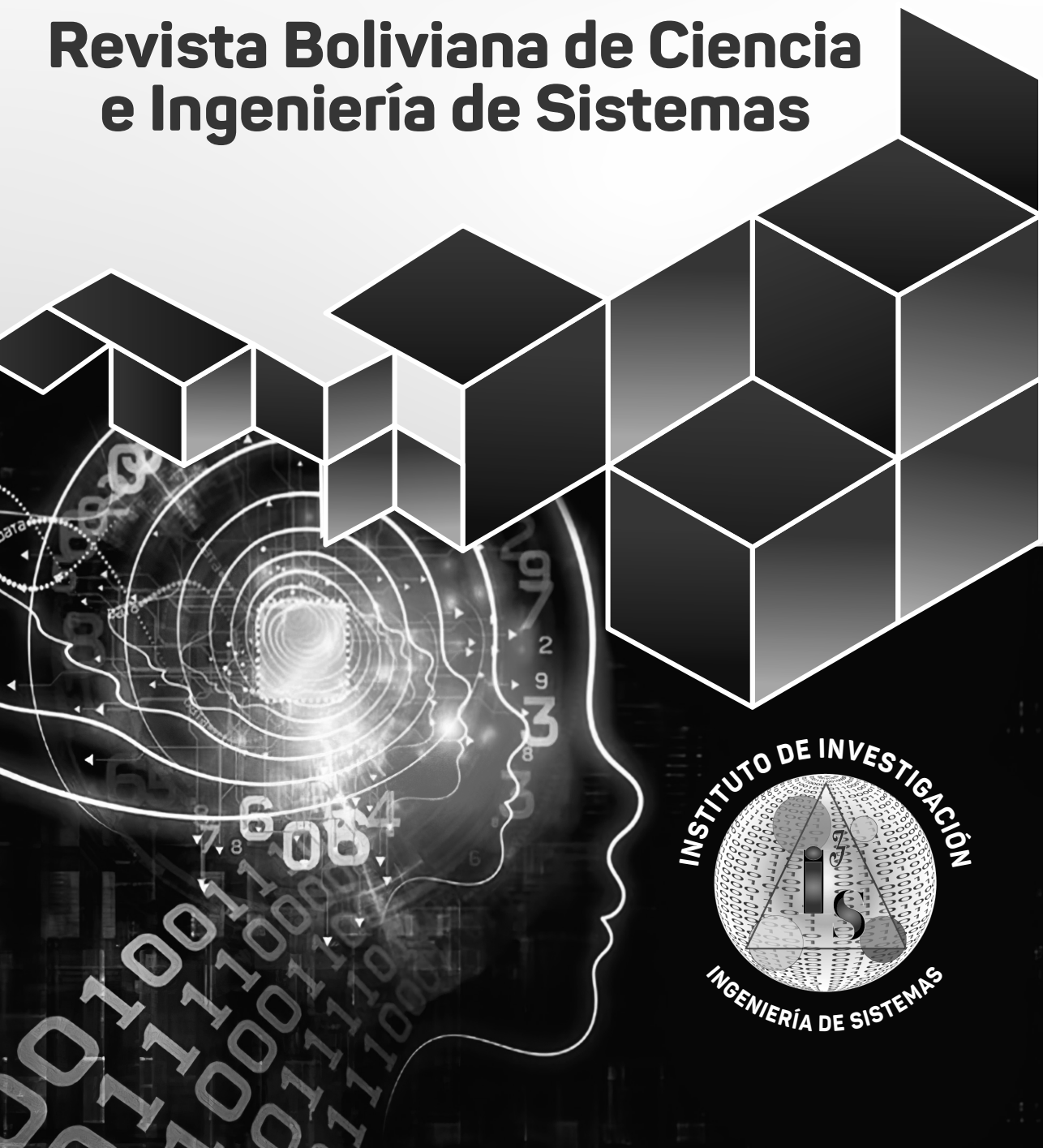
Universidad Pública de El Alto

**CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN**



REVISTA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA N° 1-2021

Revista Boliviana de Ciencia e Ingeniería de Sistemas



UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

Dr. Carlos Condori Titirico
RECTOR

Dr. Efraín Chambi Vargas
VICERRECTOR

Dr. Antonio S. López Andrade Ph. D.
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Ing. David Carlos Mamani Quispe
DIRECTOR DE CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Univ. Nayra Leslie Paco Villan
CENTRO DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Ing. Yolanda Escobar Mancilla
COORDINADORA INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
INGENIERÍA DE SISTEMAS

COMITÉ REVISOR:
M.Sc. Reynaldo Javier Zeballos Daza
M. Sc. Zara Yujra Cama
Dr.C. José Salomón Núñez Durán

COLABORACIÓN:
Dr. Leonardo Apaza Pillco

NÚMERO DEPÓSITO LEGAL: 4 – 1 – 387 – 2021 P.O.

DISEÑO, DIAGRAMACIÓN E IMPRESIÓN

Creaciones PROGRAFIC
CEL.: 67066679 – 742 74777

La información presentada como ARTICULO CIENTÍFICO en la presente edición es de entera responsabilidad de cada uno de los autores.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL POR CUALQUIER MEDIO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES



Presentación

Una de las principales funciones de la Universidad es la investigación, su eje central se fundamenta en la creación y transferencia de conocimiento con la finalidad de responder a las necesidades de la sociedad y por cierto de la comunidad universitaria. La tarea de un investigador se traduce en reflexionar sobre los múltiples escenarios donde todo cambia a ritmo vertiginoso, y establecer vías de comunicación con el mundo laboral, organizacional y público que logre transferir este conocimiento.

Sin embargo, investigar en nuestra Universidad, es un desafío cotidiano, asumimos la responsabilidad de las condiciones reales en que vivimos y no renunciamos a producir un conocimiento nuevo a través del campo científico generando y produciendo de esta manera resultados que involucren una solución a un problema dado de la sociedad.

La Dirección de Investigación, Ciencia y Tecnología se complace en presentar el volumen N°1 de la "REVISTA BOLIVIANA DE CIENCIA E INGENIERÍA DE SISTEMAS" del Instituto de Investigación Ingeniería de Sistemas, esta publicación refleja el resultado del trabajo de contribuir en temas simulación y modelaje, programación, sistemas de sistemas, sistemas dinámicos, no lineales y caóticos, complejidad, inteligencia artificial, técnicas de visión por computadora y por último en las menciones de gestión y producción e informática y comunicaciones con las que colabora el típico profesionalista de la ingeniería de sistemas.

Finalmente expresamos nuestro profundo agradecimiento a los autores que desde las distintas disciplinas contribuyen y enriquecen los contenidos de los distintos números de la revista.

Dr. Antonio S. López Andrade Ph. D.
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA
UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

Editorial

Con el pasar del tiempo, uno de los objetivos más importantes de cada unidad académica de formación superior es incorporar los resultados de sus investigadores a una revista local. Aunque existe una pelea muy dura por publicar los trabajos en revistas internacionales, no se debe descuidar el desarrollo local también, pues de esta forma se da el inicio para que los futuros investigadores puedan dar sus primeros pasos. De esta manera, mediante resoluciones universitarias por conducto regular en junio de 2021 nace la Revista Boliviana de Ciencia e Ingeniería de Sistemas, la cual tiene por objetivo abarcar diferentes áreas afines. De esta forma, esperamos fomentar, mostrar e incrementar el conocimiento en la ciencia de sistemas en general. Finalmente, esta revista es abierta para cualquier profesional en el área o afín que desee mostrar sus resultados en nuestra joven revista.

Agradecidos con los investigadores que han apostado por publicar los resultados de sus estudios en la RBCIS, hacemos una invitación cordial a la comunidad académica y científica en general, a revisar y citar los artículos publicados para contribuir a la visibilidad y factor de impacto de la revista, así como a la producción de conocimiento científico sustentado en fuentes de información confiable.

El comité editorial RBCIS

CONTENIDO

Presentación	iii
SOLUCIÓN ANALÍTICA DEL MODELO SIRD Y PRONÓSTICOS PARA LA CIUDAD DE EL ALTO.....	1
ANALYTICAL SOLUTION OF THE SIRD MODEL AND FORECASTS FOR THE CITY OF EL ALTO	
Leonardo Apaza Pillco, David Carlos Mamani Quispe	
ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR EN EL D-4 DE LA CIUDAD DE EL ALTO.....	9
STUDY OF VEHICULAR TRAFFIC ON THE D-4 OF THE CITY OF EL ALTO	
Leonardo Apaza Pillco	
SISTEMA DE CONTROL DE DIRECCIÓN POR RECONOCIMIENTO DE VOZ BASADO EN REDES NEURONALES	17
NEURAL NETWORK BASED SPEECH RECOGNITION STEERING CONTROL SYSTEM	
Ruth Milian Huampo Choque, Yolanda Escobar Mancilla, Margarita Lopez Mariaca, Fredy Alanoca Coareti	
DIFICULTAD EN REDACCIÓN Y LECTURA DE MONOGRAFÍAS, ARTÍCULOS Y TESIS EN UNIVERSITARIOS DEL CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS	25
DIFFICULTY IN WRITING AND READING MONOGRAPHS, ARTICLES AND THESES IN UNIVERSITY STUDENTS OF THE SYSTEMS ENGINEERING CAREER	
William Roque Roque , Ivana Vanessa Lazarte Pinto	
PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE UN MODELO DE EVALUACIÓN DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN ENTORNOS E-LEARNING PARA UNIDADES EDUCATIVAS Y LA UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO.....	31
TECHNOLOGICAL PLATFORM OF A TEACHING-LEARNING EVALUATION MODEL IN E-LEARNING ENVIRONMENTS FOR EDUCATIONAL UNITS AND THE PUBLIC UNIVERSITY OF EL ALTO	
Yolanda Escobar Mancilla, Fredy Alanoca Coareti	
SIMULADOR OBD-II 1.0	39
OBD-II SIMULATOR 1.0	
Grover Wilson Quisbert Ibañez, Pamela Paola Mamani Vallejos, Ricardo Pilcomayo Quenallata	
GENETIC DRAWING, APLICACIÓN DE ALGORITMOS GENÉTICOS EN JAVA.....	45
GENETIC DRAWING, APPLICATION OF GENETIC ALGORITHMS IN JAVA	
Grover Wilson Quisbert Ibañez	
MODELO DE APRENDIZAJE COLABORATIVO Y SOFTWARE LIBRE ...	53
COLLABORATIVE LEARNING MODEL AND FREE SOFTWARE	
Reynaldo Javier Zeballos Daza	

SOLUCIÓN ANALÍTICA DEL MODELO SIRD Y PRONÓSTICOS PARA LA CIUDAD DE EL ALTO

ANALYTICAL SOLUTION OF THE SIRD MODEL AND FORECASTS FOR THE CITY OF EL ALTO

Leonardo Apaza¹, David Mamani²

¹ Cientista en Física, Docente de la Carrera Ingeniería de Sistemas

² Director de Carrera Ingeniería de Sistemas
Universidad Pública de El Alto

Resumen

En este trabajo se encontró la solución analítica al modelo SIRD usando el método homotópico. Una mejor aproximación es obtenida usando la aproximación de Padé. Las soluciones fueron ajustadas a datos de la ciudad de El Alto. Los parámetros del modelo SIRD encontrados fueron usados para determinar número reproductivo, el cual mostró una disminución importante lo cual indica el posible fin de la primera ola de la pandemia en la ciudad de El Alto.

Palabras Clave

Modelo SIRD, homotopía, número reproductivo, pandemia.

Abstract

In this work, we found the analytical solution for the SIRD model using the homotopy analysis method. A better approximation was obtained using Padé approximants. The solution was expressed as a time series and this solution was fitted for El Alto city. The SIRD's parameters were found to determine the reproductive number and it shows an important decrement. Therefore, it could be the end of the first pandemic wave in El Alto city.

Keywords

SIRD model, homotopy, reproductive number, pandemic.

► 1. Introducción

Desde el año 2019, el mundo ha sufrido una pandemia por la Covid, la cual ha provocado diferentes efectos [1]. La mayoría de estos efectos han sido negativos. El 10 de marzo de 2020 los dos primeros casos son detectados en los departamentos de Oruro y Santa Cruz [2], respectivamente, y desde entonces hasta la presentación de este trabajo, la enfermedad no ha sido erradicada de Bolivia. De interés particular se encuentra

la ciudad de El Alto, la cual colinda con la ciudad de La Paz en Bolivia. Dicho interés radica en que el número de infectados ha sufrido una disminución notable, pese a que las restricciones dispuestas por la alcaldía, gobernación y el mismo gobierno [3], no se acatan. Por esta razón no es de esperarse un retroceso de la pandemia en la ciudad de El Alto, sin embargo, se evidenció una disminución en el índice de riesgo en el departamento de La Paz desde junio de 2020 hasta noviembre de 2020 [3].

Debido a la pandemia, se han escrito una cantidad muy grande artículos científicos relacionados [4]. Adicionalmente, diversos métodos se han propuesto para poder modelar la pandemia. El modelo base sobre el cual parten los modelos de pandemias se debe a Kermack and McKendrick [5]. Dicho modelo toma en cuenta el número de personas susceptibles, infectados y recuperados (SIR). El modelo SIR es un modelo causal y determinístico que corresponde a un sistema de ecuaciones diferenciales no lineal. Por otra parte, F. Jiang [6] abordó el problema mediante el uso de series temporales y estimó los casos confirmados acumulados por tramos para diferentes países. Dicho modelo usando un ajuste en dos etapas, ha mostrado una gran precisión para la predicción de muertes acumuladas en U.S. Por otra parte, un modelo causal fue construido por Ferrari et. al. [7]. Dicho modelo es llamado Susceptible-Infectado-Recuperado-Muerto (SIRD) y fue ajustado mediante mínimos cuadrados para diferentes provincias en Italia. Una característica importante en todos los trabajos es el número reproductivo, el cual muchas veces es comparado con otras pandemias tales como el SARS [8]. El número reproductivo es muy importante, pues indica la velocidad con la que una enfermedad se propaga [9].

En este trabajo se encontró la solución analítica al modelo SIRD usando el método homotópico. Las soluciones expresadas mediante una serie temporal fueron ajustadas a datos de la ciudad de El Alto. Se eligió el modelo SIRD debido a que dicho modelo contempla tres datos disponibles en Bolivia, siendo la población susceptible el único dato estimado. Además, mejora notable de la solución fue lograda utilizando la aproximación de Padé. Los parámetros del modelo SIRD encontrados fueron usados para determinar número reproductivo, el cual mostró una disminución importante lo cual indica el posible fin de la primera ola de la pandemia en la ciudad de El Alto.

2. Métodos y Materiales

2.1. Datos disponibles en Bolivia

Datos disponibles en Bolivia Los datos disponibles para la ciudad de El Alto - Bolivia, se encuentran en la página oficial del Servicio Departamental de Salud (SEDES) de La Paz [10]. Dichos datos corresponden a infectados, recuperados y muertos. Cabe mencionar que no se encontraban todos los datos, por lo que los datos faltantes fueron interpolados usando la media aritmética. Este procedimiento se justifica debido a que nunca se encontraron dos datos seguidos faltantes, y los datos faltantes eran pocos.

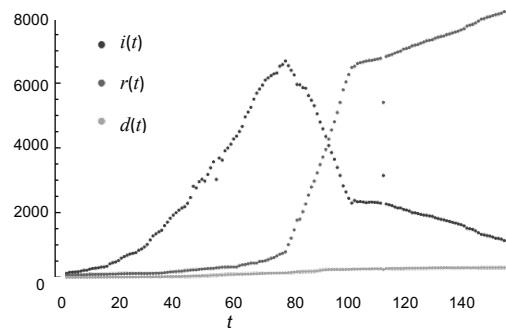


Figura 1. Cantidad de personas infectadas $i(t)$, recuperadas $r(t)$ y fallecidas $d(t)$ desde el 06-06-2020 al 05-11-2020 en la ciudad de El Alto. Los datos fueron recopilados del SEDES La Paz [10].

2.2 El modelo SIRD

Debido a la limitación de datos, se eligió el modelo SIRD [11] para el ajuste de datos experimentales. Tomando en cuenta las proporciones de cada población en un periodo de tiempo diario $t \rightarrow [0, 1]$, éstas se dividen como proporción de la población susceptible $S: t \rightarrow [0, 1]$, infectada $I: t \rightarrow [0, 1]$, recuperada $R: t \rightarrow [0, 1]$ y fallecida $D: t \rightarrow [0, 1]$, respectivamente. Dado que en el modelo estamos considerando proporciones, se tiene la restricción $S(t) + I(t) + R(t) + D(t) = 1$. Ahora, el modelo determinístico considerado es:

$$\frac{dS(t)}{dt} = -\beta S(t) I(r), \quad (1)$$

$$\frac{dI(t)}{dt} = \beta S(t) I(r) - \gamma I(t) - \delta I(t), \quad (2)$$

$$\frac{dR(t)}{dt} = \gamma I(r), \quad (3)$$

$$\frac{dD(t)}{dt} = \delta I(r), \quad (4)$$

El sistema de ecuaciones 1-4 es no lineal y tiene tres parámetros, los cuales son la tasa de transmisión β , la tasa de recuperación γ y la tasa de mortandad δ . Con estos tres parámetros del modelo SIRD, se pueden determinar otros parámetros, tales como el tiempo promedio entre contactos contagiosos efectivos $1/\beta$, el tiempo medio antes de la eliminación de la clase infecciosa $1/(\gamma + \delta)$ y el número reproductivo $R_0 = \beta/(\gamma + \delta)$, el cual es el más importante [9].

2.3 Solución al modelo SIRD

Revisando el sistema de ecuaciones 1-4, claramente las ecuaciones 1-2 están acopladas, por lo que se puede resolver dichas ecuaciones de manera separada. Para dicho propósito, se puede utilizar el método homotópico para resolver el sistema 1-2 [12]. Sin embargo, para optimizar la solución y extender el tiempo de solución, se aplica la aproximación de Padé [13]. Reordenando el sistema 1-2 de la forma $dx_i(t)/dt + f_i(x) = g_i(t)$, con $x = (x_1, x_2)$, $x_1(t) = S(t)$ y $x_2(t) = I(t)$, sujeta a las condiciones iniciales $x_i(0) = k_0$, para $i = \{1, 2\}$, se puede escribir el sistema de ecuaciones de la

$$L(x_i) + N_i(x) - g_i(t) = 0, \quad i = \{1, 2\}, \quad (5)$$

En la expresión de arriba se ha definido el operador lineal $L := d/dt$ y el operador no lineal $N_i(x) := f_i(x)$. De acuerdo a la metodología [14], se construye la homotopía $V(x, t, p) : \Omega \times [0, T] \times [0, 1] \rightarrow \mathbb{R}$, tal que satisface

$$H_i(V, p) = (1-p)(L(u_i) - L(x_{0i})) + p[L(u_i) + N_i(u) - g_i(t)], \quad (6)$$

con $i = \{1, 2\}$. Adicionalmente, $p \in [0, 1]$ es un parámetro que cambia la ecuación 6. Si $p = 0$, se obtiene que la aproximación inicial $u_i : [0, T] \mathbb{R}$, $i = \{1, 2\}$ satisfacen las condiciones iniciales $x_{0i} := x_i(0)$. Si $p = 1$, entonces se recupera el sistema original para las variables u_i . Para cada variable u_i se propone la siguiente solución

$$u_i(t) = \sum_{j=0}^{\infty} u_{i,j}(t) p^j, \quad i = \{1, 2\}, \quad (7)$$

Sustituyendo la expresión 7 en 6 e igualando para potencias de p , se obtienen varios sistemas de ecuaciones lineales de la siguiente forma

$$L(u_{i,j}) + L(x_{0i}) + N_i(u_{i,0}, \dots) - g_i(t) = 0, \quad u_{i,j}(0) = 0. \quad (8)$$

La solución se determina para $p \rightarrow 1$ de la ecuación 7

$$x_i(t) = \lim_{p \rightarrow 1} u_i(t) = \lim_{p \rightarrow 1} \sum_{j=0}^{\infty} u_{i,j}(t) p^j \quad (9)$$

Definiendo la constante $\kappa = \gamma + \delta$ en el sistema 1-2 y aplicando el método homotópico se obtienen las siguientes series.

$$S(t) = S_0 - S_0 I_0 \beta t + \frac{t^2}{2} S_0 I_0 \beta (\beta (I_0 - S_0) + \kappa) - \frac{t^3}{6} S_0 I_0 \beta [(S_0^2 - 4S_0 I_0 + I_0^2) \beta^2 + (-2S_0 + 3I_0) \beta \kappa + \kappa^2] + O(t^4), \quad (10)$$

$$I(t) = I_0 + t I_0 (S_0 \beta - \kappa) + \frac{t^2}{2} I_0 [S_0 (S_0 - I_0) \beta^2 - 2S_0 \beta \kappa + \kappa^2] + \frac{t^3}{6} I_0 [S_0 (S_0^2 - 4S_0 I_0 + I_0^2) \beta^3 + S_0 (-3S_0 + 4I_0) \beta^2 \kappa + 3S_0 \beta \kappa^2 - \kappa^3] + O(t^4). \quad (11)$$

Por otra parte, dado que $I(t)$ es una función conocida dependiente del tiempo, entonces la determinación de $R(t)$ y $D(t)$ se realiza por el método de variables separadas de las ecuaciones 3-4. En ambos casos se requiere de la siguiente expresión

$$\int_0^t dt' I(t') = I_0 t + \frac{t^2}{2} I_0 (S_0 \beta - k) + \frac{t^3}{6} I_0 [S_0 (S_0 - I_0) \beta^2 - 2 S_0 \beta k + k^2] + \frac{t^4}{24} I_0 [S_0 (S_0^2 - 4 S_0 I_0 + I_0^2) \beta^3 + S_0 (-3 S_0 + 4 I_0) \beta^2 k + 3 S_0 \beta k^2 - k^3] + O(t^4). \quad (12)$$

Ahora las soluciones para 3-4 son

$$R(t) = R_0 + \gamma \int_0^t dt' I(t'). \quad (13)$$

$$D(t) = D_0 + \sigma \int_0^t dt' I(t'). \quad (14)$$

2.4 La aproximación de Pade

Dado que las soluciones son series las cuales deben cortarse para algún orden, es claro que no se puede obtener la solución completa. Para mejorar la solución se usó la aproximación de Padé (AP). Sean $P_L(t) = \sum_{i=0}^L p_i t^i$ y $Q_M(t) = \sum_{i=0}^M q_i t^i$ el numerador y el denominador de la AP ($R_{L/M}$), respectivamente, tal que $f(t) - P_L/Q_M = 0$, con $Q_M(0) = 1$. La función $f(t)$ es la solución real (la cual puede ser $S(t), I(t), R(t)$ o $D(t)$) la cual es igual que al coeficiente P_L/Q_M . Los parámetros L y M son los órdenes del numerador y el denominador de la AP. Si ahora la función aproximada es $F(t) = \sum_{i=0}^r a_i t^i$, entonces la AP queda restringida mediante la expresión $L + M = r$.

Siguiendo los pasos seguidos en [13] para $r = 9, L = 4$ y $M = 5$ se obtuvo la Fig. 2. Las líneas sólidas representan los resultados numéricos para el modelo SIRD, mientras que las líneas punteadas son los resultados usando la aproximación de Padé. Para la variable $I(t)$ se obtiene una mejor aproximación a tiempos largos, mientras que para $S(t)$ la aproximación diverge para $t > 19$. Dado que se la serie temporal para $I(t)$ se aproxima mejor a la solución real, es posible usarla para mejorar la solución $S(t)$. Sea $I(t)$ la solución aproximada 11 (la cual puede fácilmente llevarse a órdenes de aproximación altos). Dado que es una serie temporal es fácilmente integrable, por lo que $S(t)$ usando la ecuación 1 se obtiene

$$S(t) = S(0) e^{-\beta \int_0^t dt' I(t')} \quad (15)$$

La solución 15 corresponde a una mejor aproximación que usando la ecuación 10, pero es menos precisa que usando la aproximación de Padé. Finalmente, la aproximación de Padé es una mejor aproximación a tiempos cortos, lo cual es bueno tomando en cuenta que el número reproductivo depende del tiempo.

