

MODELO ESTOCÁSTICO DE LA DINÁMICA DE LOS PRECONCEPTOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL AULA: UNA PROPUESTA

José Alejandro González Campos, Paula Sofía Ponce Grenet & Nicolás Alberto Moreno Reyes

*Equipo Laboratorio [EXPERIMENTAL] de Saberes Matemáticos
Departamento de Matemática & Estadística, Facultad de Ciencias Naturales & Exactas
Universidad de Playa Ancha / Valparaíso, Chile.*

Recibido: 14 / 01 / 2011 **Aprobado:** 09 / 05 / 2011

Resumen

Este proyecto surge como una necesidad de comenzar a concientizar a las futuras comunidades científicas, gobernantes y legisladores, de la importancia que tiene para Chile la valoración de la ciencia y tecnología en el desarrollo de un país. Reconociendo que dicho desafío es a largo plazo y de mucha dificultad, por tal razón la investigación se limitó, en una primera fase, a estudiar la dinámica de los preconceptos de las políticas científicas y tecnológicas al interior del aula, de tal manera de poder generar un modelo que permita capturar la esencia de la dinámica de las interacciones o incidencias entre los preconceptos individuales, promoviendo una metodología de visualización que permita capturar similitudes, diferencia y patrones de regularidad, para posteriormente, en función de estos resultados, diseñar una metodología de intervención, que permita a las futuras generaciones consolidar una concepción clara de Ciencia y tecnología, y los grandes desafíos que a ella le competen. Reconociendo la Ciencia y Tecnología como uno de los pilares fundamentales en el desarrollo de un país y su vínculo directo con el proceso de enseñanza y aprendizaje, presentamos esta metodología que toma como base teórica la teoría de grafos y el modelo estocástico Poisson.

Palabras clave: Grafos, Matriz de Adyacencia, distribución Poisson, Preconceptos & Ciencia y Tecnología.

A STOCHASTIC MODEL OF THE DYNAMICS OF THE PRECONCEPTIONS OF SCIENCE AND TECHNOLOGY IN THE CLASSROOM: A PROPOSAL

Abstract

This work comes as a need to begin to raise awareness among future scientific communities, governments and legislators, of the importance for Chile the valuation of science and technology in the country's development. Recognizing that the challenge is long term and much difficulty, for this reason the research was limited, in a first phase, to study the preconception dynamics of the science and technology policy within the classroom thus generate a model that captures the dynamics of the interactions or incidents between individual preconceptions, promoting a visualization methodology that allows capture similarities, differences and regular patterns, and later, based on this results, design a intervention methodology , that allows future generations consolidate a clear concept of science and technology, and the great challenges that are incumbent. Recognizing science and technology as one fundamental pillars in the country's development and its direct links with the teaching and learning process, we present this methodology which is based on graph theory and the stochastic Poisson model.

Key Words: Graphs, Adjacency Matrix, Poisson Distribution, preconceptions, Science and Technology

Introducción

En la actualidad gran parte de los países se encuentran interesados en invertir en ciencia y tecnología, pues han descubierto que dicha inversión es sinónimo de desarrollo y riqueza (Laufer, 2008). Existen países muy avanzados en estos campos, situación reflejada en los incrementos en sus riquezas. Es por tal razón que las políticas científicas y tecnológicas, juegan un rol fundamental en el desarrollo y desenvolvimiento de un país, razón que los estados y gobierno deben comenzar a reconocer la necesidad de invertir en la potencialización de dicha instancia (Rothhammer, 2008).

El proceso de enseñanza y aprendizaje, tiene y debe tener como uno de los pilares sostenedores la ciencia y la tecnología, además de estar en constante equilibrio y relacionados de manera directa, es decir, mientras la enseñanza y el aprendizaje mejoren, también lo harán la ciencia y la tecnología, por lo cual deben coexistir.

Por tal razón el proceso de enseñanza y aprendizaje, tienen un rol fundamental en el desarrollo de la ciencia y tecnología de un país y por ende sus políticas, sin embargo este proyecto se orienta a un estudio específico respecto de las preconcepciones de Ciencia y Tecnología al interior del aula, pues creemos que el buen entendimiento de esta puede comenzar a generar grandes cambios en las futuras generaciones y desde ya comenzar a preparar para enfrentar el nuevo escenario mundial.

Es de suma importancia comprender la dinámica de las preconcepciones en torno a este concepto de ciencia y tecnología, las variables de mayor relevancia en la generación de esa preconcepción y el definir el estado actual de esa dinámica para poder estructurar proyectos y metodologías de enseñanza coherentes a las variables de mayor incidencia o definidora de Cluster.

El preconcepto de ciencia y tecnología en los alumnos al interior de un aula puede ayudar o perjudicar, este último en la mayoría de los casos, la dinámica de la producción del conocimiento científico y tecnológico.

