
**EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO IMPLICATIVO COMO ESTRATEGIA PARA LA
PROMOCIÓN DEL APRENDIZAJE EN LA EDUCACIÓN MEDIA: SIMULACIONES PARA
SU APRENDIZAJE**

Autores: Rubén Pazmiño¹

José Mullo²

Miguel Conde³

Institución: Grupo de investigación Ciencia de Datos –

CIDED. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo –

ESPOCH. Riobamba-Ecuador.

Unidad Educativa del Milenio Intercultural Bilingüe CHIBULEO.

Ambato - Ecuador.

Department of Computer Science, University of León, León,

Spain

Correo Electrónico: rpazmino@epoch.edu.ec

jose.mullo@educacion.gob.ec

miguel.conde@unileon.es

RESUMEN

Uno de los desafíos de la Educación Media es la utilización de nuevos enfoques y modelos para el aprendizaje. Las herramientas matemáticas formales para la extracción de conocimiento en Bases de Datos Educativas y en particular el Análisis Estadístico Implicativo mediante las técnicas de Similaridad e Implicación; ofrecen al maestro la posibilidad de diagnosticar y promocionar el aprendizaje, transformando la realidad educativa mediante el descubrimiento de reglas de cuasi implicación. Por lo anterior es necesario que los maestros de educación media utilicen los conceptos y herramientas del Análisis Estadístico Implicativo, con éste propósito se han construido ambientes de aprendizaje basados en simulación para su aprendizaje. La metodología de investigación utilizada fue cuantitativa, descriptiva, transversal, no experimental; como instrumentos de investigación se utilizaron las encuestas y los datos generados por las simulaciones. Se respondió a la siguiente pregunta ¿Cómo utilizar los ambientes de simulación para el aprendizaje del Análisis Estadístico Implicativo? Se concluye indicando cómo aplicar las simulaciones para el aprendizaje en general y el aprendizaje del Análisis Estadístico Implicativo en particular.

INTRODUCCIÓN

En éste espacio daremos una breve introducción al Análisis Estadístico Implicativo, el cómo se puede utilizar para promocionar la Educación y generalidades sobre la utilización de las simulaciones en el aprendizaje. El análisis estadístico Implicativo (AEI) fue desarrollada por el francés Régis Gras y demás colaboradores internacionales. Definiciones tales como la de similaridad, cuasi implicación y cohesión son utilizados para generar relaciones asimétricas entre una variable o un grupo de variables llamadas R-Reglas (Couturier & Pazmiño, 2016a). La teoría estadística desarrollada se basa en el concepto de cuasi-implicación que puede resumirse en la oración: cuando la variable “a” es observada, entonces generalmente la variable “b” también lo es (Régis Gras, Suzuki, Guillet, & Spagnolo, 2008). La cuasi implicación se diferencia de los métodos simétricos basados, en una distancia o en una correlación, principalmente en su asimetría y además en que los conjuntos de reglas obtenidos son una aproximación a las hipótesis de causa (Régis Gras, Régnier, & Guillet, 2009). El programa CHIC es un software desarrollado principalmente por Raphaël Couturier que automatiza la mayoría de la teoría del AEI (Couturier, 2008). El SIA es aplicado en gran manera en el área educativa y tiene además otras aplicaciones en áreas tales como la psicología, matemática, arte, medicina, física, administración y otras (Pazmiño, 2014). Desde sus orígenes se ha utilizado en la gestión de conocimiento como se muestra en el