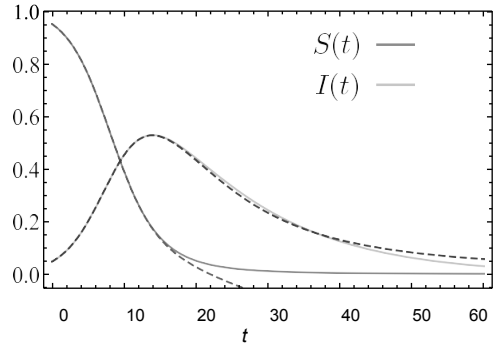


Figura 2. La solución numérica se encuentra representada por las líneas sólidas para el modelo SIRD, mientras que las líneas punteadas son los resultados usando la aproximación de Padé.

3. Resultados

3.1 Estimación de parámetros

Para poder determinar las constantes β , γ y δ , es necesario realizar un ajuste no lineal a la solución completa. Para el ajuste de los datos, se tomó una población $N=5 \times 10^4$ habitantes susceptibles, entonces los datos mostrados en la Fig. 1 pueden normalizarse haciendo $I(t) = i(t) / N, R(t) = r(t) / N$ y $D(t) = d(t) / N$. El valor de la población susceptible en el tiempo puede determinarse de la condición de las proporciones, entonces $S(t) = s(t) / N$, con $s(t) = 1 - i(t) - r(t) - d(t)$.

Realizando un ajuste no lineal minimizando el error cuadrático medio al sistema de ecuaciones 10, 11, 13 y 14, se obtiene los siguientes valores estimados junto a sus desviaciones estándar

$$\beta = 0,00770278, \quad \sigma_\beta = 0,580885 \quad (16)$$

$$\gamma = 0,0323135, \quad \sigma_\gamma = 0,233577 \quad (17)$$

$$\delta = 0,000157432, \quad \sigma_\delta = 0,233577 \quad (18)$$

En la figura 3 se muestran los datos experimentales (puntos) desde el 23-11-2020 al 05-12-2020 para la ciudad de El Alto, junto a el modelo ajustado (ecuaciones 11, 12, 14 y 16). Las líneas sólidas corresponden al ajuste no lineal. La región se ha dividido en dos partes, la primera en la que los valores ajustados 16-18 muestran un buen ajuste (región I), mientras que hay un cambio de parámetros en la región II.

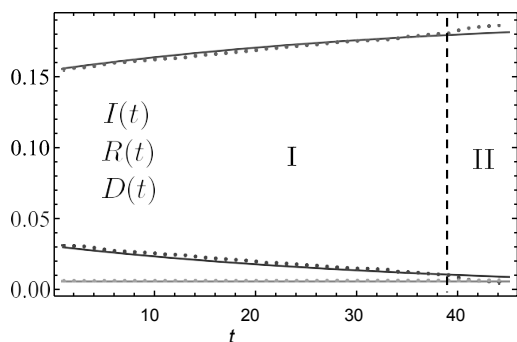


Figura 3. Los puntos corresponden a los datos experimentales desde el 23-11-2020 al 05-12-2020. Las líneas sólidas corresponden al ajuste no lineal. La región se ha dividido en dos partes, la primera en la que los valores ajustados 16-18 muestran un buen ajuste (región I), mientras que hay un cambio de parámetros en la región II.

La figura 4 muestra la proporción de infectados en la ciudad de El Alto. Los puntos son datos experimentales, mientras que la línea sólida azul es el valor medio usando los parámetros 16-18. Las líneas sólidas naranjas son los intervalos de predicción. En esta figura se puede apreciar de mejor manera el cambio en los parámetros.

3.2. El número productivo

Uno de los parámetros más importantes del modelo SIRD es el número reproductivo R_0 [15]. Dicho parámetro está dado por la siguiente expresión

$$R_0 = \frac{\delta}{\gamma + \delta} \quad (19)$$

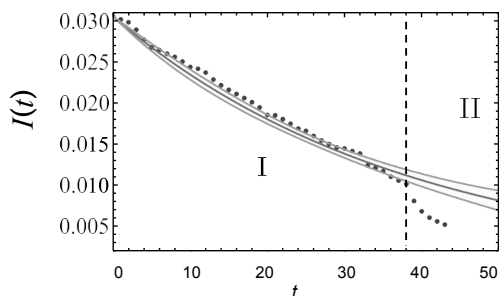


Figura 4. muestra la proporción de infectados en la ciudad de El Alto. Los puntos son datos experimentales, mientras que la línea sólida azul es el valor medio usando los parámetros 16-18. Las líneas sólidas naranjas son los intervalos de predicción.

Debido a que existe un factor estocástico en el sistema en estudio, es natural ver diferentes valores de R_0 en el tiempo, tal como el estudiado en la figura 4. Es por esto que en diferentes momentos en el 2020, la ciudad de El Alto mostró diferentes R_0 . Para encontrar los valores de R_0 se realizaron varios ajustes no lineales usando las ecuaciones 10, 11, 12 y 13, lo cual produjo que los parámetros β , γ y δ ahora dependan del tiempo. Usando estos parámetros en la ecuación 19 se encontró R_0 como función del tiempo, el cual es graficado en la figura 5. Claramente se muestra una disminución del mismo, por lo que se espera que el número de infectados por día disminuya. Además, se aprecia que el número reproductivo muestra un comportamiento estable desde el dato 80 (24-08-2020), el cual es menor que 1 y tiende a 0. Este hecho es inusual porque en este trabajo se ha tomado una población de 5×10^4 habitantes, siendo actualmente la población superior a 106. La población tomada en cuenta está muy por debajo de la real, por lo que R_0 debería persistir en el transigente, hecho que no fue observado.

Otro hecho a tomarse en cuenta es que, aunque el número reproductivo muestre un descenso, esto podría no mantenerse así. Es interesante poder modelar el número reproductivo como una distribución Gaussiana. Esto podría hacerse porque al inicio de una pandemia R_0 partirá de cero hasta alcanzar un máximo, para luego caer hasta cero nuevamente en el fin de la pandemia.

3.3. Modelo con parámetros variables en el tiempo

Siguiendo el procedimiento de la sección anterior, se puede usar los parámetros β , γ y δ dependientes del tiempo. Resolviendo el modelo SIRD para este nuevo conjunto de parámetros dependientes del tiempo (usando).

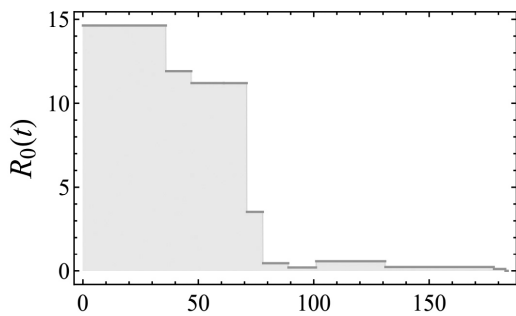


Figura 5. La figura muestra el número reproductivo como función del tiempo en El Alto. Claramente se muestra una disminución del mismo, por lo que se espera que el número de infectados por día disminuya. Los datos corresponden desde el 06-06-2020 al 05-12-2020.

Una función por partes, tal como muestra la figura 5) se obtiene la figura 6. En dicha figura muestra el modelo SIRD con parámetros β , γ y δ dependientes del tiempo. Las líneas sólidas representan el modelo estimado, mientras que los puntos corresponden a los datos experimentales.

Los resultados muestran una gran aproximación, especialmente para el pronóstico del número de muertos y el número de infectados.

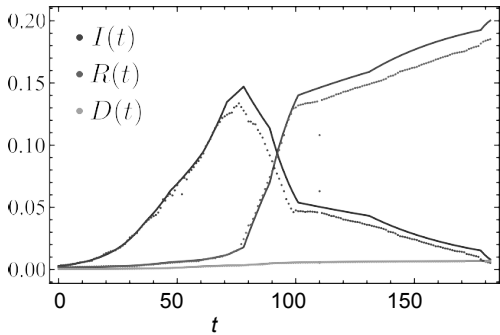


Figura 6. La figura muestra el modelo SIRD con parámetros β , γ y δ dependientes del tiempo. Las líneas sólidas representan el modelo estimado, mientras que los puntos corresponden a los datos experimentales. Los datos corresponden desde el 06-06-2020 al 05-12-2020.

4. Conclusiones

En el presente manuscrito se ha resuelto el modelo SIRD usando el método homotópico. Dicho método proporcionó una serie temporal la cual se ajustó mediante un modelo no lineal a datos de la ciudad de El Alto. Las tasas

de infección β , recuperación γ y muerte δ se encontraron también. Dichas tasas se utilizan en la sección 7 para calcular el número reproductivo. Los resultados hallados para diferentes tiempos muestran una disminución abrupta entre el 25-07-2020 al 24-08-2020, y de ahí en adelante el número reproductivo muestra un comportamiento estacionario, el cual puede interpretarse como un indicio para el fin de la primera ola de la pandemia en la ciudad de El Alto. Esta hipótesis es plausible debido a que actualmente la ciudad de El Alto alberga a más de un millón de habitantes y la cantidad usada está muy por debajo de este número.

Otra explicación para la disminución podría deberse a la gran cantidad de conflictos realizados en la ciudad de El Alto a la fecha que fue realizado este estudio [16], lo cual podría corresponder a contagios masivos no registrados y en consecuencia los datos mostrados por el SEDES serían tan sólo una muestra y no datos poblacionales. Probablemente esta sea la causa de la disminución abrupta y el comportamiento estable del número reproductivo. Adicionalmente, no se descarta que una nueva cepa del virus [17] haya ingresado a Bolivia por lo que el número reproductivo podría elevarse nuevamente. Para confirmar esta hipótesis, es necesario seguir estudiando el número reproductivo hasta el fin de la pandemia.

5. Bibliografía

- [1] T. P. Velavan and C. G. Meyer, "The covid-19 epidemic," Tropical medicine & international health, vol. 25, no. 3, p. 278, 2020.
- [2] VVAA, "Pandemia de covid en bolivia," 2020. [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19_en_Bolivia#cite_note-1
- [3] —, "Cuarentena en bolivia de 2020," 2020. [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Cuarentena_en_Bolivia_de_2020
- [4] J. A. T. da Silva, P. Tsigaris, and M. Erfanmanesh, "Publishing volumes in major

databases related to covid-19," *Scientometrics*, pp. 1-12, 2020.

[5] W. O. Kermack and A. G. McKendrick, "A contribution to the mathematical theory of epidemics," *Proceedings of the royal society of london. Series A, Containing papers of a mathematical and physical character*, vol. 115, no. 772, pp. 700-721, 1927.

[6] F. Jiang, Z. Zhao, and X. Shao, "Time series analysis of covid-19 infection curve: A change-point perspective," *Journal of econometrics*, 2020.

[7] L. Ferrari, G. Gerardi, G. Manzi, A. Micheletti, F. Nicolussi, and S. Salini, "Modelling provincial covid-19 epidemic data in italy using an adjusted time-dependent sird model," *arXiv preprint arXiv:2005.12170*, 2020.

[8] Y. Liu, A. A. Gayle, A. Wilder-Smith, and J. Rocklöv, "The reproductive number of covid-19 is higher compared to sars coronavirus," *Journal of travel medicine*, 2020.

[9] B. Ridenhour, J. M. Kowalik, and D. K. Shay, "El número reproductivo básico (R_0): consideraciones para su aplicación en la salud pública," *American Journal of Public Health*, vol. 108, no. 56, pp. S455-S465, 2018.

[10] S. departamental de salud La Paz, "Reportes covid-19," 2020. [Online]. Available: https://www.sedeslapaz.gob.bo/reportes_covid19

[11] V. Capasso, *Mathematical structures of epidemic systems*. Springer Science & Business Media, 2008, vol. 97.

[12] Y. M. Rangkuti, S. Side, and M. S. M. Noorani, "Numerical analytic solution of sir model of dengue fever disease in south sulawesi using homotopy perturbation method and variational iteration method," *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences*, vol. 46, no. 1, pp. 91-105, 2014.

[13] L. Apaza and M. Sandoval, "Homotopy analysis and padé approximants applied to active brownian motion," *Physical Review E*, vol. 101, no. 3, p. 032103, 2020.

[14] S. Liao, *Beyond perturbation: introduction to the homotopy analysis method*. CRC press, 2003.

[15] M. Al-Raei, "The basic reproduction number of the new coronavirus pandemic with mortality for india, the syrian arab republic, the united states, yemen, china, france, nigeria and russia with different rate of cases," *Clinical epidemiology and global health*, 2020.

[16] Infobae, "Bolivia busca zanjar su crisis política en plena pandemia," 2020. [Online]. Available: <https://www.infobae.com/america/agencias/2020/07/02/bolivia-busca-zanjar-su-crisis-politica-en-plena-pandemia/>

[17] K. Leung, M. H. Shum, G. M. Leung, T. T. Lam, and J. T. Wu, "Early empirical assessment of the n501y mutant strains of sars-cov-2 in the united kingdom, october to november 2020," *medRxiv*, 2020.

6. Apéndice

El método de análisis de homotopía, para resolver el sistema de ecuaciones 1-2, se plantea primero el siguiente sistema equivalente de ecuaciones dinámicas.

$$\frac{du(t)}{dt} + \beta u(t) v(t) = 0 \Rightarrow L[u(t)] + N_1[u(t), v(t)] = 0, \quad (20)$$

$$\frac{dv(t)}{dt} - \beta u(t) v(t) + kv(t) = 0 \Rightarrow L[u(t)] + N_2[u(t), v(t)] = 0 \quad (21)$$

Se ha definido $u1 := u$ y $u2 := v$ para estar en concordancia con la notación adoptada en la sección 4. Además, se ha definido el operador lineal $L := d/dt$ y las funciones no lineales $N_1 := \beta u(t) v(t)$ y $N_2 := \beta u(t) v(t) + kv(t)$. (22) Las soluciones correspondientes para u y v están dadas por los siguientes desarrollos en serie

$$(1-p)[L(u) - L(S_0)] + p[L(u) + N_1(u, v)] = 0, \quad (23)$$

$$(1-p)[L(v) - L(I_0)] + p[L(v) + N_2(u, v)] = 0, \quad (24)$$

Reemplazando 22 en las ecuaciones 23-24 y separando términos semejantes de acuerdo p conduce a:

$p=0$:

$$\frac{du_0(t)}{dt} = 0, u_0(0) = S_0 \Rightarrow u_0(t) = S_0 \quad (25)$$

$$\frac{dv_0(t)}{dt} = 0, v_0(0) = I_0 \Rightarrow v_0(t) = I_0 \quad (26)$$

$p=1$:

$$\frac{du_1(t)}{dt} + \beta u_0(t)v_0(t) = 0, u_1(0) = 0 \quad (27)$$

$$\Rightarrow u_1(t) = -\beta S_0 I_0 t \quad (28)$$

$$\frac{dv_1(t)}{dt} - \beta u_0(t)v_0(t) + kv_0(t) = 0, v_1(0) = 0, \quad (29)$$

$$\Rightarrow v_1(t) = \beta S_0 I_0 t - k I_0 t, \quad (30)$$

De esta manera de forma recursiva se van calculando los coeficientes para luego usarlos en 22 y hacer que $p \rightarrow 1$

ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR EN EL D-4 DE LA CIUDAD DE EL ALTO

STUDY OF VEHICULAR TRAFFIC ON THE D-4 OF THE CITY OF EL ALTO

Leonardo Apaza¹

¹ Cientista en Física, Docente de la Carrera Ingeniería de Sistemas
Universidad Pública de El Alto | Universidad Pública de El Alto - Carrera de Ingeniería de Sistemas

Resumen

En este trabajo se estudió mediante la técnica de visión por computadora y geometría proyectiva el tráfico vehicular de la Avenida Juan Pablo Segundo, desde la intersección con la calle Adolfo Borda, hasta la intersección con la calle Sucre B. Además, se construyó experimentalmente el diagrama fundamental de tráfico vehicular. Por otra parte, un modelo fue construido basado en autómatas celulares para poder simular el tráfico vehicular, para esto, se extiende a varios carriles del algoritmo de Nagel. Se encontró puntos localizados de congestión vehicular alrededor de los semáforos. Una discrepancia entre los tiempos de espera en cada semáforo muestra que los conductores de transporte público originan estas congestiones locales en lugar de la sincronización de las señales de tránsito. Finalmente, un modelo de teoría de juegos es propuesto para resolver el problema que genera la congestión vehicular. Los resultados muestran que los conductores eligen de forma subjetiva la solución que minimiza su utilidad, no así el equilibrio de Nash, lo que origina la congestión local.

Palabras Clave

Tráfico vehicular, visión por computadora, autómatas celulares, diagrama fundamental de tráfico.

Abstract

In this work, we studied vehicular traffic using the computer vision technique and projective geometry. The place in this study is Juan Pablo Segundo Avenue from the intersection with Adolfo Borda Street to the intersection with Sucre Street B. In addition, the fundamental vehicular traffic diagram was experimentally constructed. On the other hand, a model was built based on cellular automata to simulate vehicular traffic, for this, we extend to several lanes the Nagel algorithm. Localized points of traffic congestion were found around the traffic lights. A discrepancy between the waiting times at each traffic light shows that public transport drivers cause this local congestion instead of the synchronization of traffic signals. Finally, a game theory model is proposed to solve the problem caused by traffic congestion. The results show that drivers choose subjectively the solution that minimizes their utility, not the Nash equilibrium, which causes local congestion.

Keywords

Vehicle traffic, computer vision, cellular automata, fundamental traffic diagram.

1. Introducción

Los modelos de tráfico vehicular se iniciaron estudiando mediante el uso de dos parámetros importantes, estos son, la densidad y el flujo vehicular, tal como describe Greenshields [1], y desde entonces se han realizado diferentes tipos de variaciones. El siguiente modelo estudiado incorpora la analogía hidrodinámica para poder explicar el fenómeno de congestión vehicular. La idea consiste en incorporar una ecuación de conservación de flujo vehicular, la cual es análoga a la ley de conservación de flujo hidrodinámico. Dicho modelo fue desarrollado por Lighthill y Whitham [2]. Una revisión exhaustiva sobre las primeras variaciones y las soluciones al modelo de Lighthill y Whitham [2], fue desarrollada por Mazaré [3]. En esta revisión se realiza un estudio detallado sobre la solución numérica y analítica del modelo de Lighthill y Whitham [2]. Las variantes más exitosas han sido construidas en analogía con la mecánica de fluidos, y se debe a dos aspectos importantes, el primero se refiere a un fluido unidimensional y unidireccional, y el segundo aspecto es que existe una ley de conservación del flujo, es decir el número de vehículos que ingresa a una carretera, es el mismo que sale. Sin embargo, en dichos modelos no se consideraba el fenómeno de aceleración y desaceleración. Estas últimas variables físicas fueron introducidas por Heldbng [4], y fueron resueltas de forma numérica posteriormente [5]. En todos los modelos no se considera el estudio individual de cada vehículo, sino que se trabaja como si fueran un solo ente continuo, por lo que estos modelos suelen llamarse macroscópicos, y pueden producir buenos resultados en avenidas largas y con mucho tráfico vehicular [6]. Recientemente se ha introducido el concepto de modelos de tráfico microscópicos, los cuales a diferencia de los modelos macroscópicos se basan en la mecánica estadística y estudian a cada vehículo de forma individual para luego formar un conjunto estadístico [7]. Un aspecto importante de los modelos microscópicos es la posibilidad

de incorporar los semáforos y conexiones con otras calles, tal como detalla Nagatani [8]. Aunque los modelos microscópicos tienen la ventaja de incorporar un número mayor de variables, tal como se describió, computacionalmente son muy pesadas de simular. Para optimizar el rendimiento de procesamiento actual, Nagatani [9] usó autómatas celulares en lugar de automóviles. Los resultados han mostrado que se puede reordenar y sincronizar los semáforos, de tal manera que el flujo vehicular sea óptimo [10]. Por otra parte, la aplicación de inteligencia artificial para los semáforos fue desarrollada por Wiering [11].

Para el presente estudio se ha decidido estudiar el Distrito 4 (D-4) de la Ciudad de El Alto, esto debido a que posee un alto congestionamiento vehicular y no cuenta con un sistema que pueda tratar este problema. Aunque existen otros lugares con congestión similar, tales como La Ceja de El Alto y otras avenidas en la ciudad de La Paz [12], se ha decidido describir el fenómeno de congestión en el D-4. Este problema es bastante local y no se cuentan con fenómenos análogos en otras urbes a nivel mundial. Aunque la Secretaría Municipal de Movilidad Urbana Sostenible de la Alcaldía alteña (SMMUS) es el organismo encargado de realizar el estudio de tráfico vial [13], no se cuentan antecedentes de estudios cuantitativos sobre tráfico vehicular, por lo que el presente estudio es exploratorio.

Para poder determinar de forma experimental el trabajo, se estudió mediante la técnica de Visión por computadora y herramientas de geometría proyectiva el tráfico vehicular de la Avenida Juan Pablo Segundo, desde la intersección con la calle Adolfo Borda, hasta la intersección con la calle Sucre B. Además, se construyó de forma experimental el diagrama fundamental de tráfico vehicular. Un modelo también es construido basado en autómatas celulares usando una modificación para varios carriles del algoritmo de Nagel [14]. Entre los resultados más importantes hallados, se

muestra puntos localizados de congestión vehicular alrededor de los semáforos. Una discrepancia entre los tiempos de espera en cada semáforo muestra que los conductores de transporte público originan estas congestiones locales en lugar de la sincronización de las señales de tránsito. Finalmente, una solución basada en teoría de juegos [15] es propuesto para resolver el problema detectado que genera la congestión vehicular. Los resultados muestran que los conductores eligen de forma subjetiva la solución que minimiza su utilidad, no así el equilibrio de Nash, lo que origina la congestión local y contradice el modelo de juegos.

2. Métodos y Materiales

2.1 El modelo de tráfico vial

El modelo propuesto corresponde a un autómata celular con variante estocástica, el cual es llamado modelo de Nagel – Schreckenberg (Na-Sch). Discretizando el tiempo $t \in [0, T]$, se tiene que el intervalo temporal es $0, 1, \dots, T-1, T$. Suponiendo que el tiempo se encuentra en el estado $t = k$, entonces se define la velocidad y posición de cada automóvil en el estado k como v_k y x_k , respectivamente. El algoritmo de Na-Sch posee 4 reglas, las cuales son aceleración ($v_k = \min\{v_k+1, v_{\text{max}}\}$), frenado por la interacción con otros vehículos ($v_k = \min\{v_k, b\}$), frenado aleatorio con probabilidad p ($v_k = \max\{v_k-1, 0\}$), y movimiento ($x_{k+1} = x_k + v_k \Delta t$, donde $\Delta t = 1$). Si se quita la aceleración al sistema, entonces se reduce a la regla 184 de autómatas celulares [16].

Si el automóvil se encontraba en la posición x_k y ahora se encuentra en la posición x_{k+1} , entonces la velocidad en el sistema (donde $\Delta t = 1s$) es:

$$v_k = \frac{x_{k+1} - x_k}{\Delta t} = x_{k+1} - x_k \quad (1)$$

Por otra parte, la aceleración vendrá dada por:

$$a_k = \frac{x_{k+1} - 2x_k + x_{k-1}}{\Delta t^2} = x_{k+1} - 2x_k + x_{k-1} \quad (2)$$

Como el sistema en estudio posee varios carriles, es necesario ajustar el algoritmo de Na-Sch para que admita el cambio entre carriles. Si c es el número de carriles (son 5 carriles, pero sólo 4 son funcionales), el algoritmo de decisión propuesto comprende las siguientes reglas:

a) Regla 1: Si el carril i -ésimo se encuentra entre $2 < i < c-1$, entonces se toma los primeros 6 vecinos. Para que el cambio de carril sea válido, se cumple que $0 \leq v_k \leq 1$ y que tres carriles (a izquierda o derecha) deben estar libres. En caso de que ambos lados cumplan esta regla, se selecciona al azar con 50% de probabilidad.

b) Regla 2: Si el carril donde se encuentra el automóvil es 1 o c , entonces se sigue la regla 1, pero sólo tomando en cuenta al único carril donde puede cambiar el móvil.