Este proyecto tiene como supuesto teórico que los preconceptos de ciencia y tecnología en los alumnos, al interior de un aula, son exclusivos de cada alumno, sin embargo intentaremos modelar la dinámica de los vínculos preconceptuales al interior del aula y las similitudes, intentando vislumbrar variables claves en la definición de similitudes.

El estudio de los preconceptos tiene que ver con el proceso de comunicación y el lenguaje, ya que este puede llegar a distorsionar la idea que se quiere comunicar, pues un preconcepto, de manera general, carece de consistencia. Un preconcepto es conocimiento y, como planteaba Postman (1969), “el conocimiento es lenguaje”, y reafirman Maturana (2001) y Maturana & Valera (2004), “Existimos en el lenguaje”, por tanto la identificación y descripción de la dinámica de un preconcepto al interior del aula, serán un factor de impacto a la hora de comunicar (Cabrera, Gonzalez, Montenegro & Nettle, 2010).

Marco teórico metodológico.

En la actualidad el uso de la tecnología ha permitido desarrollar una serie de métodos de visualización o representaciones gráficas de la dinámica de los preconceptos. Sin embargo son visiones o dinámicas individuales, es por esto que nos interesa promover una metodología de visualización de la dinámica de las interconexiones entre las personas y específicamente, entre los

alumnos de un curso (González, Cabrera, Montenegro, Nettle & Guevara, 2010). Por tal razón, el problema de este trabajo es: “Estructurar y formalizar una metodología de Visualización y cuantificación estocástica de la dinámica de las interconexiones de los preconceptos de Ciencia y Tecnología en el aula”.

Objetivos

- Promover un método de Visualización y cuantificación estocástica de la dinámica de las interconexiones de los preconceptos.
- Describir y Caracterizar los Grafos Estocásticos de la dinámica de las interconexiones de los preconceptos (GEDIP)
- Definir la dinámica de las interconexiones como una variable aleatoria Poisson.
- Formalizar intervalos de Confianza para la cuantificación de la dinámica de las interconexiones.
- Promover una línea de investigación en torno a los GEDIP

La metodología de trabajo es exploratoria, esta expresión se debe a la pretensión de dar comienzo a un nuevo eje de investigación en el que pretendemos entregar elementos formales para una metodología de análisis de la dinámica de las interconexiones y los Grafos Estocásticos de la dinámica de las interconexiones de los preconceptos (GEDIP). El concepto de estocástico se debe a que el grado de los vértices del GEDIP es considerado aleatorio.

Antecedentes

El Concepto de Grafo y sus Restricciones. Un Grafo G es un par (V, E) donde V es un conjunto finito no vacío de objetos llamados vértices y E es un conjunto (posiblemente vacío) de pares no ordenados de vértices distintos de G llamados aristas o líneas. El conjunto de vértices de G es denotado por $V(G)$, mientras que el conjunto de aristas o líneas es denotado por $E(G)$. Si $e = u, v$ es una arista o línea de un grafo G , entonces u y v son vértices adyacentes, mientras que u y v son incidentes, como lo son v y e . Además, si e_1 y e_2 son aristas distintas de G incidentes con un vértice común, entonces e_1 y e_2 son aristas adyacentes. De aquí en adelante, denotaremos una línea por uv o vu en lugar de u, v .

La cardinalidad del conjunto de vértices de un grafo G es llamado el orden de G y es denotado por p G , o más simple, p , y la cardinalidad del conjunto de aristas es el tamaño de G y es denotado por q G o q . Un grafo p, q tiene orden p y tamaño q .

Es costumbre definir o describir un grafo por medio de un diagrama en el que cada vértice es representado por un punto y cada arista $e = uv$ es representado por un segmento de la línea o curva que une los puntos que corresponden a u y v .

Un grafo G , con conjunto de vértices $V G = v_1, v_2, \dots, v_p$ puede ser también descrito por medio de matrices. Así $A G = [a_{ij}]$, donde

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si } v_i v_j \in E \text{ } G \\ 0 & \text{si } v_i v_j \notin E \text{ } G \end{cases}$$

Que es llamada matriz de adyacencia del Grafo G.

Otra forma de representar a un grafo es a través de la matriz de incidencia. Así $B \text{ } G = [b_{ij}]$,

$$b_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si } v_i \text{ y } e_j \text{ son incidentes} \\ 0 & \text{si } v_i \text{ y } e_j \text{ no son incidentes} \end{cases}$$

donde

Otro concepto a destacar en la teoría de grafos, es el grado de un vértice v en un grafo G , que es el número de aristas de G incidentes con v . El grado de un vértice v en G es denotado $\text{deg}_G v$ o simplemente $\text{deg } v$, que en este trabajo será representado por X . Un vértice es llamado par o impar si el grado es par o impar. Un vértice de grado 0 en G es llamado vértice aislado y un vértice de grado 1 es un vértice final de G .

$$\frac{n(n-1)}{2}$$

Grafo Completo: Para un número de vértices n , con $n \geq 1$, el número máximo de aristas o líneas que se pueden definir es $\frac{n(n-1)}{2}$, que caracteriza al grafo completo, designado por K_n [6].