artículo que lo relaciona con la gestión de conocimiento de bases de datos (Pazmiño-Maji, García-Peñalvo, & Conde-González, 2017). El origen del AEI fue en la didáctica de las matemáticas, para resolver problemas de sobre categorización cognitiva (Lahanier-Reuter, 2008), es por ello que una de sus aplicaciones es la detección de posibles causas por ejemplo de procesos como el aprendizaje. El estudio de éstas reglas de causalidad (Forschungsmethodik & Datenanalyse, s. f.) generadas por el AEI permiten sin dudarle mejorar y promover el aprendizaje (Régis Gras & Kuntz, 2008). Las simulaciones son otra forma alternativa de aprender basadas en el constructivismo (Dalgarno, 2001), el artículo (Rutten, Van Joolingen, & Van Der Veen, 2012) proporciona evidencia sólida de que las simulaciones por computador mejoran la instrucción tradicional, especialmente en lo que respecta a las actividades de laboratorio. Sin embargo, en la mayor parte de la investigación indicada, las simulaciones por computadora se abordan sin tener en cuenta el posible impacto del apoyo del maestro, las particularidades de la lección y la posición que ocupa la simulación dentro del currículo (De Jong & Van Joolingen, 1998).

DESARROLLO

Las simulaciones digitales aportan con aprendizajes significativos, se pretende guiar por medio de elementos multimedia en entornos virtuales de aprendizajes, se procede a elaborar tres simulaciones, direccionados al aprendizaje de Técnicas del ASI (Índice de Similaridad, Árbol de Similaridad y Grafo Implicativo), se inicia con procesos simples en Excel, para luego pasar por RStudio y así motivar al profesorado al uso de estas técnicas novedosas de gestión de datos masivos presentes en ambientes educativos, se adjunta en los anexos ejemplos de usos en la Educación Media. Se emplea el método “How to build valid and credible simulation model” (Law & McComas, 2001) (Law, 2008), que comprende:

- 1.- Formulación y delimitación del problema,
- 2.- Recolección de la información,
- 3.- Comprobación del modelo conceptual,
- 4.- Programación del modelo,
- 5.- Comprobación de la validez del modelo programado,
- 6.- Diseño, realización y análisis de los experimentos simulados y,
- 7.- Documentación y presentación de los resultados de la simulación.

Las secciones 1 y 2; muestran detalladamente algunas de las simulaciones realizadas siguiendo el método “How to build valid and credible simulation model”.

Simulación para el aprendizaje del Índice de Similaridad

- 1.- Formulación y delimitación del problema: Falta de comprensión docente de la técnica “índice de similaridad”, debido a la complejidad matemática.

2.- Recolección de la información: Sea un conjunto I formado por n individuos y un conjunto A formado por p características, $A = \{a_1, a_2, \dots, a_p\}$, donde: $A_i = \{x \in I : a_i(x) = 1\}$,

$Card(I) = n$ y $Card(A_i = n_{a_i})$: Al número dado por: $s(a_i, a_j) = Prob \left[\frac{Card(X_i \cap X_j) - \frac{n_{a_i} * n_{a_j}}{n}}{\sqrt{\frac{n_{a_i} * n_{a_j}}{n}}} \right]$, se

le llama Índice de similaridad de la pareja (a_i, a_j) .

3.- Comprobación del modelo conceptual: Comprendiendo: A un grupo de n estudiantes se pueden verificar a características. La palabra "Card" quiere decir "Cantidad de", en este caso cantidad de estudiantes que coinciden en características X_i y a la vez con X_j son $Card(X_i \cap X_j)$. La expresión "Prob", calcula la probabilidad de aquellas coincidencias llamadas co-presencias.

4.- Programación del modelo: A continuación, se muestran sus pasos

4.1.- Se utiliza una Hoja de Excel, para formar una tabla que refleje los resultados de una encuesta (ver Ilustración 1, izquierda).

	HIP	JAZ	HEA	REG	PUN
Jose1	1	0	0	0	1
Jose2	1	1	1	1	1
Jose3	1	0	0	0	1
Jose4	0	1	1	1	0
Jose5	1	1	1	1	1
Jose6	0	1	0	0	0
Jose7	1	1	1	1	1
Jose8	0	1	0	0	0
Jose9	1	0	0	1	1
Jose10	0	0	0	0	0
Jose11	0	1	1	1	1
Jose12	1	1	1	1	1
Jose13	1	0	1	0	1
Jose14	0	0	0	0	0
Jose15	0	1	0	0	0
Jose16	1	1	1	1	1
Jose17	1	0	0	1	0
Jose18	0	0	0	3	0
Jose19	1	1	1	1	1
Jose20	0	0	1	0	0
Total {si=1}	11	11	10	13	11
n=	20				