Para el semáforo, se introduce en un bloqueo cada 60s. En esta etapa los coches no pueden circular. Finalmente se asignó de manera aleatoria a cada automóvil la probabilidad de dejar y recoger un pasajero de forma aleatoria. Si se produce este hecho, el conductor buscará el carril más cercano a la vereda, pero también podría dejar o recoger un pasajero en otros carriles.

2.2 Parámetros experimentales

Asumiendo que la longitud promedio de cada automóvil es de $5m$, y tomando en cuenta una distancia de separación de $2m$ ($1m$ por cada lado), podemos decir que hay $d = 7m$ entre cada automóvil. Es decir, cada celda tiene una longitud de $7m$. Entonces, como $L = dn$, donde n es el número de coches máximo que se puede introducir, se tiene que $n = L/d = 660m/7m \approx 94$ (valor medido usando Google Earth). Es decir, en un solo carril se pueden introducir hasta 94 automóviles. La densidad de automóviles se define como $\rho = \text{nautos}/Lm$. La densidad máxima entonces es de $\rho_{\text{max}} = 94/660 = 0,14 \text{ autos}/m$, por cada

carril. Por otra parte, la velocidad máxima permitida es de $70\text{km/h} = 19,4\text{m/s}$. Como cada celda posee una distancia de $d = 7\text{m}$, entonces traducido en unidades de cada celda, a velocidad máxima un automóvil en un segundo recorre $19/7 = 2,7 \approx 3\text{celdas}$. Aunque se introduce un error, dicho error hace de que ahora la velocidad sea de $3 \times 7 = 21\text{m/s} = 75,6\text{km/h}$. De esta manera se puede encontrar una conversión entre celdas por unidad de tiempo y la velocidad.

2.3 Determinación de la densidad y flujo

Si el punto real donde se encuentra punto rastrear del automóvil es P , entonces mediante una transformación este punto es mapeado por $f(P)$ hacia la cámara, en la cual ahora es representado por el punto Q . La transformación considerada en este estudio es [17]:

$$P = H_p Q = \begin{pmatrix} A & t \\ v^T & 1 \end{pmatrix} Q \quad (3)$$

La matriz de transformación H_p está compuesta de 3 transformaciones. La primera transformación corresponde a una rotación θ y una deformación por compresión en un ángulo φ . Estas dos deformaciones conforman la transformación afín $A = R(\theta)R(-\varphi)R(\varphi)$, donde R es la matriz de rotaciones levógira. El vector t de la ecuación 3 es una traslación del origen. Finalmente, el vector V es otra transformación que podría ser no lineal. Una vez transformada la geometría del sistema, es posible determinar la velocidad y el flujo de vehículos. La velocidad $v(t)$ se determina de la siguiente forma:

$$\langle v(t) \rangle = \frac{H_p x(t + \Delta t) - H_p x(t)}{\Delta t} \quad (4)$$

Finalmente, el flujo se calcula como $Q = \rho v$, por lo que el flujo estimado será:

$$Q(t) = \rho \frac{H_p x(t + \Delta t) - H_p x(t)}{\Delta t} \quad (5)$$

Como la longitud de la vía es constante, entonces sólo faltará estimar la cantidad de automóviles, para lo cual se utiliza también la visión por computadora. Para determinar la matriz de transformaciones H_p se calibró el sistema con un objeto en el plano cuyas dimensiones fueron de $5\text{m} \times 5\text{m}$. De esta forma todos los objetos estarán con su escala real.

2.4 Procesamiento de la imagen

La velocidad se estima de la geometría proyectada en la sección 4, y es fundamental para construir el gráfico flujo en función de la densidad. Este gráfico se llama diagrama fundamental [1]. Para este propósito, usando OpenCV en Python (para más detalles de programación consultar [18]), el centroide r se calcula como:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{n} \quad (6)$$

El área que encierra al automóvil está conformado por n 0 pixeles, y la posición en $2D$ de cada i -ésimo pixel está dado por el vector r_i . Como sólo se requiere estimar la velocidad, entonces ésta se puede calcular simplemente con la posición mínima al nivel del centroide. Entonces, la posición del vehículo será $x = r + d$. Es claro que el vector d debe ser un vector paralelo al eje vertical que estime la altura del centroide hasta el piso. Es en el piso (real) que sucede la dinámica y de la cual se estimó la velocidad. De esta forma $d = (0, -d)$. Una vez determinado x , es posible calcular la velocidad usando la ecuación 4. Los cuadros negros representan cada pixel en la imagen. La posición de cada pixel se puede interpretar como un vector, esto para poder realizar la manipulación algebraica más simple. El eje horizontal es tratado en la dirección (1,0), mientras que la dirección vertical corresponde a la dirección (0,1).

Para poder determinar flujo vehicular, es necesario conocer el número de automóviles que circulan, por esto es necesario introducir una línea de conteo. Como $r = (x, y)$, entonces para determinar

que el centro de masa ha atravesado la línea de conteo (que está determinado como $c = (0, c)$), se registra mediante el siguiente pseudocódigo:

a) $n = 0 \Rightarrow Si y \leq c$:

b) Verdad: $n = n + 1$

c) Imprimir n

En este caso sólo se cuenta la cantidad de automóviles que vienen en una dirección. Una vez determinado la cantidad de automóviles en un intervalo de tiempo dado, el flujo se calcula mediante la ecuación 5. Las filmaciones se realizaron usando una cámara de celular.

3. Resultados

3.1. Diagrama fundamental

La figura 1 muestra una comparación de diagramas fundamentales para validar el modelo. Los resultados de las figuras 1a) y 1c) fueron simulados usando la metodología propuesta en la sección 2. Por otra parte, para graficar las figuras 1b) y 1d) se usaron datos experimentales usando el procedimiento de las secciones 4 y 5. Por otra parte, las figuras 1a) y 1b) corresponden al carril que va en dirección de La Ceja hacia la Universidad Pública de El Alto, mientras que las figuras 1a) y 1b) se muestra el carril contrario.

Para comparar cualitativamente las sub figuras de la figura 1, Se ha introducido líneas negras segmentadas abiertas a un mismo ángulo. Esto indica que las figuras 1a) y 1b) (ruta desde La Ceja hacia la Universidad Pública de El Alto) son iguales cualitativamente. Aunque el sistema no llega a saturarse como para obstruir el flujo vehicular, esto no ocurre en las figuras 1c) y 1d) (ruta desde la Universidad Pública de El Alto hacia La Ceja). Existe un punto máximo determinado por la línea negra segmentada para comparar las figuras simulada y experimental.

Tiempo de espera por parte de los conductores

Adicionalmente se determinó el tiempo de espera de los conductores públicos para intentar llenar sus moviidades. Para esto se realizó la siguiente prueba de hipótesis para los valores promedio de tiempo de espera en cada semáforo:

- $t^*a = 30s$: Tiempo medio inferido trayectoria desde La Ceja hacia la UPEA.
- $t^*b = 34s$: Tiempo medio inferido trayectoria desde la UPEA hacia La Ceja.

Las hipótesis consideradas son:

- H_0 : Hipótesis nula. El tiempo de espera promedio es igual para ambas trayectorias.
- H_1 : Hipótesis alterna. El tiempo de espera promedio no es igual para ambas trayectorias.

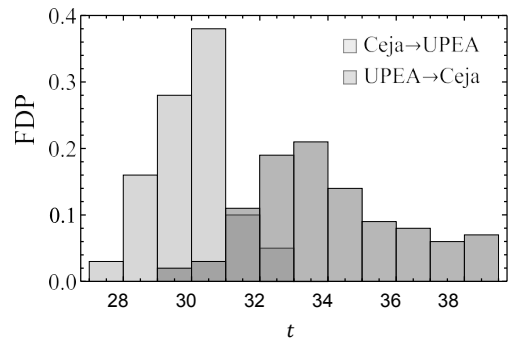


Figura 2. Densidad de probabilidad de los tiempos de espera de los vehículos en el semáforo.

Usando un nivel de confianza del 95 %, se obtuvo un valor de probabilidad exacta de Valor-P = 0.0, que es menor que 0.05, por lo que podemos concluir que ambas distribuciones de tiempo medio de espera en cada trayectoria son diferentes. Por tanto, aceptamos la hipótesis alterna, por lo que los tiempos de espera promedio entre cada movilidad son diferentes.

3.2 Modelo de decisiones

Dado que el problema detectado es justamente el tiempo de espera debido a cada conductor, se planteó un modelo que nos indique las decisiones a tomar para

mejorar el flujo vehicular. El problema se planteó de acuerdo a las opciones de cada conductor basado en teoría de juegos [15]. Consideremos a dos conductores que juegan el siguiente juego para maximizar su utilidad. Las decisiones son las siguientes:

- A_1 : Esperar en la parada hasta llenar el automóvil de pasajeros.
- A_2 : Esperar hasta tener la mitad de pasajeros y partir hacia el destino para recoger al resto.
- A_3 : No esperar y cumplir la ruta directamente para recoger los pasajeros.

Con estas decisiones, se puede construir una matriz de pago, la cual se basa en incrementar la utilidad de cada conductor de servicio público. Para establecer este hecho en este párrafo, de acuerdo con la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (2016), se debe mencionar que un automóvil encendido que espera pasajeros, puede incrementar en promedio un 15% el consumo de gasolina, lo cual va en desmedro del conductor. Un conductor que cumple su ruta con pocos pasajeros, disminuye su consumo de gasolina en un 3% por cada pasajero. Supongamos que un minibus que lleva 14 pasajeros decide esperar en cada punto para poder recoger pasajeros. Sumémosle la congestión al llegar a La Ceja. Probablemente el minibus vaya lleno (14 pasajeros), lo cual incrementa su consumo de combustible en un 42 %. En total más la congestión, el incremento de combustible será del 57 %. Finalmente, el rendimiento baja en un 1 % por cada un rendimiento disminuye en un 40 %. Con los datos expuestos anteriormente, y dado que no contamos con un modelo determinista debido a la gran cantidad de marcas y estado de cada automóvil, sumado los efectos psicológicos de cada conductor, es preferible asignarle valores de utilidad a cada acción realizada por cada conductor.

Si las estrategias son $\{A1,A2,A3\}$ para el conductor A, y $\{B1,B2,B3\}$ para el conductor B (siendo ambas iguales, pero con diferentes etiquetas), y el total a ganar

es 1 (sería ganar el 100 % que equivale al máximo de utilidad), entonces podemos establecer las siguientes reglas:

- a) Si ambos conductores deciden hacer lo mismo, se reparten la ganancia. Ambos ganan la mitad.
- b) Si un conductor decide esperar hasta llenar todos los pasajeros y el otro decide esperar hasta llenar la mitad de sus pasajeros y cumplir su ruta para recoger el resto, entonces ganará sólo un cuarto del total. El resto se lo lleva el otro conductor porque su estrategia mixta mejora su utilidad.
- c) Si un conductor decide esperar hasta llenar todos los pasajeros y el otro decide no esperar y cumplir su ruta, entonces ganará un sexto del total. El resto se lo lleva el otro conductor porque no espera, así que incurre en menores gastos y obtiene la mejor utilidad.

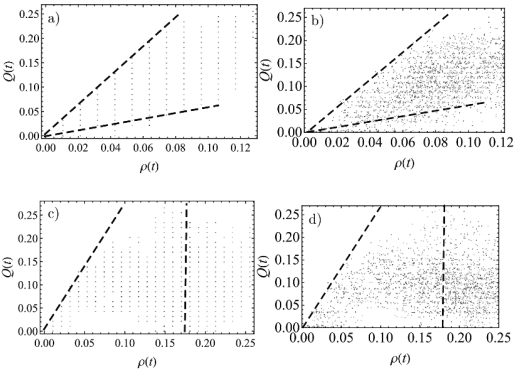


Figura 1. Comparación de diagramas fundamentales para validar el modelo. Los resultados de las figuras a) y c) fueron simulados usando la metodología propuesta en la sección 2. Por otra parte, para graficar las figuras b) y d) se usaron datos experimentales usando el procedimiento de las secciones 4 y 5.

Por tanto, la matriz de pago p propuesta es

$$p = \begin{pmatrix} (1/2, 1/2) & (1/4, 3/4) & (1/6, 5/6) \\ (3/4, 1/4) & (1/2, 1/2) & (1/3, 2/3) \\ (5/6, 1/6) & (2/3, 1/3) & (1/2, 1/2) \end{pmatrix} \quad (7)$$

Cada elemento de la matriz 7 posee un par de números que son los pagos (A_i, B_j), con $i, j = \{1, 2, 3\}$. Para poder tomar una decisión en base a la matriz de pago 7, dado que ambos conductores pueden observar lo que el otro hace para tomar su decisión, la respuesta usando el criterio de Nash [15] es la siguiente estrategia para el conductor A:

- a) Si el conductor B escoge la estrategia $B1$, entonces el conductor A debe escoger A_3 , porque es lo máximo que puede ganar.
- b) Si el conductor B escoge la estrategia $B2$, entonces el conductor A debe escoger A_3 , porque es lo máximo que puede ganar.
- c) Si el conductor B escoge la estrategia $B3$, entonces el conductor A debe escoger A_3 , porque es lo máximo que puede ganar.

Dado que la matriz de pago es simétrica, entonces el conductor B tendrá la misma solución que A . Por tanto, el equilibrio de Nash corresponde a la intersección entre las estrategias, lo cual produce una estrategia pura para ambos jugadores, la cual es (A_3, B_3) .

4. Conclusiones

El flujo y la densidad vehicular fueron determinados usando las ecuaciones de la sección 4. Los resultados se muestran en las figuras 1. En el anexo 1 se detallan los parámetros usados en las simulaciones. Los resultados muestran que los puntos de congestión se presentan en el semáforo de la Avenida Juan Pablo Segundo e intersección con la Avenida Sucre. De acuerdo con el análisis descrito en la sección 6 se encontró una congestión muy baja en la trayectoria de La Ceja hacia la UPEA, mientras que una inusual congestión fue determinada en la otra trayectoria. Realizando una comparación estadística en la sección 6, se encontró que la causa se debe a que los conductores esperan pasajeros, ocupando los 4 carriles

funcionales. Esta congestión local produce que una Avenida con un flujo muy bajo tenga congestión persistente, tal como muestra los diagramas fundamentales de las figuras 1b) y 1d).

En la sección 2 se desarrolló una modificación del algoritmo de Na-Sch, en el que se modificó el sistema de un solo carril a varios carriles. Se incrementaron también algoritmos para el cambio de carril y el ascenso y descenso de pasajeros. Por otra parte, en base a los parámetros estimados por la técnica de visión por computadora y ejecutando simulaciones, se logró encontrar los parámetros de simulación que necesita el sistema propuesto para poder emular la situación real. Dichos parámetros se muestran en el apéndice A. Aunque el sistema propuesto se basa en autómatas celulares, los resultados son bastante satisfactorios. Dichos resultados pueden apreciarse en la figura 1, en la cual se comparan resultados experimentales y simulados. Finalmente se ajustó el último parámetro, denominado tiempo de penalización, el cual corresponde al tiempo de espera del conductor hasta llenar su vehículo, esto se muestra en la figura 2 y dicho resultado sirvió para validar el modelo. Dado que el problema se debe no a la sincronización de las señales de tránsito, sino a los tiempos de espera de los conductores, el sistema de control no tiene relevancia alguna, por lo que no fue desarrollado en el estudio, tal como se realiza clásicamente.

Para terminar el estudio exploratorio, en la sección 7 se desarrolló un esquema basado en teoría de juegos que permita determinar la solución óptima para los conductores, dado el problema local de congestionamiento. La solución encontrada con el equilibrio de Nash, muestra una estrategia única o pura. Sin embargo, por lo estudiado en la sección 6, dicha solución no se verificó en la práctica.

En el presente trabajo atribuimos dicha discrepancia entre lo estratégico y lo real, a que los conductores no calculan sus ingresos, basándose de forma subjetiva

en el ingreso generado, sin incrementar los costos para determinar su utilidad. Finalmente, por lo mostrado en este trabajo se puede decir que la mejor forma de descongestionar es usando políticas fuertes que o concienticen o sancionen a dichos conductores que generan congestión.

5. Referencias

[1] BD Greenshields, JR Bibbins, WS Channing, and HH Miller. A study of traffic capacity. In Highway research board proceedings, volume 1935. National Research Council (USA), Highway Research Board, 1935.

[2] Michael James Lighthill and Gerald Beresford Whit- ham. On kinematic waves ii. a theory of traffic flow on long crowded roads. Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Phy- sical Sciences, 229(1178):317–345, 1955.

[3] Pierre-Emmanuel Mazaré, Ahmad H Dehwah, Christian G Claudel, and Alexandre M Bayen. Analytical and grid-free solutions to the lighthill– whitam–richards traffic flow model. Transportation Research Part B: Methodological, 45(10):1727–1748, 2011.

[4] Dirk Helbing. Improved fluid-dynamic model for vehicular traffic. Physical Review E, 51(4):3164, 1995.

[5] Dirk Helbing and Benno Tilch. Generalized for- ce model of traffic dynamics. Physical review E, 58(1):133, 1998.

[6] Siem Oppe. Macroscopic models for traffic and traffic safety. Accident Analysis & Prevention, 21(3):225–232, 1989.

[7] Debashish Chowdhury, Ludger Santen, and Andreas Schadschneider. Statistical physics of vehicular traffic and some related systems. Physics Reports, 329(4-6):199–329, 2000.

[8] Takashi Nagatani. Clustering and maximal flow in vehicular traffic through a sequence of traffic lights. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 377(2):651–660, 2007.

[9] Takashi Nagatani. Traffic states and fundamental diagram in cellular automaton

model of vehicular traffic controlled by signals. Physica A: StatisticalMechanics and its Applications, 388(8):1673–1681, 2009.

[10] Jorge Villalobos, Víctor Muñoz, José Rogan, Ro- berto Zarama, Juan Felipe Penagos, Benjamín To- ledo, and Juan Alejandro Valdivia. Modeling a bus through a sequence of traffic lights. Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science, 25(7):073117, 2015.

[11] Marco A Wiering. Multi-agent reinforcement lear- ning for traffic light control. In Machine Learning: Proceedings of the Seventeenth International Con- ference (ICML'2000), pages 1151–1158, 2000.

[12] Vania Calle Quispe. Experiencias y reflexiones en la investigación en el departamento de la paz-bolivia. tecYt, (4), 2018.

[13] GAMEA. Resolución administrativa munici- pal de secretaría nº 005/2018 y nº 006/2018. <http://www.elalto.gob.bo/>, 2018. Accedido 26-11- 2020.

[14] Kai Nagel and Michael Schreckenberg. A cellular automaton model for freeway traffic. Journal de physique I, 2(12):2221–2229, 1992.

[15] John F Nash et al. Equilibrium points in n-person games. Proceedings of the national academy of sciences, 36(1):48–49, 1950.

[16] Stephen Wolfram and M Gad-el Hak. A new kind of science. Appl. Mech. Rev., 56(2):B18–B19, 2003.

[17] Richard Hartley and Andrew Zisserman. Multi- ple view geometry in computer vision. Cambridge university press, 2003.

[18] Joseph Howse. OpenCV computer vision with pyt- hon. Packt Publishing Ltd, 2013.

SISTEMA DE CONTROL DE DIRECCIÓN POR RECONOCIMIENTO DE VOZ BASADO EN REDES NEURONALES

NEURAL NETWORK BASED SPEECH RECOGNITION STEERING CONTROL SYSTEM

Ruth M. Huampo^{1*}, Yolanda Escobar², Margarita Lopez³, Fredy Alanoca⁴

1 Licenciada en Ingeniería de Sistemas

2 Coordinadora del Instituto de Investigación Ingeniería de Sistemas

3 Docente de la carrera Ingeniería de Sistemas

4 Docente de la carrera Investigación Ingeniería de Sistemas

Universidad Pública de El Alto

Resumen

La incapacidad motriz se debe a distintos factores, ya sea desde el momento que nace un ser humano o por algún tipo de accidente, en algunos casos se mantiene intacta la sensación corporal y sus capacidades cognitivas. El principal beneficio, se refiere a mejorar el desplazamiento de una silla de ruedas convencionales acoplando sensores electrónicos para la automatización. Para las personas con discapacidad motriz, o de la tercera edad o personas paraplejía, hemiplejía, tetraplejía, monoplejía, que permita mejorar su desplazamiento, que lleguen a manipular sin esfuerzo físico o a la espera de segundas personas para su direccionamiento de un lugar a otro. Usando programación en lenguaje de Matlab para determinar el reconocimiento de voz de comando por medio de las redes neuronales de Backpropagation, modelos matemáticos de la FFT, MFFC y HMM y uso de sensores electrónicos para realizar la automatización, con las cuales se podrá ser capaz de satisfacer las necesidades de las personas que padecen de discapacidad alguna lo que conlleva a manipular la silla de rueda de manera fácil sin necesidad de hacer esfuerzo físico o a la espera de una persona.

Palabras Clave

Coefficientes Cepstrales de cálculos matemáticos, redes neuronales, algoritmo de backpropagation, modelo oculto de markov, Transformada Rápida de Fourier, TRD Y Mel Frequency Cepstral Coefficients.

Abstract

Motor disability is due to different factors, either from the moment a human being is born or due to some type of accident, in some cases the bodily sensation and cognitive abilities remain intact. The main benefit refers to improving the movement of a conventional wheelchair by coupling electronic sensors for automation. For people with motor disabilities, or the elderly or people with paraplegia, hemiplegia, tetraplegia, monoplegia, that allows them to improve their movement, that they manage to manipulate without physical effort or waiting for second people to direct them from one place to another. Using Matlab language programming to determine command speech recognition through Backpropagation neural networks, mathematical models of the FFT, MFFC and HMM and the use of electronic sensors to perform automation, with which the needs can be met of people with disabilities, which leads to easy handling of the wheelchair without the need for physical effort or waiting for a person.

Keywords

Cepstral coefficients of mathematical calculations, neural networks, backpropagation algorithm, hidden markov model, Fast Fourier Transform, TRD and Mel Frequency Cepstral Coefficients.

1. Introducción

La discapacidad es un conjunto que evoluciona y que resulta de la interacción entre las personas con deficiencias y las barreras debidas a la actitud y al entorno que evitan su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con los demás [1], (OMS, Organización Mundial de la Salud, 2011), [2].

La discapacidad motriz [2] afecta el cuerpo de un individuo, hace que se limite el movimiento y puede afectar una pierna o ambas, un brazo o ambos, un hemisferio del cuerpo la totalidad de este es un concepto que resulta de la interacción entre las personas con deficiencias [5] y las barreras debidas al entorno que evitan su participación plena y efectiva en la sociedad. Hoy en día existe en el mercado opciones de sillas de ruedas, con limitaciones que en muchos casos por las dificultades motoras severas que las personas presentan [6]. Entre ellos las más afectadas llegan a ser la cuadriplejia y tetraiplejia para este tipo de personas no son suficientes o adecuados puesto que necesitan ayuda de otra persona para su movilización, en la que carecen totalmente de sus facultades motoras [6] para ello se necesita una silla de ruedas con funcionalidad automatizada con controlador por reconocimiento de voz [3].

El presente beneficio es diseñar y desarrollar un sistema de reconocimiento de voz [3] implementando el control al prototipo de una silla de ruedas, que sea capaz de manipular el usuario por voz [4] poder dirigirse mediante los comandos "activar", "avanzar",

"retroceder", "izquierda", "derecha" y "alto" que sea una contribución para manipular o poder desplazarse de un lugar a otro sin necesidad de empujar con las manos o con ayuda de segundas personas, el poder manipular la silla de ruedas [7]. El aporte de este artículo es el desarrollo y diseño de un sistema sobre el entrenamiento de voz [13], mediante las redes neuronales [14] de algoritmo de Backpropagation, incluyendo la transformación de eliminación de los sonidos son Mel Frequency Cepstral Coeficientes de modo que clarifiqué la voz.

2. Materiales y métodos

2.1 Datos de recolección

Una de las tareas más urgentes respecto del sector de las personas con discapacidad [1] en Bolivia 3 de cada 100 personas son discapacitados según INE del censo 2012 y de ellos el 17% son personas discapacitadas por distintas causas.