El Modelo Poisson y sus Propiedades Asintóticas. Si X es una variable aleatoria, definida como el número de eventos que ocurren por unidad de tiempos (espacio, volumen, etc), entonces se prueba que bajo ciertos supuestos:

$$IP \ X = x = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}; \quad x = 0, 1, 2, \dots$$

Denominada Función de Cuantía o masa de Probabilidad. Una variable aleatoria de este tipo se encuentra totalmente caracterizada y no es difícil probar que su valor esperado o esperanza es $E \ X = \lambda$ y la varianza en torno al valor medio es $\text{Var} \ X = \lambda$. En definitiva si X es una variable aleatoria cuya distribución es Poisson de parámetro λ , lo escribiremos $X \sim P(\lambda)$.

Por otro lado, desde el punto de vista inferencial, si X_1, X_2, \dots, X_n es una muestra aleatoria desde una población la cual se supone tiene función de cuantía o masa de probabilidad

$$IP \ X = x = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}; \quad x = 0, 1, 2, \dots,$$

Entonces el estimador Máximo Verosímil del parámetro λ es $\lambda = \bar{X}$, que como consecuencia del Teorema Central del Límite, su distribución asintótica es normal con los siguientes

parámetros: N E \bar{X} ; Var \bar{X} , es decir $N\left(\lambda; \frac{\lambda}{n}\right)$, a partir de la cual podemos definir el siguiente pivote $\frac{\bar{X} - \lambda}{\sqrt{\lambda/n}}$, cuya distribución es normal estándar, es decir, $N(0;1)$:

Luego un intervalo de confianza para λ del $1 - \alpha$ 100% es:

$$\left[\frac{\bar{X}\sqrt{n}}{\sqrt{n} + Z_{1-\frac{\alpha}{2}}}, \frac{\bar{X}\sqrt{n}}{\sqrt{n} - Z_{1-\frac{\alpha}{2}}} \right]$$

Propuesta

Sean M una métrica Preconceptual, R una matriz de mediciones, según la métrica M , de orden $p \times n$, donde p representa el número de ítems de la métrica y n el número de personas sometidas a la métrica, por lo tanto cada columna esta compuesta por la cuantificación numérica de las mediciones de una persona en cada ítem de la métrica.

Por otro lado para el proceso de cuantificación de la dinámica de las interconexiones se calculará el coeficiente de Correlación de Pearson, de esta forma se da origen a una matriz cuadrada de orden n , $[\rho_{ij}]$ donde ρ_{ij} representa la correlación entre las mediciones de la persona i con la persona j según la métrica. A partir de la matriz de correlación, $[\rho_{ij}]$, se define la matriz de Paso, que es una variación de la anterior en la cual los ρ_{ii} son considerados iguales a cero, que para evitar confusiones la denominaremos $P = [p_{ij}]$.

$P = [p_{ij}]$ es una matriz simétrica, cuyas componentes de la diagonal principal son ceros.

De entre los coeficientes de la matriz de Paso, nos interesan todos aquellos que representen una dependencia significativa, como por ejemplo $|p_{ij}| \geq 0,5$.

Sea $P = [p_{ij}]$ una matriz de Paso y $A = [a_{ij}]$ la matriz de adyacencia, donde

$$a_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{si } |p_{ij}| < q \\ 1 & \text{si } |p_{ij}| \geq q \end{cases},$$

donde q es el umbral de corte, luego si $a_{ij} = 0$ entonces no existe vinculo o consistencia preconceptual entre la persona i con la persona j , si $a_{ij} = 1$ entonces existe vinculo o consistencia preconceptual entre la persona i con la persona j , según la métrica definida.

Definición: Un **Grafo Estocástico de la dinámica de las interconexiones de los preconceptos** (GEDIP), es un grafo, en el cual sus vértices son las personas que se sometieron a la métrica y las aristas o líneas representan la existencia de vínculo preconceptual entre las personas involucradas, que se visualizarán si $a_{ij} = 1$.

Definición: El **Grado** de un vértice v de un **Grafo Estocástico de la dinámica de las interconexiones de los preconceptos** (GEDIP), es el número de aristas o líneas del GEDIP incidentes con v , que lo representaremos por X .