Un primer acercamiento al cálculo del Índice de Similaridad.						
VARIABLES		$Card(A_i \cap A_j)$	$\frac{n_{a_i} * n_{a_j}}{n}$	Kc	$s(a_i, a_j)$	
HIP	11 PUN	11	10	6.05	1.61	0.9458524
HIP	11 JAZ	11	6	6.05	-0	0.4918909
HIP	11 HEA	10	7	5.5	0.64	0.7387844
HIP	11 REG	13	8	7.15	0.32	0.6247128
PUN	11 JAZ	11	7	6.05	0.39	0.6503368
PUN	11 HEA	10	8	5.5	1.07	0.856789
PUN	11 REG	13	8	7.15	0.32	0.6247128
JAZ	11 HEA	10	8	5.5	1.07	0.856789
JAZ	11 REG	13	8	7.15	0.32	0.6247128
HEA	10 REG	13	8	6.5	0.59	0.7218508

Ilustración 1: Resultados de la encuesta (izquierda) y cálculos (derecha)

4.2.- Se calculan los totales de cada variable n_{a_i} (ver Ilustración 1, derecha).

4.3.- Se determina las coincidencias (llamadas co-presencias) entre A_i y A_j , es decir el: $Card(X_i \cap X_j)$. *Ejemplo:* hay 10 estudiantes que coinciden en sus opiniones entre HIP y PUN, hay 7 estudiantes que coinciden en sus opiniones entre PUN y JAZ, etc.

4.4.- Se obtiene el valor de $(n_{a_i} * n_{a_j}) \div n$, al multiplicar las filas y dividir el resultado entre el total. *Ejemplo:* $(11 * 11) \div 20 = 6,05$, $(11 * 10) \div 20 = 5,5$, etc.

4.5.- Se calcula las co-presencias estandarizadas Kc : *Ejemplo:* $(10 - 6,05) \div \sqrt{6,05} = 1,61$; $(8 - 7,15) \div \sqrt{7,15} = 0,32$; etc.

4.6.- Para el término $s(a_i, a_j)$ se calcula el área bajo la curva normal estándar hasta K_c .
Ejemplo: El área bajo la curva normal estándar hasta 1,61 es 0,94...; El área bajo la curva normal estándar hasta 1,07 es 0,85...; etc.

4.7.- Este número hallado, se llama el índice de similaridad.

“Recuerden que, si este número se acerca a 1, hay más similaridad entre este grupo de datos”. *Ejemplo:* Hay más similaridad entre HIP y PUN, pues $s(\text{HIP}, \text{PUN})=0,94$; etc.

5.- Comprobación de la validez del modelo programado:

5.1.- Se solicita registrar (cambiar) valores {1 o 0}, en la tabla.

5.2.- Se solicita que observe el cambio de los valores totales en cada columna de la tabla y su registro en la segunda tabla.

5.3.- Ahora con estos cambios, ¿A cuántos estudiantes les gusta tanto PUN y REG?, etc.

5.4.- Compruebe el cálculo del valor de $(n_{ai} * n_{aj}) \div n$, para PUN y JAZ; etc.

5.5.- Compruebe el cálculo del valor de K_c , para PUN y JAZ; etc.

5.6.- Calcule el área bajo la curva para los nuevos valores de K_c .

5.7.- Se solicita observar los nuevos valores “índices de similaridad”, e identificar el valor de $s(\text{PUN}, \text{HEA})$.

Para verificar la validez, se va a proceder a llevar a cabo una encuesta de satisfacción, de los procesos explicados vs las actividades planteadas (Ver ilustración 2).

Objetivo.- Detectar la comprensión docente de la Técnica de: **Índice de Similaridad**, por medio del presente instrumento de evaluación direccionado a la mejora de las simulaciones y su aplicación en contextos educativos.