En los últimos años las personas con discapacidad diferente de Bolivia han adquirido silla de ruedas convencionales, que operan con la total intervención del ser humano, esto con el objetivo de poder desplazarse y realizar ciertas actividades comunes para la sociedad. El departamento de La Paz tiene el mayor índice de pobladores que vive con algún tipo de discapacidad, más de 104 mil personas, según la base de datos del Censo de Población con la locomoción, de prevalencia promedio mundial de la discapacidad establecido por la Organización Mundial de la Salud denotada como OMS, [3].

2.2 Procedimiento de reconocimiento de voz

El ser humano es capaz de generar voluntariamente ondas de presión acústica [8] a partir de movimientos de la estructura anatómica del sistema fonador humano [9]. Los comandos de direccionamiento del prototipo de la silla de ruedas [18] analizados en el dominio de la frecuencia clasifican de acuerdo a la frecuencia obtenida [1], la silla de ruedas recibirá los comandos de direccionamiento avanzar o retroceder, izquierda o derecha, alto, que sea de manera más fácil de manipular su prototipo a las personas con discapacidad motriz[7].

Las ecuaciones fundamentales que se aplican en acústica son lineales, en el modelo de la voz para conseguir una precisión aceptable.

Por lo general el presente tema se basa en un prototipo de una silla de ruedas convencional con la diferencia que se le incorpora en un control mediante un sistema de reconocimiento de comando de voz con el uso de software de Matlab y utilizando los motores DC, la silla de ruedas automatizada en la cual estará conectada por medio de un audífono de forma piloto y la etapa de potencia de la silla de ruedas está diseñada con controlador de Hardware por medio del Arduino. La funcionalidad de la silla de ruedas funciona de la siguiente forma.

El usuario introduce los comandos de direccionamiento Avanzar, Retroceder, Adelante, Izquierda, Derecha y Alto en el entrenamiento de comandos para poder desplazar la silla de ruedas por medio de interfaz de voz. El sistema de movimientos recibe las ordenes que se dicta y conduce de forma autónoma el prototipo hasta la posición indicada.

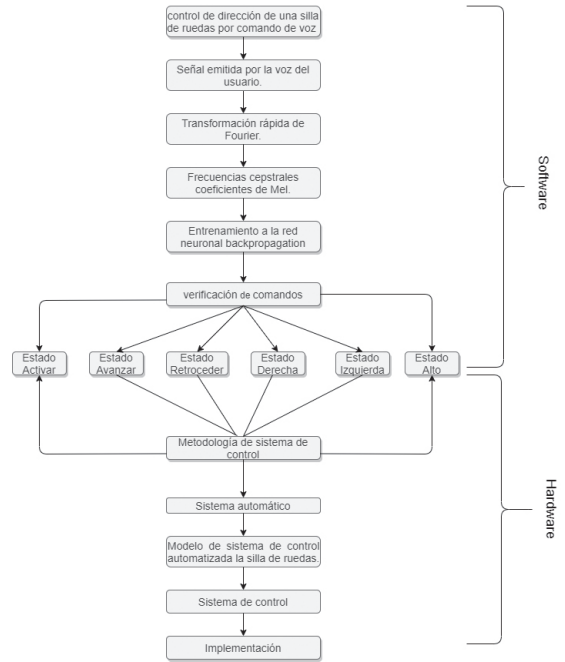


Figura 1. Diagrama del sistema de reconocimiento de voz

- Recolección de muestras de voz: se toman dos muestras de voz, tanto en ambientes silenciosos como en ruidos [7]. Cada muestra se debe realizarse con los siguientes comandos: Alto, Derecha, Izquierda, Derecha, Retroceder, Avanzar, de tal manera que puede ser fácil para la persona con discapacidad motriz severo al momento de entrenarlos [3].
- Pre-procesamiento de señales: Consiste en un filtro digital que procesa las señales por medio de la Transformada Rápida de Fourier [16] y análisis de Fourier [15], con el fin de eliminar el ruido externo de las señales obtenidas en la etapa de recolección, así como el análisis del coeficiente cepstrales de Mel [17].
- Sistema de reconocimiento de voz: está formado por redes neuronales utilizando el algoritmo de Backpropagation [19]. Se entrena el algoritmo con las muestras recolectadas y procesadas, para el reconocimiento de voz entrenada y que reciba para el control por los

comandos al prototipo de la silla de ruedas [20].

3. Resultado

El objetivo del reconocedor de voz es transformar las órdenes de movimiento pronunciados por el usuario en posiciones del espacio. Es decir, hace de interfaz entre la orden verbal del usuario y la orden a ejecutar por la máquina. La traducción de las ordenes en movimientos. Se procede con el análisis de la transformada rápida de Fourier [16] no es útil cuando la señal a analizar carece de una regularidad estadística determinada o cuando tiene variaciones locales de la frecuencia. A continuación, se muestran las respectivas ecuaciones:

$$\text{Re}X[k] = \sum_{i=0}^{N-1} x[i] \cos\left(\frac{2\pi ki}{N}\right) \quad (1)$$

$$\text{Im}X[k] = -\sum_{i=0}^{N-1} x[i] \sin\left(\frac{2\pi ki}{N}\right) \quad (2)$$

En donde N es el número total de muestras.

i es el índice de la muestra de entrada.

K es el índice de la frecuencia analizada.

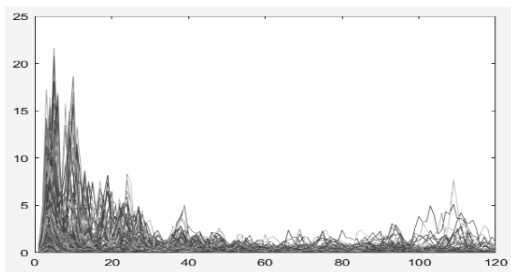


Figura 2. Transformada rápida de Fourier para predicción de las ondas de frecuencia de voz.

La señal de entrada puede venir acompañada por efectos perturbadores, los cuales se desea sean eliminados, para ello se ha generado tres líneas principales de trabajo:

- Detección robusta de voz: apareciendo innumerables procedimientos de eliminación entre voz o ruido (silencio) para diferentes tipos de ruido.
- Reducción de ruido: distinguiéndose procedimientos que actúan directamente sobre la señal de voz y procedimientos que buscan compensar el efecto del ruido sobre la parametrización de la voz.
- Cancelación de ecos: incorporación técnica de filtro adaptivo que permitan al usuario comenzar a hablar mientras, desde el terminal remoto, se le está comunicando un mensaje que puede provocar un eco en la voz que entra al reconocedor.

Ingresado su voz para el proceso de entrenamiento y nos muestra su frecuencia de *Mel Frequency Cepstrum Coefficients*, se define un banco de filtros de M filtros ($m = 1, 2, \dots, M$); donde m es un filtro triangular dado por: Se puede modelar los bancos de filtros mediante la ecuación 3-4:

$$X_a[K] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] e^{-\frac{j2\pi nk}{N}} \quad 0 \leq k < N \quad (3)$$

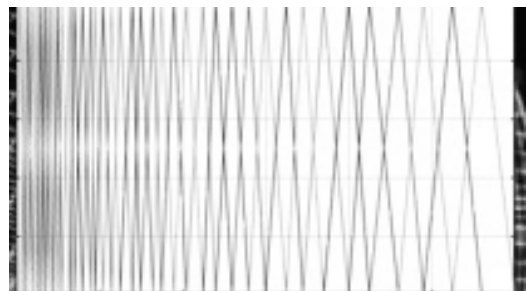


Figura 3. Cálculos de filtros triangulares en escala de Mel de la Voz del usuario

La escala de Mel relaciona la frecuencia percibida de un tono puro a su frecuencia medida real. Limitando la forma en la que los humanos escuchan, la escala de frecuencia Mel tiene un espaciamiento lineal de frecuencia de Mel en un espaciamiento logarítmico de 1600 Kh, las señales de voz tienen más energía en las frecuencias mas baja. En la siguiente

formula se usa para calcular las escalas de mel de una frecuencia dada en Hz:[16]

Se define f_i y f_n como las frecuencias inferior y superior del banco en Hz, la frecuencia de muestreo en Hz, M el número de filtros y N el tamaño de la FFT. Los puntos limite son uniformemente espaciados en la escala Mel:

Se procede con la escala Mel inversa f^{-1}

$$f[m] = \left(\frac{N}{F_s}\right) F^{-1}(F(f_l) + \frac{F(f_s)-F(f_l)}{M*1})$$

$$0 \leq n < M \tag{4}$$

Despejamos de la ecuación 1 donde la escala Mel inversa f^{-1} es dada por:

$$F^{-1}(f) = 700(e^{\frac{f}{1125}} - 1) \tag{5}$$

Por cada tono con una frecuencia actual que la ecuación presentada es para el proceso de las ondas de frecuencias emitida por el usuario.

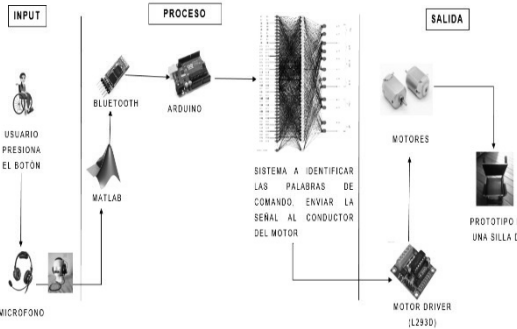


Figura 4. Esquema de conexión de entrenamiento de voz.

Se procede a dar direccionamientos por comandos de voz al protipo ya para el entrenamiento de voz en la red neuronal en la cul se muestra los datos obtenidos de cada comando ya una vez entrenado a la red neuronal backpropagation, y Mel frequency Cepstrum Coefficients y l transformada rapida para la eliminacion de ecos asi para obtner un resultado aproximado al momento de entrenar los comandos de direccionamiento:

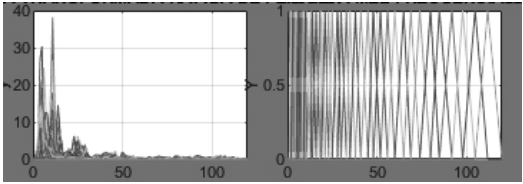


Figura 5. ejemplo de espectrograma del comando izquierda de MFCC Y FFT

La matriz de los dos vectores obtenidos en la red neuronal de backpropagation y se observa una similitud:

	X1	X1	T1
{[22.0276]} {[-16.8190]} {[21.4976]} {[-16.4006]} {[22.0276]} {[-16.8190]}	1	0	1
{[22.0276]} {[-16.8190]} {[21.4718]} {[-16.4005]} {[22.0276]} {[-16.8190]}	0	1	1

Figura 6. Matriz de datos similares de ambos vectores "Derecha"

	X1	X1	T1
{[22.0276]} {[-16.8190]} {[14.9278]} {[-15.3888]}	0	1	1
{[22.0276]} {[-16.8190]} {[14.9278]} {[-15.3888]}	1	0	1

Figura 7. Matriz de datos similares de ambos vectores "Izquierda"

	X1	X1	T1
{[8.4040]} {[-10.5004]} {[7.5704]} {[17.5939]} {[4.5193]}	1	0	1
{[8.4040]} {[-10.5004]} {[7.5704]} {[17.5939]} {[4.5193]}	0	1	1

Figura 8. Matriz de datos similares de ambos vectores "Retroceder"

	X1	X1	T1
{[22.0276]} {[-16.8190]} {[14.9278]} {[-15.3888]}	0	1	1
{[22.0276]} {[-16.8190]} {[14.9278]} {[-15.3888]}	1	0	1

Figura 9. Matriz de datos similares de ambos vectores "Alto"

	X1	X1	T1
{[8.4040]} {[-10.5004]} {[7.5704]} {[17.5939]} {[4.5193]}	1	0	1
{[8.4040]} {[-10.5004]} {[7.5704]} {[17.5939]} {[4.5193]}	1	1	1

Figura 10. Matriz de datos similares de ambos vectores "Avanzar"

Datos	1	2	3	4	5	TOTALERROR
ACTIVAR	1	1	0	1	1	1
DERECHA	1	1	1	1	0	1
IZQUIERDA	1	1	1	1	1	0
AVANZAR	1	1	1	1	1	0
RETROCEDER	1	0	1	1	1	1
ALTO	1	1	1	1	1	0
TOTAL DE ERROR OBTENIDO						3

Tabla 1. Matriz de verificación en el target los comandos de voz.

En la tabla 1 se verifica los comandos lanzados al prototipo de la silla de ruedas por el usuario al momento de manipular la silla de ruedas,

Comando	FFT	MFCC	RN	TEST
AVANZAR	98,5%	95,7%	100%	80 %
RETRO	90,3%	96%	100%	95,6 %
IZQUIERDA	80,9%	95%	100%	99,9 %
DERECHA	100%	100%	100%	98 %
ALTO	99,6%	100%	100%	98 %

Tabla 2, Porcentaje de promedio de cada uno de los métodos.

Los módulos más importantes son el módulo de control y el módulo de control de dirección cual se integra por la comunicación del Bluetooth al Arduino y Matlab, esta aplicación interactúa directamente con el usuario, su interfaz muestra la información del trabajo que realiza al interactuar con el prototipo una vez ya proceda el entrenamiento de voz al sistema de reconocimiento los comandos a usar como; Avanzar, Retroceder, Derecha, Izquierda y Alto.

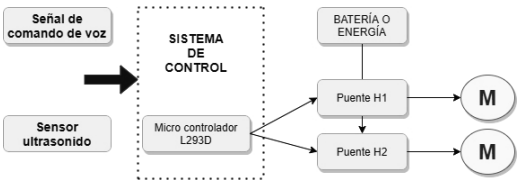


Figura 11. Sistema de control de motores

El diseño del sistema de control por voz está integrado una sola unidad es decir tanto módulo de potencia, el cual es el movimiento de la silla de ruedas en base a la geometría ya diseñado.

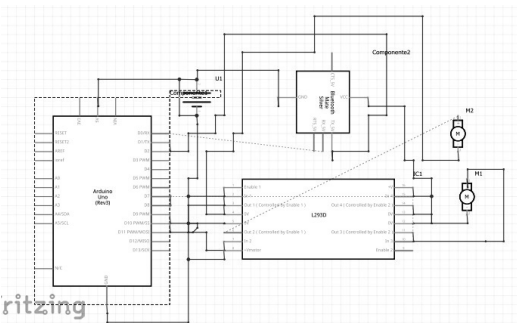


Figura 12. Sistema de control de Hardware del prototipo.

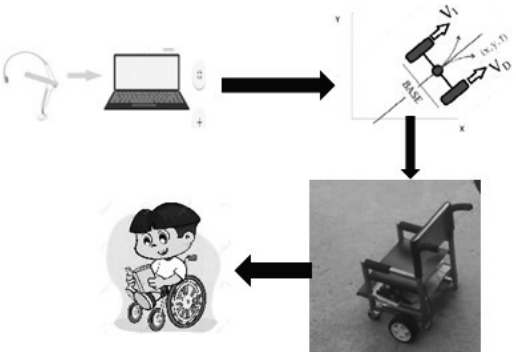


Figura 13. Direccionamiento del prototipo mediante comandos de voz

4. Conclusión

Se desarrolló y diseño el sistema de reconocimiento de voz se obtuvo un análisis de estudio de las frecuencias como resultados aceptables, y se procedió el entrenamiento a la red neuronal Backpropagation que fue todo aceptable en el proceso de reconocimiento de voz para la orientación del prototipo de la silla de ruedas para personas con alguna discapacidad motriz.

En este trabajo se utilizó modelos matemáticos para las ondas de frecuencias como la FFT y MFCC (Mel Frequency Cepstral Coefficients), ya que son estos coeficientes se obtiene un mejor reconocimiento en la detección de los comandos de voz, dicha técnica es un punto que mejora al sistema de desarrollado para filtrar los sonidos.

Como propuesta para trabajos a futuro, se seguirá probando contra nuevas implementaciones de control del prototipo de la silla de ruedas como ser los gestos visuales, además seguir investigando el uso de otro clasificador que pueda a reforzar al proceso de entrenamiento a la red neuronal.

5. Referencias

[1] B. Jesús, "Reconocimiento de voz y fonética acústica, coedición alfaomega-rama," Ph.D. dissertation, Tesis de grado de Ingeniería, 2003

- [2] Aguilar W., (6/01/2014). La paz tiene 104.000 personas con discapacidad. 2012, de La Prensa Sitio web: http://www.laprensa.com.bo/diario/actualidad/lapaz/20140106/la-paz-tiene-104000-personas-con-discapacidad_53436_87353.html
- [3] Organización Mundial de la Salud y Banco Mundial. (2011) Informe mundial sobre la discapacidad. [En línea]. Disponible en: <https://goo.gl/OKtNAI>
- [4] Alcubierre J.M., Mínguez J., Montesano L., Montano L., Saz 2º., Lleida 2E. (2005) Silla de Ruedas Inte-ligente Controlada por Voz. Primer Congreso Internacional de Domótica, Robótica y Telea-sistencia para todos.
- [5] Fundación ONCE, Madrid, España. Álvarez Mauricio, Suárez Julio F., Castellanos Germán. (2003) Selección de características para el Re- conocimiento de Voz con Modelos Ocultos de Markov. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.
- [6] Organización Mundial de la Salud y Banco Mundial (2011). Informe mundial sobre la discapacidad. Ginebra. Disponible en: http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/es
- [7] Cachimuel Vinueza M., (Mar 27, 2011). Maestría en gerencia y atención a personas con discapacidad. Junio 11, 2012, de Asociacion Síndrome Down-Cochabamba. Sitio web:<https://portafoliomesiascachimuel-mgyapcd.wikispaces.com/>
- [8] Garcia Pardo, A., feizzola, Y. J., & calderon, Z. m. (2003). AUTOMATIZACION DE UNA SILLA DE RUEDAS CONTROLADA POR COMANDOS DE VOZ. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, Volumen 2
- [9] BERNAL, Jesús. Reconocimiento de Voz y Fonética Acústica, edición Alfaomega-Ra-Ma, 2003.
- [10] OBEDIENTE, Enrique. Fonética y Fonología. Mérida: Editado por el consejo de publicaciones de la universidad de los andes, Venezuela. 2007. 316 p.
- [11] SALCEDO Campos, Francisco Javier. Modelo10s Ocultos de Markov: del Reconocimiento de Voz a la Música. North Carolina: Lulu Press, 2007. 272 p
- [12] Massimo Banzi, H. B. (2005). Plataforma Arduino. Italia.
- [13] Neural Network Toolbox – MATLAB MathWorks España. (s. f.). Recuperado 5 de agosto de 2014, a partir de http://www.mathworks.es/products/neural-network/index.html?s_tid=gn_loc_drop
- [14] WIKIPEDIA. Reconocimiento del habla [en línea].
- [15] Boquete, L., Barea, R., García, R., Mazo, M., & Espinosa, F. (1999). Identificación y control de una silla de ruedas usando redes neuronales recurrentes. Aplicaciones de Ingeniería de la Inteligencia Artificial.
- [16] Análisis de Fourier <http://www.euskalnet.net/iosus/speech/fourier.html>
- [17] Fast Fourier Transform <http://www.euskalnet.net/iosus/speech/fourier.html>.
- [18] B. Logan, "Mel frequency cepstral coefficients for music modeling." in International Symposium on Music Information Retrieval, 2000.
- [19] O.I. Higuera, "Diseño e implementación de un prototipo de reconocimiento de voz basado en modelos ocultos de markov para comandar el movimiento de una silla de ruedas en un ambiente controlado," en XII Fecha de consulta: 12 Mayo 2010]. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Reconocimiento_del_habla
- [20] Valencia Reyes, M. A. (2007). Algoritmo Backpropagation para Redes Neuronales: conceptos y aplicaciones. Instituto Politécnico Nacional. Centro de Investigación en Computación.
- [21] R. Velázquez, (2010), "Dinámica y Control de Sillas de Ruedas Robótica", Avances en Ingeniería Electrónica, pp. 151-164.

[22] <http://en.wikipedia.org/wiki/Cepstrum>

[23] Gómez Mallea A., (15/09/2010). La discapacidad en Bolivia y sus tendencias. Bolivia: Magíster en Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales.

[24] J.B.V.F. Rafael Morales, «Automatización de un prototipo de silla con accionamiento eléctrico y capacidad de transferencia a cama,» XXV Jornadas de Automático

DIFICULTAD EN REDACCIÓN Y LECTURA DE MONOGRAFÍAS, ARTÍCULOS Y TESIS EN UNIVERSITARIOS DEL CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

DIFFICULTY IN WRITING AND READING MONOGRAPHS, ARTICLES AND THESES IN UNIVERSITY STUDENTS OF THE SYSTEMS ENGINEERING CAREER

William Roque Roque¹, Ivana Vanessa Lazarte Pinto²

¹ Docente Investigador Carrera Ingeniería de Sistemas

² Auxiliar de Investigación Carrera Ingeniería de Sistemas
Universidad Pública de El Alto

Resumen

A la culminación de la escritura del presente artículo, se hace conocer las dificultades y las necesidades de fomentar a la escritura académica. El propósito fundamental de la investigación es determinar estadísticamente el nivel de dificultad en las tareas de la escritura académica en los estudiantes de la Carrera de Ingeniería de Sistemas. Se trata de un estudio correlacional que busca determinar la relación entre las estrategias didácticas y la escritura académica, El diseño de investigación que lo sustenta es el cuasiexperimental en el que participaron 66 estudiantes comprendidos entre los semestres del 7mo al 10mo de los cuales 14% son mujeres y 52% son varones. El instrumento utilizado para la obtención de datos fue: el Cuestionario donde se preguntó sobre las dificultades que se tiene sobre la escritura académica. Los resultados obtenidos indican que el 56% de los estudiantes universitarios manifiesta que, si tienen dificultades en la redacción, lectura, ortografía y la organización de ideas y otros factores que se determina en la investigación.

Palabras Clave

Redacción, Lectura, Textos

Abstract

At the completion of the writing of this article, the difficulties and needs of promoting academic writing are made known. The fundamental purpose of the research is to statistically determine the level of difficulty in the academic writing tasks in the students of the Systems Engineering Career. It is a correlational study that seeks to determine the relationship between didactic strategies and academic writing. The research design that supports it is the quasi-experimental in which 66 students participated between the 7th to 10th semesters of which 14% are women and 52% are men. The instrument used to obtain data was: the Questionnaire where it was asked about the difficulties that one has about academic writing. The results obtained indicate that 56% of university students state that, if they have difficulties in writing, reading, spelling and organizing ideas and other factors that are determined in the research.

Keywords

Writing, Reading, Texts

1. Introducción

La educación actual se enfrenta a una realidad latente en torno no solo a la lectura, sino también a la escritura en todos los niveles educativos, realidad que conduce a un debate sobre la problemática de la escritura hoy en día.[1]; en el nivel superior universitario, el avance de las nuevas tecnologías y sistemas de comunicación, ha tergiversado enormemente el sentido de lo que es una adecuada redacción, convirtiendo al proceso de enseñanza aprendizaje en un verdadero reto, como lo señala la siguiente cita [1].

Los profesores universitarios enfrentamos grandes retos. Nuestro papel ha tenido que cambiar ante alumnos que acceden a gran cantidad de información. Nos vemos en la necesidad de guiar su aprendizaje para que logren seleccionar, interpretar, asimilar, procesar y finalmente expresar con claridad sus propios conocimientos [1]. Los jóvenes universitarios, ya no escriben, se limitan a copiar y pegar; en las aulas, ya no toman notas y si se trata de guardar información escrita por los maestros, toman foto, convirtiendo a los medios audiovisuales en el eje del proceso de aprendizaje. Lo mencionado se evidencia en la pobreza de la comunicación oral y escrita, tanto en el pregrado como en el postgrado [1].

En el nivel de Educación Superior hemos detectado casos de analfabetismo funcional, el cual va más allá de la simple sub-utilización de las destrezas adquiridas en los niveles de educación sistemática anteriores. El problema se evidencia por la incapacidad del individuo para identificar las ideas principales expuestas en un texto, imposibilidad de captar la intención del escritor y en la redacción incoherente de resúmenes de los textos objeto de lectura.[2]; el escritor Willy Camacho, Premio Nacional de Cuento "Franz Tamayo" y director de la Editorial 3600, en un video compartido por el Departamento de Cultura y Arte de la Universidad Católica Boliviana (UCB), comparte una serie de consejos para ayudar a vencer el miedo a la hoja

en blanco para quienes deseen escribir en esta cuarentena. A algunos les interesa escribir algo, pero tenemos un problema que nos pasa a todos, a los que comienzan en la escritura y los consagrados, que es el fantasma de la hoja en blanco. Entonces, cuál es la solución, simplemente empezar con un argumento base", explica Camacho.; así, el argumento base y la construcción de los personajes, tanto protagonista como antagonista, son algunos de los elementos principales que se deben tener para la elaboración de un cuento o novela[2].

2. Materiales y métodos

En el caso de estudio de la investigación del presente artículo, se aplicó la investigación correlacional, "La forma de seleccionar a los sujetos no permite que los resultados se generalicen a la población" [3].

La investigación correlacional es un tipo de método de investigación no experimental en el cual un investigador mide dos variables. Entiende y evalúa la relación estadística entre ellas sin influencia de ninguna variable extraña. [4]. En resumen, podemos decir que la Investigación correlacional es aquel tipo de investigación en la cual podemos medir dos o más variables y de esa forma establecer una relación estadística entre cada una de ellas [4].

El caso del diagnóstico de la investigación del problema sobre las dificultades de escritura académica se llevó a la población estudiantil entre los semestres 7mo al 10mo de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto, con una muestra de 14 mujeres equivalente al (21%) y 52 varones equivalente al (79%), total muestra equivale a 66 estudiantes todos en calidad de universitarios inscritos en la carrera, la encuesta se aplicó con el consentimiento previo en dar la información sobre el artículo científico que se desea investigar y ver el problema porque se tienen esta dificultad en la redacción y lectura de textos.

La carrera de Ingeniería de Sistema cuenta con dos menciones informática y comunicación, gestión y producción, está ubicada en el bloque A piso 3ro de la Universidad Pública de El Alto, la carrera es una de las de mayor cantidad de estudiantes que cuenta a nivel ingeniería en la UPEA, dentro su perfil profesional es formar recursos humanos con calidez y calidad multidisciplinario en diferentes áreas de TICs, como aporte hacia la sociedad de la ciudad de El Alto y el resto de país.

Para la sustentación de la parte teórica se realizó la revisión bibliográfica para el caso de estudio del presente artículo de investigación científica. Para realizar el diagnóstico sobre las dificultades se utilizó el cuestionario de preguntas realizado en la plataforma de Google Formulario, este instrumento integra 8 (ocho) variables a estudiar con opciones de selección múltiple donde se le indica que marce a una opción determinada de acuerdo a cada pregunta planteado.

En la etapa de análisis de los datos respondidos en el cuestionario, según la muestra de la población de estudio que se tiene se aplicó el tratamiento de la información en el Microsoft Excel, esto con la finalidad de mostrar resultado de la investigación correlacional y proponer una didáctica pedagógica hacia la comunidad universitaria que se aplica la muestra.

3. Resultado

3.1. Datos de la población y la muestra

Para el caso de estudio se tiene una población estudiantil que se tomó una pequeña muestra, donde se aplicó el estudio a muestras dirigidas, esto porque se busca intencionalmente a la población muestral en este caso de estudio los estudiantes universitarios de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la UPEA como se muestra en la siguiente tabla informativa.

Genero	Frecuencia	Porcentaje Acumulado
Masculino	52	79%
Femenino	14	21%
Total	66	100%

Tabla 1. Muestra poblacional de los participantes

3.2. Análisis de muestra de los resultados.

En esta parte se ve la muestra de los resultados tabulados para su posterior interpretación de los resultados y las respectivas conclusiones.

Primera pregunta. ¿Tiene problemas en la redacción y lectura de textos?

Regularmente	46	70%
Si	18	27%
Si, regularmente	1	2%
No	1	2%
Total	66	100%

Tabla 2. ¿Piensas que hablar por teléfono móvil es seguro?

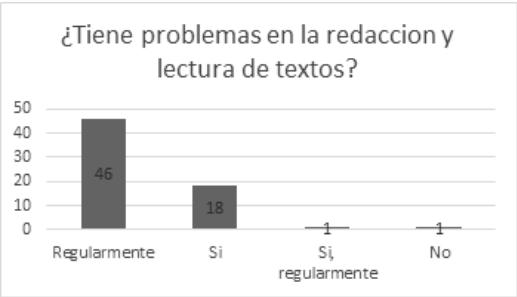


Figura 1. Gráfico primera pregunta

Segunda pregunta. ¿Para qué actividades usted realiza la lectura y escritura?

pasa tiempo	28	42%
asignatura	37	56%
concurso	1	2%
Total	66	100%

Tabla 3. Validación de la segunda pregunta

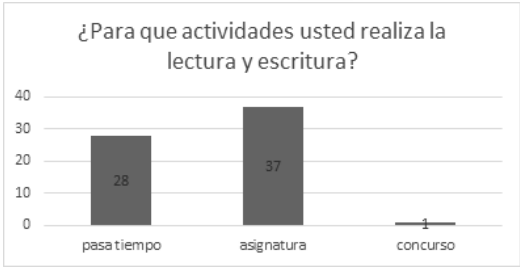


Figura 2. Gráfico segunda pregunta



Figura 4. Gráfico cuarta pregunta

Tercera pregunta. ¿Porque se tiene la dificultad de muchos estudiantes en la redacción de textos?

los docentes no motivan a la redacción en sus materias	14	21%
No se tiene el hábito de la lectura y escritura a lo largo de nuestra formación	20	30%
los estudiantes se dedican más a la computadora	13	20%
Existe gran cantidad de información en la internet que solo realizan el proceso de copiado y pegado	19	29%
Total	66	100%

Tabla 4. Validación de la tercera pregunta



Figura 3. Gráfico tercera pregunta

Cuarta pregunta. ¿Cuándo tu escribes un documento investigativo que herramienta utilizas?

Word	61	92%
otro	4	6%
blanco	1	2%
Total	66	100%

Tabla 5. Validación Cuarta pregunta

Quinta pregunta. ¿Podría elaborar un artículo científico con facilidad?

regular	46	70%
si	8	12%
ninguno	2	3%
no	10	15%
Total	66	100%

Tabla 6. Quinta Pregunta

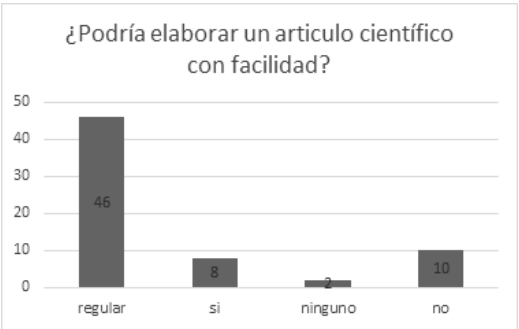


Figura 5. Gráfico quinta pregunta

Sexta pregunta. ¿Los docentes incentivan a la lectura y a la realización de textos y artículos investigativos?

no	9	14%
regular	48	73%
ninguno	3	5%
si	6	9%
Total	66	100%

Tabla 7. Sexta pregunta



Figura 6. Gráfico sexta pregunta

Séptima pregunta. ¿Desde qué nivel académico usted cree que se produjo la dificultad en la redacción de textos e informes?

nivel universitario	23	35%
nivel secundario	23	35%
nivel primario	19	29%
blanco	1	2%
Total	66	100%

Tabla 8. Séptima pregunta

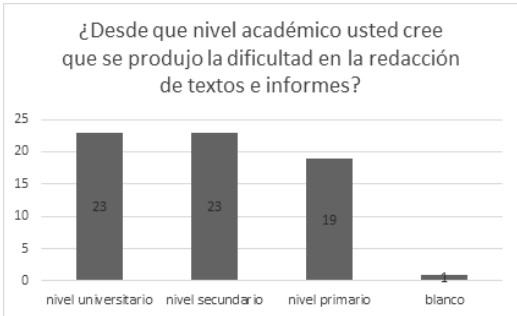


Figura 7. Gráfico séptima pregunta

Octava pregunta. ¿Debería fomentarse a la escritura y lectura en todas las materias de la carrera?

si	44	67%
regular	18	27%
no	3	5%
ninguno	1	2%
Total	66	100%

Tabla 9. Octava pregunta

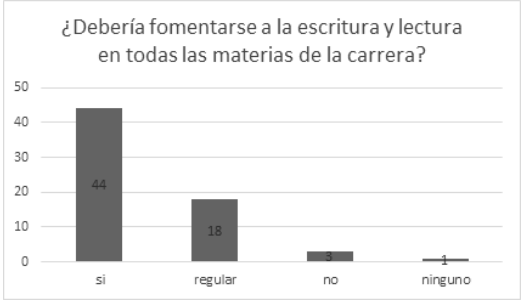


Figura 8. Gráfico octava pregunta

4. Discusión

A la culminación del presente artículo científico se ha buscado determinar el estado actual del conocimiento, las dificultades y las necesidades de escribir académicamente en la formación en el nivel universitario superior de educación.

Se da énfasis al caso de estudio del presente artículo tanto a los docentes como a los estudiantes universitarios de la comunidad educativa de la carrera de Ingeniería de Sistemas UPEA, esto con el fin de apoyar en la solución para a posterior proveer herramientas que ayuden a elaborar textos académicos, monografías, ensayos, tesis y en gran manera mejorar las habilidades relacionadas a la escritura académica en el nivel universitario, para lo cual, se debe tomar los siguientes aspectos: en la parte de los resultados donde se consulta si tiene dificultad en la redacción y lectura de textos donde se tiene que un 46% de estudiantes responde que regularmente lo practica esta actividad.

También se puede observar que los estudiantes solo leen para sus asignaturas correspondientes y no es por habito a la lectura, donde ellos mismos afirma que no se tiene hábitos de lectura un porcentaje 30% de estudiantes, también la investigación nos indica que su mayoría utilizan el Microsoft Word para escribir documentos un 60% de estudiantes aplican esta herramienta ofimática a diferencia de Látex.

Otro aspecto a considerar en que realizan la lectura solamente los blogs de internet y pagina web con una ponderación

de 41% de estudiantes, además consideran que pueden escribir regularmente un artículo científico siempre consultado en la web como bibliografía, también afirma que los docentes de la carrera regularmente no motivan a la lectura por sus materias. Las causas por la que no tienen dificultad en la lectura y escritura de texto como buenos hábitos son la mala praxis de los niveles de secundaria y universitaria, con el cual afirma que su mayoría un 44% de estudiantes, en donde los docentes deberían motivar a la lectura y escritura desde sus materias.

Y finalmente a la culminación de la investigación con la presentación del presente artículo científico se revisó referencias bibliográficas a trabajos similares donde dan resultado de cómo se asume las dificultades en los trabajos de escritura y lectura en la educación superior universitario. Es necesario plantear una solución alternativa desde la parte académica con la aplicación de la lectura y escritura en las diferentes asignaturas, esto para mejorar la educación en la carrera de Ingeniería de Sistemas Universidad Pública de El Alto.

5. Conclusiones

De los datos analizados se desprende la conclusión de que la mayoría de los estudiantes reconocen las dificultades de escritura que tienen en el ámbito universitario y que las causas lo atribuyen a la enseñanza recibida en el nivel primario, secundario y universitario en su proceso de formación y destacan la importancia de la alfabetización académica en el ámbito universitario según la información en la tabla siguiente.

Parámetro	Porcentaje
Tiene problemas en la redacción y lectura de textos	46% estudiantes
Causas que se atribuyen a esta dificultad en la redacción de textos y lectura	35% Educación Universitaria 35% Educación secundaria
Podría elaborar un artículo científico con facilidad	70% indica que regularmente puede elaborar

Tabla 10. Resultados obtenidos

Otro factor es muchos docentes no motivan a la lectura y escritura hacia sus estudiantes por lo cual esto de continuar hacia adelante tendremos la dificultad de realizar procesos de escritura de tesis, monografías, ensayos, artículos y otros. Además, se debe asumir estrategias para realizar los buenos hábitos de lectura tanto a la parte de docente y estudiantes esto todo con el objetivo de mejorar estos aspectos que a futuro no podría ser un problema en profesionales sin hábitos de redacción y lectura de contenidos.

6. Referencias consultadas

[1] Gutiérrez, N. (2016). Taller de redacción para mejorar la producción de textos argumentativos de los estudiantes del "Programa Beca 18" de la Universidad Privada del Norte-Trujillo, 2016-II. (Tesis para obtener el Grado Profesional de: Magíster en Docencia Universitaria. Universidad César Vallejo).

[2] Camacho Willy, (2020) Quiere escribir en la cuarentena, pero no sabe cómo empezar, Periódico Pagina 7, Fecha publicación 03/04/2020, Consultado en sitio web: 13/06/2021 <https://www.paginasiete.bo/cultura/2020/4/3/quiere-escribir-en-la-cuarentena-pero-no-sabe-como-empezar-vea-los-consejos-de-willy-camacho-251678.html>

[3] Otzen T. & Carlos Manterola C. (2017) Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio Universidad de Tarapacá, Arica, Chile. Int. J. Morphol. vol.35 No.1 Temuco marzo 2017

[4] Jiménez, I. P. M., & Di Pierro, C. G. (2021). La construcción de inferencias en la comprensión lectora: una investigación correlacional. Educatio Siglo XXI, 39(1), 167-188.

[5] Bolivia, E. P. (2010). Ley de la Educación "Avelino Siñani - Elizardo Pérez" N° 070. La Paz: Ministerio de Educación.

PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE UN MODELO DE EVALUACIÓN DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN ENTORNOS E-LEARNING PARA UNIDADES EDUCATIVAS Y LA UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

TECHNOLOGICAL PLATFORM OF A TEACHING-LEARNING EVALUATION MODEL IN E-LEARNING ENVIRONMENTS FOR EDUCATIONAL UNITS AND THE PUBLIC UNIVERSITY OF EL ALTO

1 Coordinadora Instituto de Investigación carrera Ingeniería de Sistemas

2 Docente Carrera Ingeniería de Sistemas

Universidad Pública de El Alto

Yolanda Escobar¹, Fredy Alanoca²

Resumen

La diversidad de tecnologías y recursos educativos abiertos orientado al uso de herramientas de Tecnologías de la información y las comunicaciones [TIC], especialmente por el nuevo rol del docente frente a este nuevo paradigma educativo que cada día toma mayor fuerza, que han hecho insoslayable la necesidad de implementar un sistema de educación virtual. El modelo de evaluación tiene como propósito la integración de las plataformas tecnológicas, software que se ocupa principalmente de la gestión de usuarios, gestión de cursos y servicios de comunicación al compartir materiales de forma abierta, dando el soporte necesario al escenario de enfocar en la incorporación de TIC. Se plantea la calidad pedagógica y la estructura sistémica de evaluación y la preparación del docente con el uso de estas herramientas mejoran el proceso de enseñanza y aprendizaje, además de favorecer la evaluación del desempeño del estudiante con programas innovadores en el área de la educación con el uso de Moodle, satisfaciendo la calidad de la innovación en los servicios y la interacción con la sociedad.

Palabras Clave

Educación virtual, modelo de evaluación, enseñanza, aprendizaje, plataforma, incorporación de las TIC, gestión Moodle

Abstract

The diversity of technologies and open educational resources oriented to the use of Information and Communication Technologies [ICT] tools, especially due to the new role of the teacher in the face of this new educational paradigm that is gaining strength every day, which has made the need to implement a virtual education system. The purpose of the evaluation model is the integration of technological platforms, software that deals mainly with user management, course management and communication services by sharing materials in an open way, giving the necessary support to the scenario of focus on incorporation ICT. The pedagogical quality and the systemic structure of evaluation and the preparation of the teacher with the use of these tools improve the teaching and learning process, in addition to favoring the evaluation of student performance with innovative programs in the area of education with the use of Moodle, satisfying the quality of innovation in services and interaction with society.

Keywords

Virtual education, evaluation model, teaching, learning, platform, incorporation of ICT, Moodle management

1. Introducción

En Bolivia, la educación virtual es el proceso educativo que utiliza plataformas conectadas a Internet [1], la brecha digital como acceso desigual al E-learning están presentes en la actualidad por falta de capacitación a los educadores en la sociedad actualmente; según el análisis [2], la necesidad de incluir nuevas prácticas y modelos en la educación requiere de la comunicación a través de las tecnologías. La viabilidad de incorporar el modelo E-learning en la educación a través de un entorno virtual de aprendizaje basado en software libre Moodle y de la implantación de un programa de formación inicial y continua del profesorado para entregar una educación de calidad. En todas estas definiciones, se acaba haciendo mención explícita o implícita a lo que se viene llamando en triángulo del E-learning [3], formado por la tecnología (plataformas, campus virtuales), los contenidos (calidad y estructuración de los mismos se toman como elementos capitales para el éxito de una iniciativa de e-formación) y los servicios (siendo el elemento más variopinto que engloba la acción de los profesores, elementos de gestión, elementos de comunicación, elementos de evaluación).

Las plataformas de aprendizaje tienen una gran importancia para consolidar la denominada Sociedad del Conocimiento [4]. Estos medios abren la puerta para la formación básica o avanzada a una importante cantidad de personas, que pueden ver mejorada su cualificación personal o su situación profesional [5]. Estos sistemas tienen un campo enorme de aplicación ya que la formación puede orientarse de forma complementaria a nivel de educación primaria y secundaria, de forma complementaria o exclusiva a nivel universitario, de postgrado o de formación

continua, y de formación especial a medida en las empresas.

Es urgente responder a la alta demanda con investigaciones que avancen en los retos propuestos, entre ellos, desarrollar herramientas y estrategias pedagógicas apropiadas para que las instituciones logren su misión formadora, más allá de las aulas de clase. La modalidad virtual sugiere el uso y apropiación de las TIC como medio de entrega de la formación, por lo tanto, se requiere desarrollar investigación en teorías, modelos y metodologías, aplicándose en cualquier lugar y en cualquier tiempo y producir amplias perspectivas de aprendizaje dando un paso más allá de los paradigmas tradicionales de formación.

2. Materiales y métodos

El análisis de la teoría aporta fundamentos que se consideran para el diseño de la propuesta y la metodología aplicada su desarrollo: educación virtual, aprendizaje, enseñanza, modelos nacionales e internacionales de incorporación de TIC.

Modalidades de Enseñanza – aprendizaje usando la TIC: La educación virtual, la enseñanza en un ambiente virtual debe estar diseñada en función del estudiante, quien finalmente deberá enfrentar el reto formativo guiado por el docente/tutor. Caracterizado por la plataforma virtual Moodle de gestión del conocimiento que se utilizan en la actualidad como recurso telemático en la enseñanza basado en la Web implica que la WWW será utilizada extensivamente en el curso. Se trata de un primer paso del uso de la tecnología en el aula tradicional (presencial) a todas las actividades en el curso se administran a través de la Internet.

Metodologías activas de enseñanza: La enseñanza basada en metodologías activas está centrada en el estudiante, en su capacitación en competencias propias del saber de la disciplina. Concibe el aprendizaje como un proceso constructivo y no receptivo [6]. Las metodologías activas –cuya

descripción se presenta en la Tabla 1 ofrecen una alternativa atractiva a la educación tradicional, al hacer más énfasis en lo que aprende el estudiante, que en lo que enseña el docente, lo que da lugar a una mayor comprensión, motivación y participación del estudiante en el proceso de aprendizaje.

Aprendizaje por proyectos

Es una propuesta metodológica que se centra en el estudiante para la resolución de cualquier tipo de problemática ya sea académica o real. A partir de un problema específico, que en términos generales es una simulación de un problema real, este método exige todo un proceso que demanda tareas, investigación, búsquedas, análisis crítico y evaluación de información para llegar a tomar la mejor decisión y dar la mejor solución.

Aprendizaje basado en problemas

En esta estrategia, tanto la adquisición de conocimientos, como el desarrollo de habilidades y actitudes, resultan importantes; esta didáctica pretende analizar y resolver problemas seleccionados o diseñados especialmente para el logro de ciertos objetivos de aprendizaje (análisis y síntesis de información). Además, logra un conocimiento propio y permite elaborar un diagnóstico de sus propias necesidades.

Juego de roles

Técnica útil para manejar aspectos o temas difíciles en los que es necesario tomar diferentes posiciones para su mejor comprensión. Consiste en la representación espontánea de una situación real o hipotética para mostrar un problema o información relevante de los contenidos del curso. Los estudiantes representan un papel, pero también pueden intercambiar los roles que interpretan. De este modo abordan la problemática desde diferentes perspectivas y comprenden las diversas interpretaciones de una misma realidad.

Método de casos

Es la ponencia de situaciones problemáticas del entorno que conllevan al estudiante a analizar e interpretar, de tal forma que cada estudiante genere soluciones a ellas. Se trata de un método de pedagogía activa, que trabaja una serie de pautas por parte del profesor, la formación integral de los estudiantes, habilidad para el manejo de grupo, buena comunicación con los estudiantes y una vocación de corazón.

Simulación

Pretende representar la esencia de una situación. Las relaciones internas entre los numerosos factores que intervienen deben ser mostradas, visiblemente manipuladas y continuamente reguladas. En la mayor parte de los juegos se vive un proceso de toma de decisiones que comprende elementos cuantitativos y cualitativos. La simulación a veces se combina con juegos de rol.

Tabla 1. Metodologías activas de enseñanza

Taxonomía de Bloom, usado para cada evaluación: Bloom continúa siendo para los educadores una herramienta fundamental para establecer objetivos de aprendizaje en las asignaturas. [8] con las nuevas realidades de la era digital.

TIPO DE EVALUACIÓN	HABILIDAD	TAXONOMÍA DE BLOOM INDICADOR
PRUEBA DIAGNÓSTICO	PENSAMIENTO CRÍTICO	Seleccionar
		Establecer
		Fundamentar
	SENTIMIENTO ÉTICO	Identificar
		Deducir
EVALUACIÓN 1 EXAMEN FINAL	PENSAMIENTO CRÍTICO	Relacionar
		Seleccionar
		Establecer
	SENTIMIENTO ÉTICO	Fundamentar
		Identificar
		Deducir
		Relacionar

Tabla 2. Indicadores de evaluaciones, taxonomía de Bloom

El criterio de la habilidad por pensamiento crítico por estudiante fue que él realizará dos o más de los indicadores descritos a partir de la taxonomía de Bloom (tales como: seleccionar, describirá y/o fundamentar). De igual manera para la habilidad sentimiento crítico, los estudiantes debían tener correctas dos o más de las variables establecidas para su medición (tales como: identificar, deducir y relacionar).

La prueba estadística con datos de estudiantes, los tipos de evaluación prueba los promedios que se establece un modelo estadístico, pues desde un punto de vista ético, no era correcto dejar a un grupo de estudiantes fuera de la implementación de la metodología, en consecuencia, lo justo es que todos los estudiantes accedieran para cumplir con la metodología.

3. Propuestas

Escenarios del e-learning, la Web se convierte en la infraestructura básica para desarrollar los procesos de enseñanza aprendizaje no presenciales [9], combinando servicios síncronos y asíncronos, lo que ha dado lugar a un modelo conocido como e-formación o e-learning,

cada vez más valorado, no como sustituto de la formación presencial tradicional, sino más como un complemento que se ha de adaptar según las necesidades y nivel de madurez del público receptor de esta formación[5].