Indicaciones.- Se solicita a los encuestados la máxima sinceridad posible en contestar esta encuesta. Marque con un "v" donde corresponda:

	SI	NO
1.- ¿Pudo detectar la tabla de datos y modificar los valores {1 o 0}?		
2.- ¿Pudo observar el cambio de los valores totales en la tabla y su registro en la segunda tabla?		
3.- ¿Pudo determinar: A cuántos estudiantes les gusta tanto PUN como REG y ver el resultado en la tabla?		
4.- ¿Pudo determinar el valor de $(n_{ai} * n_{aj}) \div n$, para PUN y JAZ y mas par de variables?		
5.- ¿Pudo comprobar el cálculo del valor de K_c , para PUN y JAZ y mas par de variables?		
6.- ¿Pudo calcular el área bajo la curva normal para los diferentes valores de		
7.- ¿Pudo observar los nuevos valores de $s(a_i, a_j)$ en la matriz respuesta?		

Ilustración 2: Encuesta de satisfacción

6.- Diseño, realización y análisis de los experimentos simulados: En la misma hoja Excel se adjunta procesos explicados de obtención de la Matriz de Similaridad (Ver ilustración 3).

Card($A_i \cap A_j$)	HIP	JAZ	HEA	REG	PUN							
						11	10	10	10	11		
HIP	11	6	7	8	10	11	HIP	6.05	5.5	5.5	5.5	6.05
JAZ	6	11	8	8	7	10	JAZ	5.5	5	5	5	5.5
HEA	7	8	10	8	8	10	HEA	5.5	5	5	5	5.5
REG	8	8	8	10	8	10	REG	5.5	5	5	5	5.5
PUN	10	7	8	8	11	11	PUN	6.05	5.5	5.5	5.5	6.05

Kc	HIP	JAZ	HEA	REG	PUN	S(ai,aj)					
						HIP	JAZ	HEA	REG	PUN	
HIP	2.01	0.2	0.6	1.1	1.61	HIP		0.5844148	0.7387844	0.856789	0.945852428
JAZ	0.21	2.7	1.3	1.3	0.64	JAZ	0.5844148		0.9101438	0.9101438	0.738784358
HEA	0.64	1.3	2.2	1.3	1.07	HEA	0.7387844	0.9101438		0.9101438	0.856788989
REG	1.07	1.3	1.3	2.2	1.07	REG	0.856789	0.9101438	0.9101438		0.856788989
PUN	1.61	0.6	1.1	1.1	2.01	PUN	0.9458524	0.7387844	0.856789	0.856789	

Ilustración 3: Procesos para obtener la matriz de similitud

7.- Documentación y presentación de los resultados de la simulación: Los informes y las estadísticas de los resultados de la encuesta (Ver ilustración 4).

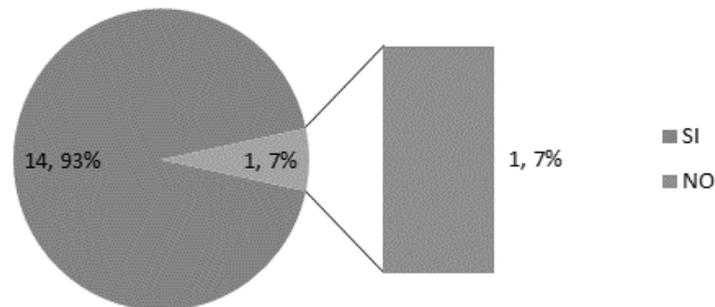


Ilustración 4: Gráfico de circular sobre los resultados de la simulación

Simulación para el aprendizaje del Árbol de Similitud

1.- Formulación y delimitación del problema: Falta de comprensión docente de la técnica “árbol de similitud”, debido a la complejidad matemática.