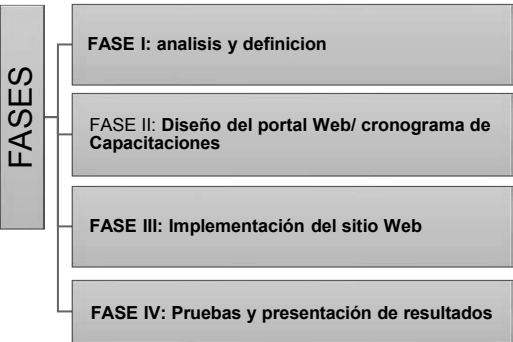


Figura 1. Fases

Plataformas de Software Libre (cuyo código fuente puede ser estudiado, modificado, y utilizado libremente con cualquier finalidad y redistribuido con cambios o mejoras sobre ellas), no es sinónimo de gratuidad, si no de libertad, suelen ser gratuitas, la posibilidad de acceder al código fuente hace que estas aplicaciones sean más “confiables” a los usuarios para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, cambiar y mejorar el software; lo cual no implica el concepto de gratuidad se eligió Moodle. El estudio de esta línea de base se organizó en cuatro escenarios o fases: **Fase I análisis y definición:** Extender los estudios, a través de los cursos y aulas virtuales ofertados a través de Internet a las instituciones educativas pueden incrementar su oferta de cursos y programas de estudio de modo que distintas personas que, por motivos de edad, profesión o de lejanía no pueden acudir a las aulas convencionales, cursen estos estudios desde su hogar. **Fase II Diseño del portal Web/ cronograma de Capacitaciones,** acceder permanentemente a variadas y múltiples fuentes de un website o espacio virtual con una variedad de recursos, bases de datos, etc. relacionados con el curso que está estudiando. **Fase III Implementación del**

sitio Web <https://moodle.bolivia.bo/yescobar/> Innovar y cambiar de procesos de aprendizaje por recepción a procesos constructivistas del conocimiento. En consecuencia, el problema pedagógico no es transmisión del “saber”, sino enseñar al estudiante a hacer frente de modo racional a la ingente y sobrecogedora cantidad de información disponible en una determinada disciplina científica. **Fase IV: Pruebas y presentación de resultados**

- Facilitar la colaboración entre docentes y estudiantes más allá de los límites físicos y académicos del centro educativo al que pertenecen. Los sistemas de comunicación e intercambio de información que son posibles a través de redes de ordenadores (www, chat, e-mail, ftp, videoconferencia, foros, etc.), según [10]. facilitan a constituir comunidades virtuales de colaboración en determinados temas o campos de estudio.

Plataforma de Enseñanza Virtual, Campus Virtual o Plataformas Educativas: Esta aplicación informática diseñada para facilitar la comunicación pedagógica entre los participantes en un proceso pedagógico, es software que proporciona la logística necesaria para llevar a cabo la formación online, constituyendo la arquitectura tecnológica sobre la cual se sustenta la teleformación y que permite la creación, almacenamiento y publicación de objetos de aprendizaje guardadas en un espacio o repositorio para que puedan ser utilizados por el usuario cada vez que se quiera y donde se quiera [11]. Estas plataformas tecnológicas se instalan en un servidor y a partir de ella se crean entornos de aprendizaje.

a) Estructura del curso:

Contenidos, es facilitar el acceso a determinados bloques o módulos de información, ayuda para la acción formativa, en el campo de la educación en la ciudad de El Alto en la ciudad de El Alto-Bolivia, , cuyo soporte es la plataforma Moodle <https://moodle.bolivia.bo/yescobar/> y que funciona basado en el modelo pedagógico de aprendizaje en red,

con alcance nacional, que ha permitido desarrollar programas de educación en línea a través de la red dirigidos fundamentalmente a la educación primaria y secundaria, cuenta con un aula virtual, un portal agregado de cursos abiertos y un repositorio de recursos de aprendizaje a los cuales se puede acceder libremente.

Desarrollo de materiales digitales para cursos online en plataformas Moodle son los materiales de multimedia y videos científicos etc. como apoyo a la enseñanza tradicional o dispuestas para la enseñanza virtual e equipos multimedia de alta tecnología y gran ancho de banda; evaluaciones integrales, multimétodos y formativas; foros periódicos de discusión y análisis de una temática determinada; aprovechamiento de todas las facilidades que presenta la red para alcanzar aprendizaje significativo; estudiantes responsables que acepten los principios de la propuesta curricular y las orientaciones de sus tutores; docentes y usuarios que firmen un pacto y compromiso por la calidad de la educación a distancia.

b) Análisis de contenidos (documentos), encuestas, observación al estudiante

La investigación se desarrolló desde un enfoque general sistémico y con la aplicación de métodos teóricos y de nivel empírico, se clasificó como análisis de contenidos (documentos), encuestas, observación en la Tabla 3.

METODOLOGÍA	1.- Tipo de investigación: Básica o pura. 2.- Diseño de investigación. El diseño fue descriptivo correlacional 3.- Enfoque: Activas de Enseñanza				
POBLACIÓN	47 participantes del curso de capacitación virtual categorías directoras docentes y estudiantes. (educación básica). <table border="1"> <tr> <td>HOMBRE</td><td>MUJERES</td></tr> <tr> <td>25</td><td>22</td></tr> </table> Fuente: <i>Tabla exportado en formato Excel de formularios de google form.</i> Alcance o Nivel: Correlacional. 1) Variable independiente (X): el uso del <i>e-learning</i> en estudiantes. 2) Variable dependiente (Y): Pensamiento crítico y sentimiento ético. r: Corresponde a la correlación o correspondencia entre la variable X → Y	HOMBRE	MUJERES	25	22
HOMBRE	MUJERES				
25	22				
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	Las técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizados en la investigación son las siguientes: • Técnica: Observación • Técnica: Encuesta. • Instrumento Test o prueba de conocimientos				
MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS	Los métodos de análisis de datos del presente proyecto de investigación son: • Codificación • Interpretación				

Tabla 3. Proceso de investigación aplicando la educación virtual

4. Resultados

Para validar la propuesta, los instrumentos determinó que la confiabilidad y validez según el Alfa de Cronbach alcanzó un nivel de confiabilidad de 87% para el instrumento X (variable independiente) y 71% para el instrumento Y (variable dependiente). Se recurrió a dos expertos, seleccionados con base a criterios: experiencia profesional, independencia (externos al proyecto) y experiencia en proyectos e-learning. Cada uno recibió un resumen y una presentación del modelo junto con una encuesta de validación, la misma que arrojó resultados satisfactorios.

En total se realizaron once preguntas en la encuesta a directores, docentes y estudiantes, las cuales se estructuraron en función de la pertinencia y coherencia de la fundamentación y estructura del modelo, para conocer el nivel de acuerdo o desacuerdo de los expertos. Los expertos respondieron de manera positiva a estas 3 preguntas:

- ¿Considera adecuado el uso de los elementos de la estructura del modelo (planificación formativa, metodología, contenidos, acompañamiento, formación docente, evaluación) porque son indispensables para lograr el desarrollo pedagógico que requiere la modalidad virtual?
- ¿Validar la conexión y variedad de los medios (chat, videoconferencia, foros, etc.) y actividades aprendizaje, materiales y recursos, es una forma de evidenciar el propósito de que todos los estudiantes aprendan (estilos de aprendizaje)?
- ¿El perfil del docente/tutor virtual es una evidencia del compromiso y reto institucional frente a los planes de formación que apuntan al desarrollo de competencias de los docentes/tutores virtuales?

El resultado de las cuatro fases planteadas, se relaciona con el desempeño de estos en el curso y los resultados estadísticos finales que se presentan en la investigación y que permite afirmar la aplicación de herramientas digitales en el uso de la Plataforma Moodle sí se relaciona de forma favorable con el desempeño académico de los profesores y estudiantes, hay que tener en cuenta que esta encuesta se realizó de forma anónima y fue de carácter no obligatorio.

HERRAMIENTAS	RESULTADOS	SEGUIMIENTO DE MANEJO	
		HORAS 12	DÍAS 15
<i>Herramientas orientadas al aprendizaje</i>	☐ FOROS , semanales con retroalimentación e intercambio de mensajes durante los módulos del curso.	1 2	10
	☐ Soporte de múltiples formatos: envió de actividades/tareas los archivos ejemplo: HTML, Office, PDF, Prezi entre otros.	3 , 5	8
	☐ Comunicación síncrona (chat): videoconferencias e intercambio de mensajes entre los participantes.	3 , 5	8
	☐ Comunicación asíncrona: alertas y mensajes por correo electrónico. Tareas y actividades.	1 2	15
	☐ Servicios de presentación multimedia (videoconferencia, video, pizarra electrónica)	4	12
<i>Herramientas destinadas a la publicación de cursos y contenidos</i>	☐ Tests y resultados automatizados: Los exámenes o parciales autocorregidos, mostrando la solución, comentarios y explicaciones	7	15
	☐ Apoyo al creador de cursos: Estas ayudas pueden venir a través de foros, ayudas en línea, whatsapp, correo electrónico, etc.	3 , 5	10
	☐ Herramientas de calificación en línea: son herramientas de ayuda a los profesores, para conocer el seguimiento y trabajo del estudiante en el curso.	1 2	15
	☐ Seguimiento del estudiante: herramientas adiciona el uso que se hace de los materiales del curso	4	12
TOTAL		7	15

Tabla 4. Resultados obtenidos tras la aplicación del cuestionario en el uso de la plataforma virtual.

Las complicaciones reportadas son: en el seguimiento de manejo de horas y días enfrentar diariamente a estudiantes que con un clic acceden a toda la información y no cumplen con las horas en el manejo de las herramientas tecnológicas con mayor facilidad y conocimiento, esto sin contar que la gran mayoría de docentes quedan en la categoría de inmigrantes digitales luchando contra los nativos de la virtualidad. En el seguimiento los usuarios no presentan las dificultades como en un inicio, al recorrer en la formación y releendo la propuesta de UNESCO de hace más de 20 años (1996) en la que destaca la importancia de que "habrá que hallar medios innovadores para introducir las tecnologías informáticas e industriales con fines educativos, sobre todo, para

garantizar la calidad de la formación pedagógica y conseguir que los docentes de todo el mundo se comuniquen entre sí".

5. Conclusiones

La incorporación de TIC en procesos de enseñanza y aprendizaje es un paso fundamental para la innovación pedagógica requerida en ambientes e-Learning proporcionando un ambiente centrado en el estudiante, además de ofrecer escenarios interactivos, eficaces y fácilmente accesibles y distribuidos sin las consiguientes limitaciones espacio temporales que tiene el aprendizaje presencial. La evaluación de los diferentes elementos que propician y facilitan el desempeño del estudiante en el sistema educativo virtual debe estar orientada no solo a evaluar al estudiante; se deben considerar todos los procesos que desde la dimensión pedagógica han sido planeados y entregados con el objetivo de cumplir su misión formadora. En este sentido, la estructura académica, no se puede considerar de manera aislada de la parte administrativa y tecnológica. Por lo tanto, el proceso de evaluación de un proyecto e-Learning es más objetivo al considerar un modelo de evaluación para cada dimensión, pero estableciendo elementos y criterios coherentes.

Al identificar los procedimientos del sistema de uso constante de la plataforma Moodle, es un paradigma moderno que requiere de mayor investigación aplicada a nuestro contexto, de un cambio cultural para entenderla no como un sustituto de la educación presencial, sino como una alternativa para ampliar la cobertura educativa y, finalmente, de acciones encaminadas a disminuir el alto nivel de deserción estudiantil. En este último punto, ésta investigación encuentra sentido, al entregar una propuesta orientada a la evaluación de los procesos académicos que soportan la estrategia de formación virtual. La organización de las capacitaciones logro socializar los resultados con los beneficiarios e instancias correspondientes para su respectiva validación y aprobación.

La modalidad presencial y virtualidad (e-blended) y han empezado a trabajar, por el momento, como una estrategia para optimizar su infraestructura. Como trabajo futuro se plantea:

- Continuar con el el modelo en programas de formación virtual y, a partir de su aplicación, obtener resultados que permitan mejorarlo;
- Desarrollar materiales y recursos que, además de atender la diversidad de estilos de aprendizaje, sean incluyentes y atiendan personas con discapacidad.

6. Referencias

[1] Ministerio de Educación Nacional (ME, 2020). Decreto Supremo N° 4260 Educación virtual o educación en línea. Recuperado de https://siip.produccion.gob.bo/repSIIP2/files/normativa_12345_08062020aeca.pdf

[2] González Mariño, Julio César (2007). "B-Learning utilizando software libre, una alternativa viable en educación Superior" Universidad Autónoma de Tamaulipas (México) En línea: <https://www.redalyc.org/pdf/4419/441942907012.pdf>

[3] LOZANO GALERA, J. (2004) El triángulo del e-learning. <http://www.noticias.com>.

[4] García Peñalvo Francisco José (2005). Estado actual de los sistemas e-learning. Universidad de Salamanca En línea: <https://www.redalyc.org/pdf/2010/201021055001.pdf>

[5] Sánchez Rodríguez José (2009) Plataformas de enseñanza virtual para entornos educativos. Universidad de Málaga (España) disponible en: <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/2672/1/Plataformas%20de%20ense%3b1anza%20virtual%20para%20entornos%20educativos.pdf>

[6] González Rogado, A. B. (2012). Evaluación del impacto de una metodología docente, basada en el aprendizaje activo del estudiante, en computación en ingenierías. Universidad de Salamanca, Salamanca, España. Recuperado de

<http://hdl.handle.net/10366/121366>

[7] Torres Delgado JA, Quesada M. Informática médica. Asociación entre dos variables. Variables cuantitativas y coeficientes de correlación. Cuba: Editorial ECIMED; 2004;(2): 260-262.

[8] Churches, A. (2008). Taxonomía de Bloom para la era digital. Recuperado de <http://www.eduteka.org/TaxonomiaBloomDigital.php>

[9] O'reilly, t. (2005). «What Is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software» [<https://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html>].

[10] Gunawardena, C., Lowe, C. y Anderson (1995). The Design, Implementation and Evaluation of a Worldwide On-Line Debate, VI Congreso Internacional: Tecnología y Educación a Distancia, Memoria, Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica.

[11] Beth Davis, Colleen Carmean, Ellen D. Wagner (2000). The Evolution of the LMS: From Management to Learning disponible : <https://www.elearningguild.com/showfile.cfm?id=3703>

[12] Fernández Ana - Pampillón Cesteros (2010). Las plataformas e-learning para la enseñanza y el aprendizaje universitario en Internet. Universidad Complutense de Madrid disponible en https://eprints.ucm.es/10682/1/capituloE_learning.pdf

SIMULADOR OBD-II 1.0

OBD-II SIMULATOR 1.0

¹ Grover Wilson Quisbert Ibañez, ² Pamela Paola Mamani Vallejos,
² Ricardo Pilcomayo Quenallata

¹ Docente Investigador Carrera Ingeniería de Sistemas
² Auxiliar de Investigación Carrera Ingeniería de Sistemas
Universidad Pública de El Alto

Resumen

La elaboración de un scanner automotriz a través de la red CAN en base al OBD II y a las herramientas de software y hardware libre y así poder realizar el diagnóstico de fallas en los vehículos. Utilizando como base inicial Arduino IDE un microcontrolador de hardware y software libre, además económico, también se utilizará CAN BUS SHIELD para las interfaces de envío y la adquisición de datos logrando visualizar por diferentes modos de diagnóstico como son:

modo 1 (lectura de datos en tiempo real),

modo 3 (lectura de códigos de falla)

modo 4 (borrado de códigos de falla)

Palabras Clave

Torque, Potencia, Diagnostico, OBD II, Scanner Automotriz.

Abstract

The elaboration of an automotive scanner through the CAN network based on OBD II and free software and hardware tools and thus be able to diagnose vehicle faults. Using as an initial base Arduino IDE a microcontroller of hardware and free software, in addition to economical, CAN BUS SHIELD will also be used for the sending interfaces and data acquisition, managing to visualize by different modes of diagnosis such as:

mode 1 (real-time data reading),

mode 3 (reading fault codes)

mode 4 (erasing fault codes)

Keywords

Torque, Power, Diagnostic, OBD II, Automotive Scanner

1. Introducción

El acceso a un lector OBDII Sistema Diagnostico a bordo con un sistema (aplicación móvil, aplicación de escritorio, servicio Web, página Web) que interprete la información ofrecida al interior del mercado nacional, representa un costo

elevado de inversión, esto hace que la población en general no pueda acceder a estos instrumentos y menos poder trabajar con los mismos, esta realidad no se aleja de los estudiantes de la Universidad Pública de El Alto que dentro de los laboratorios de investigación no se cuenta con un dispositivo de estas características y menos uno elaborado dentro de nuestro

país. El diseño de un escáner bajo el protocolo OBDII (En términos de IEEE 5 Sistema Diagnostico a bordo) emitirá a un técnico automotriz y/o público en general contar con una herramienta de bajo costo, que permita diagnosticar automóviles. El diseño propuesto ofrece una herramienta simple, externa, de reducido tamaño y fácil de usar. Las opciones de diagnóstico implementadas con el escáner son Lectura de DTCs; Modulo de Control de Motor (En términos de IEEE Modulo de Control de Motor) almacenando, Borrado de DTCs, Lectura en vivo de sensores, detección de protocolos de comunicación, cálculo en vivo de la potencia y torque del vehículo. El presente proyecto será desarrollado en base a Software Libre. El software libre es aquel que les da a sus usuarios la libertad de ejecutar, copiar, estudiar, modificar y distribuir el software. En otras palabras, da la posibilidad de controlar el programa y lo que hace. El problema se centra en que en la actualidad la tecnología va avanzando y los sistemas mecánicos están dependiendo de la electrónica, por ende el vehículo como tal, ya no depende solo de la mecánica sino que trabaja en conjunto con la electrónica para así aumentar la eficiencia de la conducción, por este motivo es necesario realizar mantenimientos o revisiones periódicas a estos sistemas en especial a la electrónica, donde intervienen sensores y actuadores de los diferentes sistemas del automóvil.

El propósito del presente estudio es estudiar, modelar y proponer una solución a la implementación de un prototipo de scanner automotriz, el cual coadyuvara para la medición y cálculo de potencia y torque de los automóviles livianos en los talleres automotrices, mejorando el medio ambiente y produciéndolo a un costo económico mínimo y accesible para la sociedad en la ciudad de El Alto del departamento de La Paz.

- Identificar la mejor alternativa para el proceso de comunicación para el desarrollo del prototipo de scanner automotriz.

- Desarrollar un prototipo de simulador OBDII para poder realizar pruebas.
- Desarrollar un prototipo de scanner automotriz para corregir las pérdidas de potencia por desgaste.
- Implementar comunicación entre scanner y vehículo para la lectura de datos de potencia y torque.
- Coordinar el proceso equipar al Instituto de investigaciones de las carreras de Ingeniería Autotrónica e Ingeniería de Sistemas con equipos de diagnóstico que fortalezca el área de mantenimiento.

El prototipo de scanner automotriz para la ciudad de El Alto del departamento de la Paz realizará el diagnostico de potencia y torque de vehículos livianos contribuyendo reducirá la contaminación ambiental por los gases de efecto invernadero, desarrollado a un costo mínimo y con software libre. No se cuenta con antecedentes de estudios cuantitativos sobre la implementación de dispositivos de este tipo, por lo que el estudio realizado es de tipo exploratorio.

2. Materiales y Métodos

Bus CAN MCP2515, cuenta con dos máscaras de aceptación y seis filtros de aceptación que se utilizan para descartar mensajes no deseados, lo que reduce la sobrecarga del micro controlador anfitrión. Este es el responsable de la recepción y transmisión de tramas de datos de nuestro sistema. [1]

Soporta:	CAN V2.0B
Velocidad: de comunicación:	
hasta 1 Mb/seg	
Soporta:	SPI
Alimentación:	5 V
Consumo:	5mA
Tamaño:	4 x 2,28 cm

Tabla 1. Características De Bus CAN MCP2515 Bus CAN MCP2515

Pantalla LCD, monocromática 16x2, la pantalla de visualización se utilizará para presentar los datos procesados por Arduino Uno, existen diferentes dispositivos que permiten la visualización como contadores, matrices de leds y pantallas. En el cuadro 2 se presentan los más utilizados [2]. Para la selección del dispositivo de visualización se analizó la cuadro 12 y se tomó en cuenta que la función principal de esta pantalla es presentar el consumo de energía eléctrica acumulado, por ello se utiliza una LCD 16x2 con comunicación I2C que facilita el intercambio de información con Arduino.

Dispositivo	Resolución BUS
LCD Oled 128x64	pixeles 4
bitsLCD 16x2	12C 32caracteres 4 bits
TFT3.2'	320x 240pixeles 16 bits

Tabla 2. Dispositivos de visualización

Arduino, uno es una placa electrónica basada en el microcontrolador ATmega328. Cuenta con 14 entradas/salidas digitales, de las cuales 6 se pueden utilizar como salidas PWM (Modulación por ancho de pulsos) y otras 6 son entradas analógicas. Además, incluye un resonador cerámico de 16 MHz, un conector USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP y un botón de reseteo. La placa incluye todo lo necesario para que el microcontrolador haga su trabajo, basta conectarla a un ordenador con un cable USB o a la corriente eléctrica a través de un transformador [3].

Dispositivo	Detalle
Microcontrolador	ATmega328
Voltaje	5V
Voltaje entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje entrada (limites)	6-20V
Digital I/O Pins	14
Entradas Analógicas	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current parar 3.3V Pin	32 KB
Flash Memory	50 mA
SRAM	32 KB
EEPROM	(ATmega328)
Clock Speed	2 KB
	16 MHz

Tabla 3. Características técnicas de Arduino Uno

CAN-BUS Shield V2, para poder realizar una lectura de redes CAN con un programa de Arduino, fue necesario el uso de la tarjeta CAN- BUS Shield que nos permitiese la adquisición y lectura de dichas redes para su posterior procesamiento. La tarjeta CAN- BUS Shield es común encontrarla en buses de diagnóstico de autos. Dicha tarjeta adopta el controlador MCP2515 CAN Bus con interfaz SPI y MCP2551 CAN transmisor-receptor para ser utilizado en Arduino. Implementa CAN V2.0B arriba de 1 Mb/s, interfaz SPI arriba de 10 MHz, dos buffers de recepción con almacenaje prioritario de mensajes y conector sub-D estándar de 9 pines. [4]

Conector OBD II, este dispositivo se conecta al vehículo a través de un conector RS232C por lo que nos ayuda a obtener datos reales de las fallas que existe en la E.C.U.(Unida de control del motor)

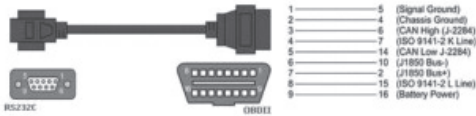


Figura 1. Conector OBD II

PIN NUMBER	SIGNAL NAME	SIGNAL DESCRIPTION
1	No connected	N/A
2	CAN L Dominant	Low
3	GND	Ground
4	No connected	N/A
5	No connected	N/A
6	GND	Ground
7	CAN H	Dominant High
8	No connected	N/A
9	No connected	N/A

Tabla 4. Pines del Conector

Software Arduino, es una placa de desarrollo basado en microcontrolador ATMEL7 , es importante precisar que los microcontroladores son circuitos integrados en lo que es posible grabar instrucciones las que deben inscribirse en un 136 lenguaje de programación utilizando un entorno de desarrollo compatible. [4]

Java, fue concebido por James Gosling, Patrick Naughton, Chriss Warth, en 1991 el desarrollo de la primera versión duro dieciocho meses y se llamó (oak) el motivo principal era la necesidad de un lenguaje independiente de la plataforma que se pudiese utilizar para crear software para diversos dispositivos electrónicos, como hornos, microondas y control controles remotos. Sin embargo, con la aparición de World wide web Java sido impulsado al frente del diseño de lenguaje de programación ya que la red también exigirá programas portables java a está relacionado con c++ y que es un descendiente directo de se la mayor parte del carácter de java es heredado por los estudios del lenguaje Java.[7]

Apache NetBeans, código abierto de gran éxito con una gran base de usuarios, una comunidad en constante crecimiento. Sun Microsystems fundó el proyecto de código abierto NetBeans en junio de 2000 y continúa siendo el patrocinador principal de los proyectos. Actualmente Sun Microsystems es administrado por Oracle Corporation.

Maven, es una herramienta open-source, que se creó en 2001 con el objetivo de simplificar los procesos de build (compilar y generar ejecutables a partir del código fuente). Antes de que Maven proporcionara una interfaz común para hacer builds del software, cada proyecto solía tener a alguna persona dedicada exclusivamente a configurar el proceso de build. Además, los desarrolladores tenían que perder tiempo en aprender las peculiaridades de cada nuevo proyecto en el que participaban. Si queríamos compilar y generar ejecutables de un proyecto, teníamos que analizar qué partes de código se debían compilar, qué librerías utilizaba el código, donde incluirlas, qué dependencias de compilación había en el proyecto.[7]

GitHub, es una compañía sin fines de lucro que ofrece un servicio de hosting de repositorios almacenados en la nube. Esencialmente, hace que sea más fácil

para individuos y equipos usar Git como la versión de control y colaboración. La interfaz de GitHub es bastante fácil de usar para el desarrollador novato que quiera aprovechar las ventajas del Git. Sin GitHub, usar un Git generalmente requiere de un poco más de conocimientos de tecnología y uso de una línea de comando [9].

3. Resultados

Se puede observar que el contar con una población y muestra, representa una inversión, ya que la comunicación de datos de los vehículos hacia lectores externos requiere de la compra de diferentes dispositivos, mismos que pueden afectar el funcionamiento del vehículo si no son operados de manera correcta. Es por eso que se decidió elaborar un prototipo de emulador de OBD2, que permita trabajar con información de igual manera que en un caso real. De esta manera se cumpliría con uno de los objetivos, nuestro EmuladorObd2Java, fue desarrollado sobre Arduino Uno, y el lenguaje de programación.

Pregunta experimental, "¿Cuál será el impacto económico, social y medio ambiental de la implementación de prototipos de scanner automotrices para la medición de potencia y torque en los talleres automotrices y la sociedad en la ciudad de El Alto del departamento de la Paz?".

3.1. Variables de investigación

Las variables son características, atributos, cualidades o propiedades que se dan en individuos, grupos u objetos. La validez de una variable depende sistemáticamente del marco teórico que fundamente el problema y del cual va a ser desprendido, y su relación directa con hipótesis que la respalda. Para poder identificar las variables del presente proyecto se tomó en cuenta los siguientes factores:



Figura 2. Repositorio Github – Grover Wilson Quisbert Ibañez

- La definición nominal de la variable a medir.
- La definición real o dimensión de la variable
- La definición operacional o indicador de la variable.

3.2. Ambientes de investigación

Etapas	Actividades	Ambientes
Primera	Investigación de parámetros de diseño Desarrollo de scanner automotriz	Instalaciones de Instituto de Investigaciones
Segunda	Verificación de circuito para la comunicación entre PC-Automóvil Funcionalidad de scanner automotriz	Taller de la carrera de Ingeniería Autotrónica

Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Repositorio Github – Grover Wilson Quisbert Ibañez

3.3. Procedimiento de la investigación

En el procedimiento de la investigación para el presente proyecto se realizará mediante el proceso de los siguientes pasos, los cuales están descritos desde el inicio del proyecto así también como en el proceso de construcción y desarrollo del scanner automotriz en base al OBD II.

4. Conclusiones

El prototipo del OBD II en su primera versión fue concluida con los resultados de envío y recepción de información obteniendo los principios y protocolos que debe tener un escáner automotriz.

5. Referencias

[1] Liu, J. M., Wang, J. H., and Sun, D. H. (2014). The design of can bus communication system based on mcp2515 and s3c2440. In Advanced Materials Research, volume 933, pages 516–520. Trans Tech Publ.

[2] Amini, A., Zand, F., and Maghbooli, M. (2010). Tela de toque capacitiva do painel lcd 3versus reutilizá vel para ventilacao de pacientes submetidos à colecistectomia laparoscó pica. Revista Brasileira de Anestesiologia, 60(1):32–41.

[3] Uno, A. and Uno, G. (1999). Arduino. línea]. Available: <http://arduino.cc/en/pmwiki.php>

[4] Roksic, S. (2020). Controller area network (can) bus simulator and data-logger for in-vehicle infotainment testing.

[5] Deitel, H. M. and Deitel, P. J. (2003). Co-mo programar en Java. Pearson educació n.

[6] [Connerney et al., 2015] Connerney, J., Espley, J., Lawton, P., Murphy, S., Odom, J., Oliveresen, R., and Sheppard, D. (2015). The maven magnetic field investigation. Space Science Reviews, 195(1):257–291.

[7] [Kalliamvakou et al., 2014] Kalliamvakou, E., Gousios, G., Blin- coe, K., Singer, L., German, D. M., and Damian, D. (2014). The promises and perils of mining github. In Proceedings of the 11th working conference on mining software repositories, pages 92–101.

GENETIC DRAWING, APLICACIÓN DE ALGORITMOS GENÉTICOS EN JAVA

GENETIC DRAWING, APPLICATION OF GENETIC ALGORITHMS IN JAVA

¹ Docente Investigador Carrera Ingeniería de Sistemas
Universidad Pública de El Alto

¹ Grover Wilson Quisbert Ibañez

Resumen

Inteligencia Artificial es un concepto que se ha popularizado en los últimos años en la animación de películas, series, dibujos animados, etc. Hoy, el desarrollo de los dispositivos inteligentes se encuentra al alcance del público consumidor, mediante programas que permiten mejorar fotografías, agregar filtros, producciones fílmicas, etc. Con el conocimiento y habilidad en el desarrollo de Algoritmos Genéticos Evolutivos, ¿se puede enseñar a una computadora a dibujar y para evitar períodos prolongados de trabajo?, se emplea para ello, software libre y el framework de trabajo para algoritmos genéticos JGAP, cuyos resultados se observan en la composición gráfica.

Palabras Clave

Inteligencia Artificial, Algoritmo Genético, Dibujo Inteligente, JAVA, Algoritmo Evolutivo, Aplicación de IA

Abstract

Artificial Intelligence is a concept that has become popular in recent years in the animation of movies, series, cartoons, etc. Today, the development of smart devices is within the reach of the consumer public, through programs that allow to improve photographs, add filters, film productions, etc. JGAP genetics, whose results are observed in the graphic composition.

Keywords

Artificial Intelligence, Genetic Algorithm, Intelligent Drawing, JAVA, Evolutionary Algorithm, Application of AI

1. Introducción

En 1992 después de la presentación del libro *Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection*, publicado por Jhon R. Koza, se presentó un nuevo paradigma donde todo lo que parecía imposible de resolver a través del uso de algoritmos tradicionales, encontraba la solución en los Algoritmos Genéticos. Es así como Roger Johansson Alsing, presentó una solución a través del uso de algoritmos genéticos

y polígonos irregulares, para poder obtener una aproximación (En términos de Algoritmos Genéticos evolucionar) a lo largo de varias décadas una imagen similar a la Mona Lisa (El Retrato de Lisa Gherardini, esposa de Francesco del Giocondo). Después de 2008, Peter Braden, inspirado por el trabajo de Johansson, produjo un experimento usando HTML5, utilizando círculos en reemplazo de polígonos. Se plantea imitar y experimentar con el

trabajo, pero en esta ocasión, se utilizará el lenguaje de programación JAVA y un Framework (Marco de trabajo y desarrollo que facilita el empleo de un lenguaje o una aplicación), para el caso JGAP (<https://sourceforge.net/projects/jgap/>)

Algoritmos Genéticos, son algoritmos de búsqueda basados en el mecanismo de la selección natural y la genética natural. generalmente utilizados en problemas de búsqueda y optimización de datos. Mas formalmente, y siguiendo la definición dada por Golberg "Los Algoritmos Genéticos son algoritmos de búsqueda basados en la mecánica de selección natural y de la genética natural. combinan la supervivencia del más apto entre estructuras de secuencias con un intercambio de información estructurado, aunque aleatorizado, para constituir así un algoritmo de búsqueda que tenga algo de las genialidades de la búsqueda humana" [1]. Para alcanzar la solución a un problema se parte de un conjunto inicial de individuos que representa una posible solución al problema. estos individuos evolucionaran tomando como base los esquemas propuestos por Darwin sobre la selección natural, y se adaptaran en mayor medida tras el paso de cada generación a la solución requerida. [2]

Algoritmos Evolutivos, son métodos robustos de búsqueda, que permiten tratar problemas de optimización donde el objetivo es encontrar un conjunto de parámetros que minimizan o maximizan una función de adaptación (fitness). Estos algoritmos operan con una población de individuos $P(t) = x_1, \dots, x_n$, para la iteración t , donde cada individuo x , representa un punto de búsqueda en el espacio de las soluciones potenciales a un problema. el desempeño de un individuo X_i se evalúa según una función de adaptación $f(X_i)$. Esta función permite ordenar del mejor al peor individuo de la población. [3]

La estructura del algoritmo genético evolutivo básico es la siguiente:

```
Comenzar
t = 0
inicializar P(t)
evaluar P(t)
    mientras (no condición de termino)
hacer:
    t = t + 1
    seleccionar P(t) a partir de P(t-1)
    recombinar y/o mutar P(t) evaluar P(t)
fin
fin
```

La problemática al utilizar la inteligencia artificial para poder realizar pinturas a partir de polígonos y algoritmos evolutivos, hasta hace algunos años se pensaría que es una misión imposible, a mediados de 2008 se plantearon varias soluciones, que utilizaban algoritmos genéticos codificados en lenguajes como Visual Studio .Net, Canvas y HTML5. El uso de un lenguaje de programación como es JAVA y programar Algoritmos Genéticos, puede sonar a una tarea muy difícil de realizar, y esto llevaría a abandonar el proyecto. pero gracias al trabajo de klausikm (<https://sourceforge.net/u/klausikm/profile/>), podemos contar con una Librería que nos ayuda de gran manera a poder iniciarnos y 88 trabajar con algoritmos genéticos y no rendirnos en el intento. JGAP (<https://sourceforge.net/projects/jgap/>) es un paquete de programación genética y algoritmos genéticos escrito en Java. Está diseñado para requerir un esfuerzo mínimo de uso, pero también está diseñado para ser altamente modular. En el presente artículo científico se plantea poder desarrollar un **Algoritmos Genético en Java, que permita elaborar una pintura a partir de polígonos**. para el caso poder trabajar con la obra Madre Tierra de Rosmery Mamani (El trabajo de Mamani se caracteriza por el alto nivel de realismo y detalle que presenta. Es una de las más importantes exponentes de la técnica de la acuarela en Bolivia. Su obra contiene principalmente retratos de alto realismo de personas aimaras y afro bolivianos. Los paisajes urbanos y rurales también se reflejan, aunque en menor medida y generalmente como marco para retratos o como entorno de actividades cotidianas).



Figura 1. Obra Madre Tierra, Rosmery Mamani

2. Materiales y Métodos

Instalación de JGAP, instalar la librería en nuestro IDE de trabajo para este caso NetBeans IDE 7.0.1, debemos proseguir con los siguientes pasos:

1. Descargar el .zip de JGAP de <https://sourceforge.net/projects/jgap/>
2. Obtenga las bibliotecas de terceros que se utilizan con JGAP
3. Si aún no lo ha hecho, descomprima el archivo JGAP en el directorio de tu elección.
4. Simplemente agregue jgap.jar a su classpath. Si desea utilizar el ejemplos, luego también agregue jgap-examples.jar a su classpath.
5. Finalmente, si desea ver o modificar el código fuente, puede se encuentra en el directorio src/ del archivo. Por conveniencia, Ant Se incluye el script de construcción. 114 Para obtener más información sobre Ant, consulte la Pagina de inicio de Ant en <http://ant.apache.org>.

Se aprecia el estado de los directorios del proyecto:

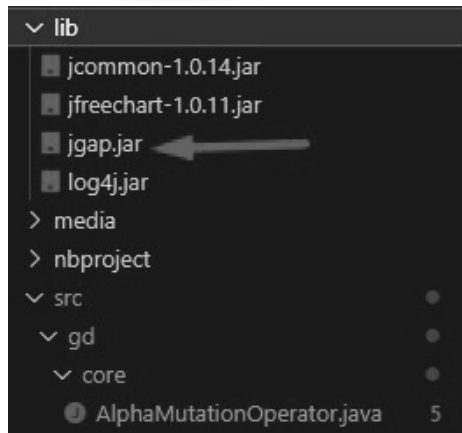


Figura 2. Instalación de librería JGAP

2.1. Codificación de problemas

Cualquier solución a un problema puede ser representado asignando valores a una serie de parámetros. Genes es el conjunto de todos los parámetros, se codifica en una cadena de valores denominados cromosomas. El conjunto de los parámetros representados por un cromosoma en particular recibe el nombre de genotipo. Un genotipo contiene la información necesaria para poder representar al organismo, en otras palabras, la solución real al problema, mismo que se denomina fenotipo. Los primeros trabajos de John Holland describen una codificación que suele representarse mediante valores binarios. esta solución propone la asignación de un determinado número de bits a cada parámetro y se realiza una discretización de la variable representada por cada gen. El número de bits asignados dependerá del grado de ajuste que se debe alcanzar. en la siguiente figura se puede observar la representación de un individuo genético.[3]

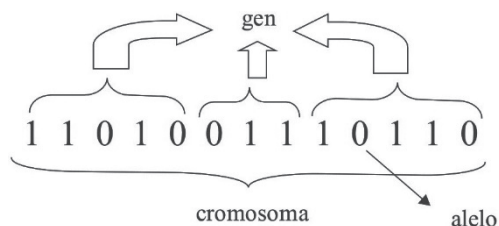


Figura 3. Individuo Genético, representación binaria

Al interior de la clase **GInitialChromosomeFactory.java**, se cuenta con la función que crea el cromosoma del algoritmo genético a través de la función create.

```
BufferedImage target = a_conf.getTarget();
IChromosome sample_chromosome = new
    Chromosome(a_conf);
Gene[] sample_genes = new Gene[getGenomeSize(
    a_conf)];
```

```
for (int i = 0; i < getGenomeSize(a_conf);)
{
    /* Genes that encode the HSB Color */
    for (int c = 0; c <
        getNumberOfColorGenesPerPolygon() - 1; c
        ++){
        sample_genes[i] = new IntegerGene(a_conf,
            0, 255);
        sample_genes[i++].setToRandomValue(a_conf
            .getRandomGenerator());
    }

    /* Gene that encodes the alpha value of the
        color */
    sample_genes[i] = new IntegerGene(a_conf,
        0, 255);
    sample_genes[i++].setAllele(new Integer(0))
        ;

    /* Genes that encode the position of the
        points */
    for (int j = 0; j < POINTS; j++) {
        sample_genes[i] = new IntegerGene(a_conf,
            0, target.getWidth());
        sample_genes[i++].setToRandomValue(a_conf
            .getRandomGenerator());
        sample_genes[i] = new IntegerGene(a_conf,
            0, target.getHeight());
        sample_genes[i++].setToRandomValue(a_conf
            .getRandomGenerator());
    }
}
```

```
sample_chromosome.setGenes(sample_genes); return
sample_chromosome;
```

2.2 Población

El tamaño de la población nos indica el número de cromosomas que tenemos en nuestra población para una generación determinada. En caso de escoger una medida insuficiente, el Algoritmo Genético tiene pocas posibilidades de realizar las reproducciones apropiadas, lo que conlleva a una búsqueda de solución escasa y poco optima, por el contrario, si la población es excesiva, el Algoritmo Genético nos ofrecerá soluciones con una lentitud excesiva.

Goldberg [3] efectuó un estudio teórico, obteniendo como conclusión que el tamaño óptimo de la población para una longitud l , con codificación binaria, crece exponencialmente con el tamaño. Alander basándose en evidencias empíricas sugiere que un tamaño de población comprendida entre l y $2l$ es suficiente para atacar con éxito problemas [4].

Para poder trabajar con la librería JGAP y configurar nuestro Algoritmo Genético se empleó la clase **GAConfiguration.java**, donde se configura la función **GAConfiguration** de acuerdo al siguiente código:

```
m_maxPolygons = a_maxPolygons; m_target =
a_target; m_phenotypeExpresser = new
    GAPhenotypeExpresser(this);
setBreeder(new GABreeder());
setRandomGenerator(new
    StockRandomGenerator());
setEventManager(new EventManager());
BestChromosomesSelector bestChromsSelector
    = new BestChromosomesSelector(this,
        0.50d);
bestChromsSelector.
setDoubletteChromosomesAllowed(true);
addNaturalSelector(bestChromsSelector,
    false);
setMinimumPopSizePercent(0);
setPreservFittestIndividual(true);
setPopulationSize(20);
setKeepPopulationSizeConstant(false);
setFitnessEvaluator(new
    DeltaFitnessEvaluator());
setFitnessFunction(new LMSFitnessFunction(
    this));
setChromosomePool(new ChromosomePool());
addGeneticOperator(new
    SingleMutationOperator(this, 2));
setSampleChromosome(
    GInitialChromosomeFactory.create(this));
```

2.3. Selección

El procedimiento a través del cual los individuos más capacitados sean los que se reproduzcan con una mayor probabilidad de acuerdo a la teoría de Darwin, en la cual los individuos más capacitados son los que de ben sobrevivir y crear una nueva descendencia que este mas facultada.

Para establecer la configuración de selección se hace uso de la clase **org.jgap**.

impl.BestChromosomesSelector de la librería JGAP misma que es declarada en la configuración del Algoritmo Genético.

```
BestChromosomesSelector
    bestChromsSelector = new
        BestChromosomesSelector(this, 0.50d);

bestChromsSelector.
setDoubletteChromosomesAllowed(true);
addNaturalSelector(bestChromsSelector,
    false);
```

La Selección por Torneo, permite escoger de forma aleatoria un número de individuos de la población, y el que tiene puntuación mayor se reproduce, sustituyendo su descendencia al que tiene menor puntuación.

2.4. Evaluación

La cualidad cuantitativa de la bondad de un determinado individuo se realiza por medio del ajuste de ese individuo, este ajuste lo podemos obtener en base a la evaluación del mismo y si este se aproxima a la solución objetivo. para el caso se recorre todos los pixeles de la imagen creada por el Algoritmo Genético y se lo compara con la imagen objetivo. Para tal caso se utiliza la clase **LMSFitnessFunction.java**, donde se emplea la función **evaluate**.

```
BufferedImage generated = m_conf.
    getPhenotypeExpresser().express(
        a_chromosome);
final int[] generatedPixels = new int[
    generated.getWidth() * generated.
    getHeight()];
PixelGrabber pg = new
    PixelGrabber(generated
        , 0, 0, generated.getWidth(),
    generated.getHeight(), generatedPixels, 0,
    generated.getWidth());
try {
    pg.grabPixels();
} catch (InterruptedException ex) {
    Logger.getLogger(LMSFitnessFunction.class
        .getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
    long sum = 0;
    for (int i = 0; i < generatedPixels.length
        && i < targetPixels.length; i++) {
        int c1 = targetPixels[i]; int c2 =
        generatedPixels[i];
        int r = ((c1 >> 16) & 0xff) - ((c2 >>
            16) & 0xff);
        int g = ((c1 >> 8) & 0xff) - ((c2 >> 8)
            & 0xff);
        int b = (c1 & 0xff) - (c2 & 0xff);
        sum += r * r + g * g + b * b;
    }
    return Math.sqrt((double) sum);
```

2.5. Mutación

Para el caso de la codificación binaria, la mutación consiste simplemente en la inversión del gen mutado que corresponderá con un bit. tras el operador de cruce, se tiene lugar la mutación. Las mutaciones suelen en promedio ser beneficiosos pues contribuyen a la diversidad genética dentro del pool de cromosomas. Para el presente caso se empleará la clase **SingleMutationOperator.java**, empleando la función **operate** enviando la población y la lista de cromosomas.

```
if (a_population == null ||
    a_candidateChromosomes == null) {return;
}
if (getMutationRate() == 0 &&
    getMutationRateCalc() == null) {return;
}
GAConfiguration conf = (GAConfiguration)
    getConfiguration();
boolean mutate = false;
RandomGenerator generator = conf.
    getRandomGenerator(); int
    size = Math.min(conf.
        getPopulationSize(),
    a_population.size());
IGeneticOperatorConstraint constraint =
    conf.getJGAPFactory().
    getGeneticOperatorConstraint();
for (int i = 0; i < size; i++) {
    IChromosome chrom = a_population.
        getChromosome(i);
    Gene[] genes = chrom.getGenes();
    IChromosome copyOfChromosome = null;
    int target;
    int polygon = generator.nextInt(conf.
        getMaxPolygons());
    boolean decision = generator.
        nextBoolean();
    if (decision) {
        int color = generator.nextInt(
            GAInitialChromosomeFactory.
            getNumberOfColorGenesPerPolygon());
        target = color + polygon *
            GAInitialChromosomeFactory.
            getNumberOfGenesPerPolygon();
    } else {
        int point = generator.nextInt(
            GAInitialChromosomeFactory.
            getNumberOfGenesPerPoint() *
            GAInitialChromosomeFactory.POINTS);
        target = point +
            GAInitialChromosomeFactory.
            getNumberOfColorGenesPerPolygon() +
            polygon *
            GAInitialChromosomeFactory.
            getNumberOfGenesPerPolygon();
    }
    if (getMutationRateCalc() != null) {
        mutate = getMutationRateCalc().
            toBePermuted(chrom, target);
    } else {
        mutate = (generator.nextInt(
            getMutationRate()) == 0);
    }
}
```

```
if (mutate) {
    if (constraint != null) {List v
    = new Vector();v.add(chrom);
    if (!constraint.isValid(
        a_population, v, this)) {continue;
    }
    }
    if (copyOfChromosome == null) {
        copyOfChromosome = (IChromosome)
            chrom.clone();
        a_candidateChromosomes.add(
            copyOfChromosome); genes =
            copyOfChromosome.
            getGenes();
    }
    if (genes[target] instanceof
        ICompositeGene) {

        ICompositeGene compositeGene = (
            ICompositeGene) genes[target
        ];
        for (int k = 0; k <
            compositeGene.size(); k++) {
            mutateGene(compositeGene.
                geneAt(k), generator);
        }
    } else {
        mutateGene(genes[target], generator);
    }
}
```

3. Resultados

Al inicio del Algoritmo Genético se establece como objetivo la 1, tomando como inicio una población $P = 200$, y un valor de $fitness = 65000$. Que despues de las evoluciones mientras el valor de finess este mas proximo a 0, el resultado será óptimo [4].

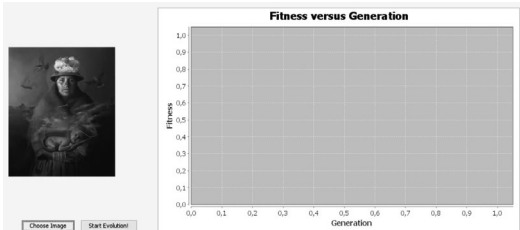


Figura 4. Estado inicial Algoritmo Genético

A continuación, se puede observar los resultados obtenidos en las diferentes evoluciones del Algoritmo Genético. $Fitness = F; Generacion = G$.

- 1. AG con valores de $F_1 = 65000 - G_1 = 130$ 5
- 2. AG con valores de $F_1 = 60000 - G_1 = 1000$ 6
- 3. AG con valores de $F_1 = 7000 - G_1 = 15000$ 7
- 4. AG con valores de $F_1 = 5000 - G_1 = 40000$ 8
- 5. AG con valores de $F_1 = 4000 - G_1 = 125000$ 9

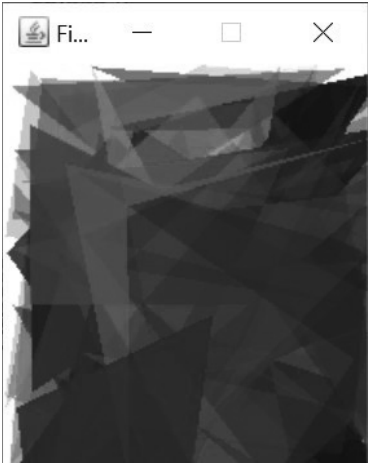


Figura 5. AG con valores de $F_1 = 65000 - G_1 = 130$

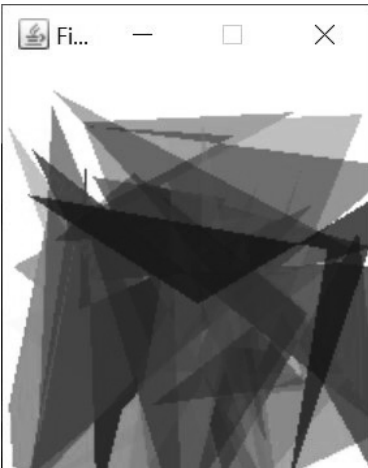


Figura 6. AG con valores de $F_1 = 60000 - G_1 = 1000$

Después de un tiempo de espera de 4 horas aproximada mente se obtiene un resultado más eficiente, y se concluye se logo hacer que el Algoritmo Genético realice un dibujo similar a la obra de arte. a continuación, se puede observar la comparación y resultado del trabajo, izquierda obra de la Artista Rosmery Mamani, derecha resultada de la evolución del Algoritmo Genético.[4]

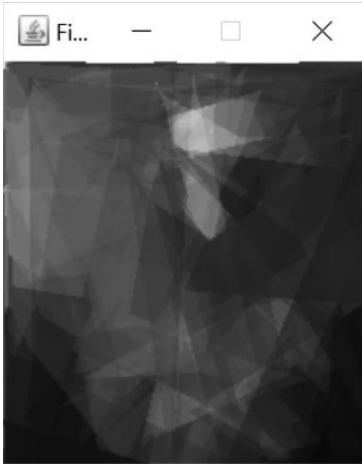
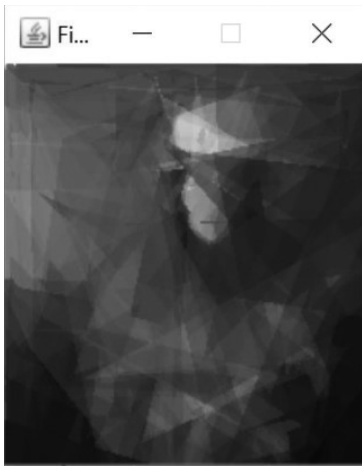


Figura 7. AG con valores de $F_1 = 7000 - G_1 = 15000$



4. Resultados

[1] Goldber D. E. Genetic Algorithms in Search, Optimization 446 and Machine Learning.