2.- Recolección de la información: Niveles de jerarquía: Según (Lerman. 1970), citado por (Zamora et al., 2007), se buscan los nuevos Índices de Similitud al combinar la clase (a_i, a_j), con mayor índice en el paso anterior, así:

Nivel cero es la matriz de similitud generada en pasos anteriores. Es decir, la matriz resultante del proceso (Ver ilustración 5):

Kc	HIP	JAZ	HEA	REG	PUN	S(ai,aj)	HIP	JAZ	HEA	REG	PUN
HIP	2.01	0.2	0.6	1.1	1.61	HIP		0.5844148	0.7387844	0.856789	0.945852428
JAZ	0.21	2.7	1.3	1.3	0.64	JAZ	0.5844148		0.9101438	0.9101438	0.738784358
HEA	0.64	1.3	2.2	1.3	1.07	HEA	0.7387844	0.9101438		0.9101438	0.856788989
REG	1.07	1.3	1.3	2.2	1.07	REG	0.856789	0.9101438	0.9101438		0.856788989
PUN	1.61	0.6	1.1	1.1	2.01	PUN	0.9458524	0.7387844	0.856789	0.856789	

Ilustración 5: Cálculo del nivel cero es la matriz de similitud

Nivel uno de jerarquía: se obedece la fórmula propuesto por: (Zamora et al., 2007) que menciona: cada clase previamente aislada: $s((a_i, a_j), a_k) = \{\text{Max}[s(a_i, a_k); s(a_j, a_k)]\}^2$. Con las clases formadas: $s((a_i, a_j), (a_{k1}, a_{k2}, a_{k3})) = \{\text{Max}[s(a_i, a_{k1}); s(a_i, a_{k2}); s(a_i, a_{k3}); s(a_j, a_{k1}); s(a_j, a_{k2}); s(a_j, a_{k3})]\}^{2 \times 3}$. Y en general: $s(C_1, C_2) = \{\text{Max}[s_i/s_i = s(a_j, a_k) a_j]\}$, donde C1 y C2 son dos clase previamente formadas.

3.- Comprobación del modelo conceptual: Comprendiendo. El nivel cero de jerarquía es la matriz de similaridad (es la matriz que vamos a ir modificando “transformando”), ver la ilustración 6:

S(ai,aj)	HIP	JAZ	HEA	REG	PUN
HIP		0,5844148	0,73878436	0,85678899	0,94585243
JAZ	0,5844148		0,91014375	0,91014375	0,73878436
HEA	0,73878436	0,91014375		0,91014375	0,85678899
REG	0,85678899	0,91014375	0,91014375		0,85678899
PUN	0,94585243	0,73878436	0,85678899	0,85678899	

Ilustración 7: Matriz de similaridad al nivel cero de jerarquía

Para el nivel uno de jerarquía: Hallamos el valor máximo de la ilustración 8 (superior). Localizamos las variables que cumplen con esta condición. Estas variables (por ejm. HIP y PUN) se unen, para las demás celdas de la ilustración 8 (inferior)., se aplica la fórmula:

$$s((a_i, a_j), a_k) = \{\text{Max}[s(a_i, a_k); s(a_j, a_k)]\}^2$$

S(ai,aj)	HIP	JAZ	HEA	REG	PUN
HIP		0,5844148	0,73878436	0,85678899	0,9
JAZ	0,5844148		0,91014375	0,91014375	0,7
HEA	0,73878436	0,91014375		0,91014375	0,8
REG	0,85678899	0,91014375	0,91014375		0,8
PUN	0,94585243	0,73878436	0,85678899	0,85678899	

S(ai,aj)	HIP, PUN	JAZ	HEA	REG
HIP, PUN		$=(\text{MAX}(D5;D9))^2$		0,73408737
JAZ	0,54580233	$\text{MAX}(\text{número1}; [\text{número2}]; [\text{número3}]; \dots)$		
HEA	0,73408737	0,91014375		0,91014375
REG	0,73408737	0,91014375	0,91014375	

Ilustración 8: Nivel uno de jerarquía

Para el ejemplo se aplica la distributiva entre (HIP, PUN) y JAZ, obteniendo el máximo de la unión de las celdas (HIP, JAZ) y (PUN, JAZ), este resultado se eleva al cuadrado, sucesivamente con el resto de esta fila (resp. por simetría La columna), las demás celdas quedan como en la ilustración 8 (superior).