[2] C. Darwin. On the Origin of Species by Means of Natural 448 Selection. John Murray. 449

[3] Marcos Gestal. Introduccion a los Algoritmos Geneticos y la Programacion Genética´.

[4] J.T.Alandern optimal population size of genetic algorithms. Proceedings CompEuro 1992, Computer Systems and Software Engineering.

[5] Isaac Newton and NW Chittenden. Newton's principia: The mathematical principles of natural philosophy. Geo. P. Putnam, 1850.

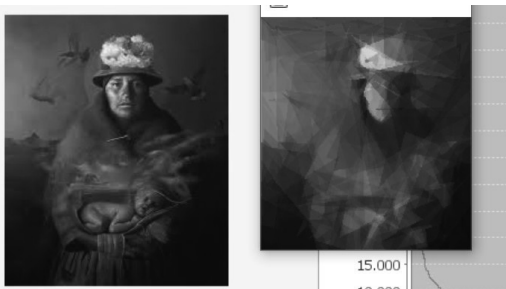


Figura 8. Comparación de resultados obtenidos

MODELO DE APRENDIZAJE COLABORATIVO Y SOFTWARE LIBRE

COLLABORATIVE LEARNING MODEL AND FREE SOFTWARE

¹ Docente Carrera Ingeniería de Sistemas
Universidad Pública de El Alto

¹ Reynaldo Javier Zeballos Daza

Resumen

En estos tiempos de COVID-19, usar herramientas en software libre que promuevan el aprendizaje colaborativo, es la respuesta a la necesidad que tiene el docente para llegar de manera más efectiva a sus estudiantes universitarios. En la educación superior, cada vez es más frecuente la conformación de grupos de trabajo entre los estudiantes, precisamente por esta razón en este artículo se analiza una serie de principios educativos ligados a la construcción colaborativa del conocimiento en un entorno virtual, y se desarrolla un modelo de aprendizaje colaborativo mediado por herramientas de software libre, apoyado en la perspectiva constructivista y sociocultural de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Palabras Clave

Aprendizaje Colaborativo, Software Libre, Grupos de Trabajo, Construcción Colaborativa, Modelo Pedagógico, Perspectiva Constructivista, Enseñanza/Aprendizaje.

Abstract

In these times of COVID-19, using free software tools that promote collaborative learning, is the answer to the need for teachers to more effectively reach their university students. In higher education, the formation of work groups among students is more and more frequent, precisely for this reason in this article a series of educational principles linked to the collaborative construction of knowledge in a virtual environment is analyzed, and a collaborative learning model mediated by free software tools, supported by the constructivist and sociocultural perspective of the teaching and learning processes.

Keywords

Collaborative Learning, Free Software, Workgroups, Collaborative Construction, Pedagogical Model, Constructivist Perspective, Teaching / Learning.

1. Introducción

Uno de los principales desafíos que enfrenta hoy en día la sociedad del conocimiento, es relacionarla con la posibilidad de emplear herramientas de Software Libre para promover la construcción colaborativa del conocimiento. De hecho, las primeras incursiones de la computadora en las aulas y en los escenarios de capacitación para el trabajo, modelados entorno a la visión

de un participante en la red que actúa en solitario ajeno a todo tipo de interacción humana, y que selecciona y administra por su cuenta contenidos de su interés, han sido cuestionados no sólo por sus escasos logros educativos, sino por su poca relevancia humana y social. Es cierto que la educación a distancia y específicamente la educación en línea, más que una alternativa

se ha vuelto en una necesidad latente en estos tiempos.

Esta tendencia la podemos ver reflejada en el desarrollo mismo de la tecnología, con la llegada de la Web 2.0 y con el éxito creciente del llamado software social. Al respecto, la llamada Web 2.0 se refiere a la agrupación de todas aquellas aplicaciones tecnológicas de Internet que se modifican gracias a la participación social, permite al usuario no sólo recuperar o subir información al gran aparador de Internet, sino involucrarse en procesos de construcción conjunta del conocimiento y la socialización del mismo[1], dichas aplicaciones tecnológicas o herramientas, el software social (Wikis, Blogs, Chats, mensajería instantánea, etc.), hacen posible la interacción grupal y por esta razón, se consideran un fenómeno tecno-social, propio de la sociedad del conocimiento. Su potencial reside en los procesos de acceso y difusión, gestión en conocimiento colectivo. Su éxito recae en que permiten interacciones sincrónicas y asincrónicas entre los usuarios de una forma práctica y sencilla que facilita la comunicación humana con múltiples propósitos, es por ese motivo que es posible identificar tres características en el software social:

- 1) Posibilita la interacción entre individuos en un amplio espectro, el cual abarca desde la mensajería instantánea a los espacios de grupos de trabajo colaborativo asíncronos.
- 2) Permite al grupo disponer de las contribuciones individuales.
- 3) Apoya la creación y gestión de redes sociales, al favorecer las relaciones personales en un ambiente digital.

No obstante, sería difícil cuestionar la relevancia social y potencialidad de dichos recursos tecnológicos o la importancia misma de aprender a través de compartir y construir significativamente el conocimiento en la red con apoyo de los demás. En diversos estudios conducidos en el contexto de la educación superior,

varios investigadores concluyen que los usos más frecuentes de las tecnologías de información y comunicación en las aulas, tanto por profesores como por estudiantes, tienen que ver más con la búsqueda y procesamiento de la información y muy poco con la construcción del conocimiento o la colaboración.

Los usos más frecuentes de las tecnologías de información y comunicación, por parte de docentes y estudiantes se enfocan en el trabajo personal (búsquedas de información en internet, utilización del procesador de textos, gestión del trabajo personal, preparación de las clases, realización de tareas). Los usos menos frecuentes son los de apoyo a la labor docente en el aula (presentaciones, simulaciones, utilización del software educativo, pizarra electrónica, etc.) y menor aún los relacionados con la comunicación y el trabajo colaborativo entre los estudiantes.

Al mismo tiempo, la colaboración en el aula no ocurre simplemente porque los estudiantes formen "grupos" de trabajo y el docente les solicite la realización conjunta de determinada tarea. También resulta ilusorio pensar que por el hecho de introducir estas herramientas tecnológicas que potencialmente propician la colaboración en el aula virtual, éste se transformará en un entorno de aprendizaje colaborativo.

2. Materiales y Métodos

2.1. Metodología de aprendizaje colaborativo en entornos virtuales

El aprendizaje colaborativo se define como un proceso donde interactúan dos o más sujetos para construir aprendizaje, a través de la discusión, reflexión y toma de decisiones; los recursos informáticos actúan como mediadores psicológicos, eliminando las barreras espacio-tiempo. Se busca no sólo que los participantes compartan información, sino que trabajen con documentos conjuntos, participen en

proyectos de interés común, y se facilite la solución de problemas y la toma de decisiones. El interés de los investigadores de este campo reside en estudiar cómo es que el aprendizaje colaborativo apoyado por herramientas en software libre, pueden mejorar el trabajo e interacción entre compañeros, y cómo es que la colaboración y la tecnología facilitan y distribuyen el conocimiento y la pericia entre los miembros de una comunidad.[2] en un entorno de aprendizaje colaborativo hay que tomar en cuenta cuatro perspectivas, sin las cuales no es posible llegar a la construcción conjunta y situada del conocimiento:

- 1) La opinión personal del usuario o estudiante, la cual debe captar sus pensamientos y experiencias iniciales, pero que resultará enriquecida con las ideas de los otros (los demás participantes, el tutor, las ideas de los materiales disponibles en la Web, etc.).
- 2) La opinión del grupo, que se construye y comparte en las fases de trabajo grupal conjunto.
- 3) La opción del curso, donde los materiales curriculares o pertinentes al proceso educativo se discuten entre todos los participantes.
- 4) La opinión de otros agentes involucrados en la tarea (proceso de indagación o situación problema) entorno en el cual giran las discusiones y propuestas de los participantes.

Es habitual que en un entorno virtual de aprendizaje colaborativo existan una serie de recursos para el manejo de la información en la forma de un repositorio de la comunidad, que incluyen documentos electrónicos, enlaces a otros sitios, plantillas, ejemplos de buenas prácticas, producciones diversas generadas por los participantes, contactos con el tutor, herramientas y espacios para la colaboración.

En la actualidad existe una discusión para diferenciar los términos aprendizaje cooperativo y colaborativo, muchos autores los emplean de manera indistinta y reconocen que la línea divisoria entre ambos es muy fina o que se complementan. La investigación sobre aprendizaje cooperativo, tiene base en la concepción cognitiva y en la tradición del aprendizaje de grupos, destaca el papel de las estructuras de participación, motivacionales y de recompensa, el establecimiento de metas, la interdependencia entre participantes, así como la aplicación de ciertas técnicas de trabajo cooperativo en el aula.

Los estudios recientes sobre trabajo colaborativo se asocian más bien a posturas socioculturales y destacan los intercambios comunicativos o discursivos y el tipo de interacciones que ocurren al trabajar juntos; el foco de análisis es la actividad conjunta y los mecanismos mediante los cuales se pasa a formar parte de una comunidad de práctica, en ambos casos existen aportaciones y principios educativos de corte constructivista que es importante recuperar.

2.2. Aprendizaje colaborativo

El aprendizaje cooperativo se caracteriza por la igualdad que debe tener cada individuo en el proceso de aprendizaje y la mutualidad, entendida como la conexión, profundidad y bidireccionalidad que alcance la experiencia, siendo ésta variable en función del nivel de competitividad existente, la distribución de responsabilidades, la planificación conjunta y el intercambio de roles[3]. No sólo se requiere trabajar juntos, sino cooperar en el logro de una meta compartida que no es posible alcanzar individualmente. Son cinco los componentes esenciales del aprendizaje cooperativo: interdependencia positiva, interacción cara a cara, responsabilidad individual, utilización de habilidades interpersonales y procesamiento grupal.

En relación con el aprendizaje colaborativo [4], se plantea que la noción de colaborar para aprender en la educación

superior tiene un significado más amplio, y contempla la posibilidad de trabajar en una situación educativa en la que, en contraposición al aprendizaje individual o aislado, aparecen varias interacciones simétricas entre los estudiantes a lo largo de la clase virtual, cuando realizan alguna actividad. Otra situación, más formal, se refiere a que, como miembros de un grupo, los estudiantes poseen objetivos comunes de aprendizaje y toman conciencia recíproca de ello, existe división de tareas y comparten grados de responsabilidad e intervención en torno a una tarea o actividad. Pero también, hay colaboración cuando los estudiantes se apoyan recíprocamente, incluso de manera espontánea, por ejemplo, para presentar una tarea grupal o repasar una clase. La noción de colaboración también puede aplicarse a las negociaciones o interacciones sociales entre los estudiantes, siendo muy importante la estructura de diálogo colaborativo [5].

2.3. Software Libre

Desde el punto de vista pedagógico, las herramientas disponibles en software libre, representan ventajas para el proceso de aprendizaje colaborativo, debido a que permiten: estimular la comunicación interpersonal; el acceso a información y contenidos de aprendizaje; el seguimiento del progreso del participante, a nivel individual y grupal; la gestión y administración de los estudiantes; la creación de escenarios para la evaluación y autoevaluación [6]. Algunas utilidades específicas de las herramientas tecnológicas para el aprendizaje colaborativo son la: comunicación sincrónica, comunicación asincrónica, transferencia de datos, aplicaciones compartidas, convocatoria de reuniones, chat, lluvia de ideas, mapas conceptuales, navegación compartida, wikis, notas y la pizarra compartida.

3. Resultados

Un ambiente virtual de aprendizaje, también conocido como entorno virtual

de aprendizaje, es un espacio en donde se asocian estudiantes y docentes para interactuar psicológicamente con relación a ciertos contenidos, utilizando para ello métodos y técnicas previamente establecidos con la intención de adquirir conocimientos, desarrollar habilidades, actitudes y en general, incrementar algún tipo de capacidad o competencia [7].

Además, constituye un espacio propicio para que los estudiantes obtengan recursos informativos y medios didácticos para interactuar y realizar actividades encaminadas a metas y propósitos educativos establecidos. Cabe mencionar que, si alguno de estos elementos se cambia o elimina, el ambiente se transforma. Existen cuatro características que distinguen a un ambiente de aprendizaje[8]:

- 1) Un proceso de interacción o comunicación entre sujetos.
- 2) Un grupo de herramientas o medios de interacción.
- 3) Una serie de acciones reguladas relativas a ciertos contenidos.
- 4) Un entorno o espacio en donde se llevan a cabo dichas actividades.

Cuando el entorno virtual se enfoca en los intercambios colaborativos, se utiliza el término entorno colaborativo telemático, recuperando el vocablo inglés "groupware" [9]. Gracias al diseño de entornos virtuales de aprendizaje, es posible conjugar la utilización de diferentes herramientas en software libre de manera simultánea.

Lo innovador es que permiten crear entornos que integran los sistemas semióticos conocidos (lengua oral, lengua escrita, lenguaje audiovisual, lenguaje gráfico, lenguaje numérico, etc.) y amplían hasta límites insospechados la capacidad humana para representar, procesar, transmitir y compartir información [10].

Por ello, es recomendable que cada proyecto educativo esté acompañado de

su propio entorno virtual de aprendizaje, partiendo por un lado de las necesidades específicas de formación que se detecten en un contexto educativo determinado y por otro, de los recursos tecnológicos con los que se disponga.

El diseño pedagógico virtual [11], también conocido como diseño instructivo o diseño educativo, es una disciplina que vincula la teoría del aprendizaje con la práctica educativa, se interesa en la comprensión y mejoramiento del proceso de enseñanza aprendizaje. Tiene como propósito el aconsejar cuáles son las mejores formas para lograr los fines educativos, en otras palabras, determina los métodos más apropiados de instrucción para crear los cambios deseados en el conocimiento y habilidades de cada estudiante.

Por su parte, se afirma que el diseño pedagógico virtual es un sistema que busca aplicar los principios derivados de la ciencia para la planeación, diseño, creación, implementación y evaluación efectiva y eficiente de la enseñanza. En otras palabras, debe ser concebido como un proceso arquitectónico de planificación de la enseñanza [12]. Es necesario precisar que el diseño pedagógico virtual hoy en día, se define como un proceso sistémico, dialéctico, creativo y flexible, que tiene el interés de establecer un puente entre las teorías de aprendizaje y la práctica educativa, al construir un sistema pedagógico virtual cuyas múltiples fases y componentes de planificación se abordan y se trabajan simultáneamente, en estrecha interrelación, más que de manera lineal, para la selección adecuada de los medios y estrategias de enseñanza, que permiten la construcción y reelaboración de aprendizajes significativos por parte de los estudiantes, en función de los tipos de conocimiento que deberán aprenderse.

Dentro de los modelos pedagógicos virtuales más utilizados, se encuentra ADDIE, por sus siglas: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación.

Una característica particular de este modelo es que sus etapas están

interrelacionadas y son interdependientes de muchas maneras, de ahí su carácter sistémico.

Dicho modelo se ha considerado como base en la delimitación de las etapas de la propuesta de modelo pedagógico virtual para entornos colaborativos.

En la Tabla No 1 – Fases Principales del Modelo, se describe cada una de estas fases, así como los productos que se deben obtener en cada una de ellas.

Análisis	Descripción
	Su propósito consiste en identificar las características del entorno donde el programa se llevará a cabo, detectando las necesidades de la población, así como los recursos materiales y humanos con los que se cuenta. Los métodos utilizados son: análisis conceptual, para definir los límites del entorno, así como estudios empíricos para definir las necesidades del contexto e identificar a los participantes.
Diseño	Productos a Obtener
	- Las características de la población y el contexto al que va dirigido. - Las necesidades de formación de la población. - El presupuesto disponible. - Las limitaciones existentes. - Fechas para entregar e implantar el curso virtual.
Diseño	Descripción
	Es el proceso donde se desarrollan y formulan las especificaciones de los propósitos y objetivos que se quieren lograr, se explican los procesos, estructuras y estrategias que se requieren para aprender el conocimiento o asimilar y desarrollar cualquier habilidad. También se profundiza y se reflexiona sobre los recursos tecnológicos y herramientas de software libre que se utilizarán.

Desarrollo	Productos a Obtener
	- El currículo y temario de curso - Las unidades de aprendizaje o módulos - La evaluación del aprendizaje. - El entorno virtual de aprendizaje más adecuado a las destrezas cognitivas. - Los objetivos y competencias de aprendizaje.

Desarrollo	Descripción
	Haciendo una analogía, esta fase es equivalente a la "construcción de una edificación", siguiendo los "planos" (el diseño); es aquí donde se definen los procedimientos para la creación y desarrollo de la enseñanza.

Desarrollo	Productos a Obtener
	- Construir o adaptar los contenidos de base del curso. - Crear las actividades de aprendizaje y de evaluación. - Producir los productos multimedia basándose en los lineamientos pedagógicos virtuales. - Probar el funcionamiento del curso virtual.

Implementación	Descripción
	Consiste en la implementación del curso virtual, tomando en cuenta factores operativos, administrativos y logísticos que permitan su ejecución exitosa. En esta etapa se deben realizar pruebas de estrés a la plataforma tecnológica, para medir su capacidad, igualmente el soporte técnico y el apoyo al estudiante serán factores clave.

Implementación	Productos a Obtener
	- Reproducir y distribuir los materiales a los estudiantes. - Dar seguimiento al correcto funcionamiento de cada recurso tecnológico. - Brindar asesorías y soporte técnico.

Evaluación	Descripción
	Esta fase tiene la finalidad del establecimiento y aplicación de métodos de evaluación, buscando elevar la eficacia y eficiencia de todas las actividades previamente mencionadas: qué tan bien fue desarrollado el curso virtual y qué tan bien fue implementado, si los contenidos tuvieron la extensión y profundidad adecuada a la población a la que fue dirigida. El resultado de la evaluación es la descripción de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, las cuales servirán para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje.

Evaluación	Productos a Obtener
	- Desarrollo de pruebas para medir los estándares pedagógicos virtuales. - Desarrollo de encuestas de reacción en los estudiantes para medir el grado de satisfacción respecto a los contenidos y utilización de los recursos tecnológicos.

4. Discusión

Un aspecto fundamental que se ha considerado para la propuesta del diseño pedagógico virtual que se ofrece en este artículo, se relaciona con el enfoque de la cognición situada aplicado al campo del diseño educativo soportado en las tecnologías de información y comunicación, que desde la década del noventa ha tomado una presencia creciente.

Dicho enfoque, sin desconocer la importancia que tiene el desarrollo de las habilidades cognitivas y del pensamiento, plantea al mismo tiempo que el conocimiento es un fenómeno social, no un "cosa", que es parte y producto de la actividad conjunta de los actores y que se encuentra situado en el contexto y cultura en que se desarrolla y utiliza.

Lo anterior tiene importantes implicaciones pedagógicas que abarcan situaciones de enseñanza presencial como virtual, apoyadas por distintas tecnologías y herramientas en software libre. En primer

término, puesto que el conocimiento es dependiente del contexto y la cultura, el aprendizaje debe ocurrir en contextos relevantes, en situaciones auténticas, caracterizadas por la colaboración y promover el desarrollo personal y social de los participantes. Se asume que el conocimiento no es únicamente un estado mental, sino un conjunto de relaciones basadas en experiencias que no tienen sentido fuera del contexto donde ocurren.

5. Conclusiones

El modelo de diseño pedagógico virtual presentado en este artículo, se suma a otros tantos que buscan aportar enfoques teóricos y metodologías innovadoras a la práctica educativa cotidiana, teniendo como propósito el cambio en la metáfora educativa, para llegar a una propuesta centrada en el conocimiento del estudiante y en la construcción conjunta del conocimiento, más que en la transmisión de información recabada.

Asimismo, este modelo permite un replanteamiento de las fases relacionadas a la planeación y desarrollo de los contenidos de un proceso educativo en línea, el cual debe considerar el tipo de plataforma tecnológica. Pero al mismo tiempo, considera la importancia de las bases teóricas de los procesos de aprendizaje colaborativo, así como los requerimientos para llevar a la práctica y evaluar el entorno educativo. Por ello se considera que algo particularmente innovador de este modelo, es la posibilidad de enlazar la visión del diseño pedagógico virtual con los sistemas de gestión del aprendizaje. En otras palabras, crear un puente que comunique estas disciplinas (educación e informática), que llevan caminos casi de manera paralela al utilizarse en la práctica educativa.

En este artículo, el modelo propuesto se inscribe en los principios clave del enfoque socio-constructivista: el aprendizaje ocurre a través de la internalización y automatización de las actividades sociales. Pero los individuos construyen significados

y habilidades gracias a la interacción colaborativa que los conduce a negociar y compartir significados en determinados contextos sociales. Si la enseñanza logra proporcionar a los estudiantes una diversidad de experiencias educativas bien estructuradas, orientadas a metas, y a la par se les proporciona la debida ayuda asistida, éstos podrán reconstruir el conocimiento y lograr un desempeño exitoso.

Finalmente, considerar que a través de éste u otros modelos similares que permitan conectar el currículo con experiencias y habilidades valiosas para la vida y la participación en la comunidad, es que se podrán desarrollar las competencias y habilidades complejas que la sociedad demanda hoy en día a los jóvenes profesionales.

6. Referencias

- [1] Shirky, C., (2003). Social Software and the Politics of Groups. Disponible en: <http://www.shirky.com/writings/group-politics.html>
- [2] Woolfolk, A. (2010). Psicología Educativa. México: Prentice Hall.
- [3] Johnson, D., Johnson, R., & Holubec, E. (1999). El aprendizaje cooperativo en el aula. Buenos Aires: Paidós Educativa.
- [4] Barkley, E., Cross, P., & Howell, C., (2005). Técnicas de aprendizaje colaborativo. Madrid: Morata.
- [5] Kenedy, D. (2007). Redactar y utilizar resultados de aprendizaje. Irlanda: Quality Promotion Unit.
- [6] Tobón, S. (2013). Formación Integral y Competencias. Bogotá: ECOE
- [7] Dillenbourg, P., (2009). Collaborative learning: Cognitive and computational approaches. Oxford: Pergamon.
- [8] Shunk, D., H., (2012). Teorías del Aprendizaje. México: Pearson Education.
- [9] Badía, A., (2005). Aprender a colaborar en el aula. Barcelona: Grao

[10] Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2013). Metodología de la Investigación. México D.F.: McGraw-Hill

[11] Anglin, G., (2005). Instructional Technology: Past, Present, and Future. Englewood: Libraries

[12] Colvin, C., (2008). Learning together virtually. San Francisco, CA: John Wiley & Sons