Para el nivel dos de jerarquía: Hallamos el valor máximo de la ilustración 9 (superior), para el ejemplo: 09,91014375. Localizamos las variables que cumplen con esta condición. Estas variables (en ejemplo. JAZ y HEA) se unen. Para las demás celdas de la ilustración 9 (inferior), se aplica la fórmula: $s((a_i, a_j), (a_k, a_r)) = \{\text{Max}[s(a_i, a_k); s(a_i, a_r); s(a_j, a_k); s(a_j, a_r)]\}^4$.

S(ai,aj)	HIP	JAZ	HEA	REG	PUN
HIP		0,5844148	0,73878436	0,85678899	0,9458524
JAZ	0,5844148		0,91014375	0,91014375	0,7387843
HEA	0,73878436	0,91014375		0,91014375	0,8567889
REG	0,85678899	0,91014375	0,91014375		0,8567889
PUN	0,94585243	0,73878436	0,85678899	0,85678899	

S(ai,aj)	HIP, PUN	HEA, JAZ	REG
HIP, PUN		=(MAX(D5;E5;D9;E9))^4	
JAZ, HEA	0,53888427	MAX(número1; [número2]; [número3]; [número4]; [número5])	
REG	0,73408737	0,82836165	

Ilustración 9: Matriz de similitud a nivel cero y dos

Para el ejemplo se aplica la distributiva entre (HIP, PUN) y (HEA, JAZ) obteniendo el máximo de la unión de las celdas (HIP, HEA), (HIP, JAZ), (PUN, HEA) y (PUN, JAZ), este resultado se eleva al exponente 4, las demás celdas como tienen un nivel de jerarquía uno y se aplica esta regla (también por simetría, las celdas columnas). Para el nivel tres de jerarquía: Hallamos el valor máximo de la ilustración 9 (inferior) (para el ejemplo 0,82836165). Localizamos las *variables* que cumplen con esta condición. Estas variables (en el ejemplo. [JAZ, HEA] y REG) se unen, para las demás celdas de la ilustración 10 (inferior), se aplica la fórmula: $s((a_i, a_j), (a_{k1}, a_{k2}, a_{k3}) = \{ \text{Max}[s(a_i, a_{k1}); s(a_i, a_{k2}); s(a_i, a_{k3}); s(a_j, a_{k1}); s(a_j, a_{k2}); s(a_j, a_{k3})] \}^{2 \times 3}$.

S(ai,aj)	HIP	JAZ	HEA	REG	PUN
HIP		0,5844148	0,73878436	0,85678899	0,94585243
JAZ	0,5844148		0,91014375	0,91014375	0,73878436
HEA	0,73878436	0,91014375		0,91014375	0,85678899
REG	0,85678899	0,91014375	0,91014375		0,85678899
PUN	0,94585243	0,73878436	0,85678899	0,85678899	

S(ai,aj)	HIP, PUN	[HEA, JAZ], REG
HIP, PUN		=(MAX(E5;D5;F5;E9;D9;F9))^6
[JAZ, HEA], REG	0,39558814	MAX(número1; [número2]; [número3]; [número4]; [número5])

Ilustración 10: Matriz de similitud al nivel cero y tres.

Para el ejemplo se aplica la distributiva entre [HIP, PUN], ([HEA, JAZ], REG), obteniendo el máximo de las celdas (HIP, HEA), (HIP, JAZ), (HIP, REG), (PUN, HEA), (PUN, JAZ) y (PUN, REG), este resultado se eleva al exponente 6. Este proceso se continúa en el caso de más variables (Ver ilustración 10).

4.- Programación del modelo: Utilizar las hojas de simulación.

5.- Comprobación de la validez del modelo programado: Ejercicios de aplicación.

Para el nivel de jerarquía cero.

- Se solicita al lector: Revisar la ilustración 8 (superior).

- Hacer doble clic en las Intersecciones (HIP, JAZ) y verificar (comprender) la fórmula del Excel.
- Hacer doble clic en la celda H11 y verificar la fórmula del Excel (del máximo de un grupo de celdas).
- Para el nivel de jerarquía uno.
- Se solicita al lector: Revisar Ilustración 8 (inferior).
- Hacer doble clic en las Intersecciones ([HIP, PUN], JAZ) y verificar (comprender) la fórmula del Excel.
- Hacer doble clic en la celda G19 y verificar la fórmula del Excel (del máximo de un grupo de celdas).
- Para el nivel de jerarquía dos.
- Se solicita al lector: Revisar la Ilustración 9 (inferior).
- Hacer doble clic en las Intersecciones ([HIP, PUN], [HEA, JAZ]) y verificar (comprender) la fórmula del Excel.
- Hacer doble clic en la celda F27 y verificar la fórmula del Excel (del máximo de un grupo de celdas).
- Para el nivel de jerarquía tres.
- Se solicita al lector: Revisar la Ilustración 10 (inferior).
- Hacer doble clic en las Intersecciones ([HIP, PUN], ([HEA, JAZ], REG)) y verificar (comprender) la fórmula del Excel. Comprender la conformación del árbol de similitud (Ver ilustración).



Ilustración 11: Conformación del árbol de similitud (Zamora et al., 2007)

6.- Diseño, realización y análisis de los experimentos simulados: Se solicita al lector que compare los resultados de las ilustraciones 8 (inferior), 9 (inferior) y 10 (inferior), con el árbol de similitud.

7.-Documentación y presentación de los resultados de la simulación: Los informes y las estadísticas de los resultados de la segunda encuesta.

CONCLUSIONES

Los datos obtenidos para el problema al tener como origen el aula docente, permiten que las interpretaciones sean adecuadamente contextualizadas y permitirán motivar el aprendizaje. Al realizar la recolección de la información en forma objetiva y clara posibilita que las R-Reglas obtenidas sean lo más fiables posibles. La programación del modelo ha sido realizada inicialmente en Microsoft Excel, pues ha proporcionado un ambiente familiar al docente aprendiz. Se han realizado también simulaciones utilizando el lenguaje de programación estadístico R, con el doble propósito de tener un acercamiento al software y luego poder instalar y utilizar el paquete Rchic con menor dificultad. Los modelos teóricos del Análisis Estadístico implicativo se podrán comprender de mejor manera con las simulaciones y se pueden comprobar con el software Rchic. El docente aprendiz al ir documentando detalladamente los resultados obtenidos y su interpretación, puede luego compartirlos y contrastarlos con otros resultados similares, pero de origen distinto. Las simulaciones ayudarán mediante la manipulación de los ambientes creados a que el docente aprendiz tenga un acercamiento inicial a los principales conceptos del Análisis Estadístico Implicativo, que luego los puede formalizar a través de la documentación que tiene éste propósito. Motivamos a los docentes que utilicen las simulaciones realizadas para apropiarse de una estrategia objetiva para la promoción del aprendizaje como es el Rchic, que automatiza la teoría del Análisis Estadístico Implicativo.

BIBLIOGRAFIA

- Couturier, R. (2008). CHIC: Cohesive hierarchical implicative classification. En *Statistical implicative analysis* (pp. 41-53). Springer.
- Couturier, R., & Pazmiño, R. (2016). Use of Statistical Implicative Analysis in Complement of Item Analysis. *International Journal of Information and Education Technology*, 6(1), 39.
- Dalgarno, B. (2001). Interpretations of constructivism and consequences for computer assisted learning. *British Journal of Educational Technology*, 32(2), 183-194.
- De Jong, T., & Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of educational research*, 68(2), 179-201.
- Forschungsmethodik, W. A., & Datenanalyse, D. (s. f.). *Statistical Implicative Analysis*.

- Gras, Regie, Suzuki, E., Guillet, F., & Spagnolo, F. (2008). *Statistical implicative analysis*. Springer.
- Gras, Régis, & Kuntz, P. (2008). An overview of the Statistical Implicative Analysis (SIA) development. En *Statistical implicative analysis* (pp. 11-40). Springer.
- Gras, Régis, Régnier, J.-C., & Guillet, F. (2009). *Analyse Statistique Implicative. Une méthode d'analyse de données pour la recherche de causalités. Toulouse (França): Cepadues.*
- Lahanier-Reuter, D. (2008). Didactics of mathematics and implicative statistical analysis. En *Statistical Implicative Analysis* (pp. 277-298). Springer.
- Law, A. M. (2008). How to build valid and credible simulation models. *2008 Winter Simulation Conference*, 39-47. IEEE.
- Pazmiño, R. (2014). *Aproximación al Análisis Estadístico Implicativo desde sus Aplicaciones Educativas.*
- Pazmiño-Maji, R. A., García-Peñalvo, F. J., & Conde-González, M. A. (2017). Comparing Hierarchical Trees in Statistical Implicative Analysis & Hierarchical Cluster in Learning Analytics. *Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, 49. ACM.
- Rutten, N., Van Joolingen, W. R., & Van Der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136-153.

ANEXO

Ejemplo de la aplicación del Análisis Estadístico Implicativo a una prueba de diagnóstico.

**UNIDAD EDUCATIVA DEL MILENIO INTERCULTURAL BILINGUE "CHIBULEO"
GUARDIANA DE LA LENGUA**

TABULACION DE LAGUNAS

CURSO: 2do BI. PARALELO A.

ASIGNATURA: ESTUDIOS MATEMATICOS NM.

DOCENTE: José Luis Mullo G.

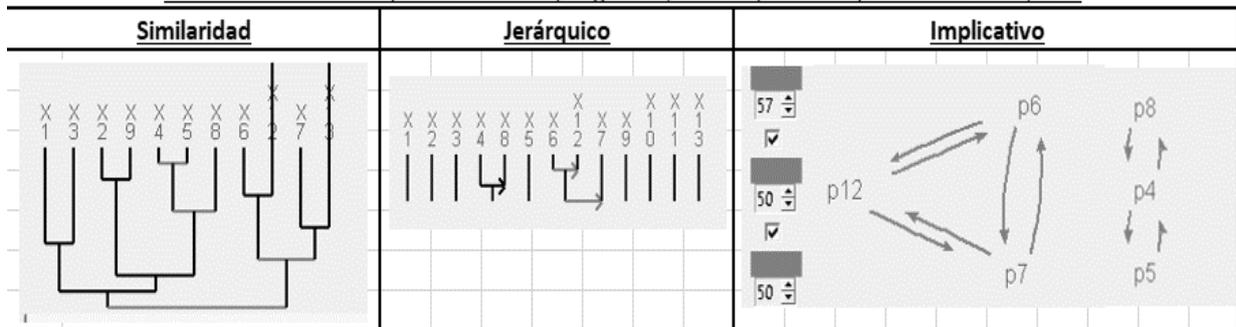
AÑO LECTIVO: 2018-2019

Nro.	APELLIDOS Y NOMBRES QUIMESTRE: 1ero.	PREGUNTAS															TOTAL	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	+	-
1	AQUALONGO PUNINA ÑUSTA KURISIS	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	8	7
2	LLIGALO TOALOMBO BELEN ARACELY	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	6	9
3	MASABANDA GUAPISACA KATHERIN	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	11	4
4	PACARI TICHE KATHERINE TAMARA	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	7	8
5	PAUCAR TICHE KARINA LIZBETH	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	10	5
6	TELENCHANA BURGA WILMER STALIN	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	11	4
7	TOALOMBO MATIAG IRMA ELIZABETH	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	8	7

TOTAL

+	7	4	6	2	1	6	5	4	1	7	7	6	5	0	0
-	0	3	1	5	6	1	2	3	6	0	0	1	2	7	7

Análisis Estadístico Implicativo de las preguntas, con un porcentaje de entre 50% y 57%



Profesor.

Vicerrector.

Observación. - Se lleva a cabo un análisis a los resultados de la evaluación diagnóstica, la prueba constituye de 15 preguntas de varias temáticas.