Bajo esta concepción, el grado de un Vértice v o simplemente X , es una variable aleatoria modelada por la distribución Poisson, pues estamos contando el número de aristas incidentes en el vértice v , que es un modelo estocástico para la cuantificación de la dinámica de las interconexiones, que en este caso es el valor esperado de aristas incidentes en v y esta representada por λ .

Es decir, la variable aleatoria X se distribuye Poisson de parámetro λ , por lo tanto \bar{X} tiene distribución normal con los siguientes parámetros $N E \bar{X}; Var \bar{X}$, es decir $N\left(\lambda; \frac{\lambda}{n}\right)$, a partir

de la cual podemos definir el siguiente pivote, $\frac{\bar{X} - \lambda \sqrt{n}}{\lambda}$, cuya distribución es normal estándar, es decir $N(0;1)$.

Luego un intervalo de confianza para λ del $1 - \alpha$ 100% es:

$$\left[\frac{\bar{X}\sqrt{n}}{\sqrt{n} + Z_{1-\frac{\alpha}{2}}}; \frac{\bar{X}\sqrt{n}}{\sqrt{n} - Z_{1-\frac{\alpha}{2}}} \right]$$

Este intervalo viene a caracterizar de manera cuántica al grupo de personas, en cuanto a la dinámica de las interconexiones del curso, además de permitir el contraste con otros grupos o cursos.

Simulaciones.

Sean M una métrica de la empatía, R una matriz de respuestas, a la métrica, de orden 10×30 , donde 10 representa el número de ítems de la métrica y 30 el número de personas sometidas a la métrica, por lo tanto cada columna está compuesta por la cuantificación numérica de las mediciones de una persona en cada ítem de la métrica, como por ejemplo lo muestra la Tabla 1.

Tabla 1. Simulaciones de Mediciones

	Per1	Per2	Per3	Per4	Per5	Per6	Per7	Per8	Per9	Per10	Per11	Per12	Per13	Per14	Per15	Per16	Per17	Per18	Per19	Per20	Per21	Per22	Per23	Per24	Per25	Per26	Per27	Per28	Per29	Per30
#1	3	7	7	6	9	0	9	9	1	0	9	9	1	7	9	9	1	4	9	8	2	0	9	6	5	8	4	1	6	6
#2	5	6	9	3	6	6	5	6	1	5	4	9	3	0	9	8	4	1	3	8	8	3	5	1	7	5	3	10	1	9
#3	2	4	6	3	7	4	5	5	2	9	1	8	4	7	9	9	10	3	5	6	9	3	0	1	7	6	8	3	0	2
#4	8	1	6	4	2	9	6	0	1	10	9	5	7	7	8	9	9	2	0	8	4	6	8	7	4	7	9	8	6	8
#5	5	9	1	4	6	7	4	7	7	2	5	0	1	8	2	9	8	7	7	6	5	9	4	8	3	5	5	9	8	2
#6	8	2	6	0	5	10	4	4	6	4	2	5	3	7	4	4	7	0	9	1	0	4	2	9	3	10	8	3	10	5
#7	6	0	3	6	5	9	9	8	3	9	7	8	2	3	4	4	0	10	3	7	9	1	7	1	4	0	6	1	7	7
#8	4	8	2	4	0	7	6	2	6	10	6	1	4	1	1	5	1	1	0	8	4	2	2	2	7	2	1	9	2	0
#9	9	5	0	7	8	7	5	8	9	10	5	5	4	8	7	8	8	9	5	2	2	6	9	7	6	2	2	1	8	5
#10	1	7	3	6	7	7	0	8	8	9	4	6	8	10	3	8	1	5	9	6	3	1	8	8	4	2	4	8	3	9

La Tabla 1 contiene simulaciones de las mediciones a 30 alumnos bajo una métrica 10 ítems. Debemos destacar que no es necesario que las mediciones estén en esta escala (0-10), la única exigencia es que el estatus métrico de las mediciones se cuantitativo o usar otro tipo de correlación, como por ejemplo Spearman.

Por otro lado para el proceso de cuantificación de la dinámica de las interconexiones se calculará el coeficiente de Correlación de Pearson, de esta forma se da origen a una matriz cuadrada de orden 30, $[\rho_{ij}]$, donde ρ_{ij} representa la correlación entre las mediciones de la persona i con la persona j según la métrica M. A partir de la matriz de correlación, $[\rho_{ij}]$, se define la matriz de Paso, que fue denominada $P = [p_{ij}]$.

$P = [p_{ij}]$ es una matriz simétrica, cuyas componentes de la diagonal principal son ceros.

De entre los coeficientes de la matriz de Paso, nos interesan todos aquellos que representen una dependencia significativa, que en esta simulación utilizaremos como punto de corte o umbral $|p_{ij}| \geq 0,5$, es decir:

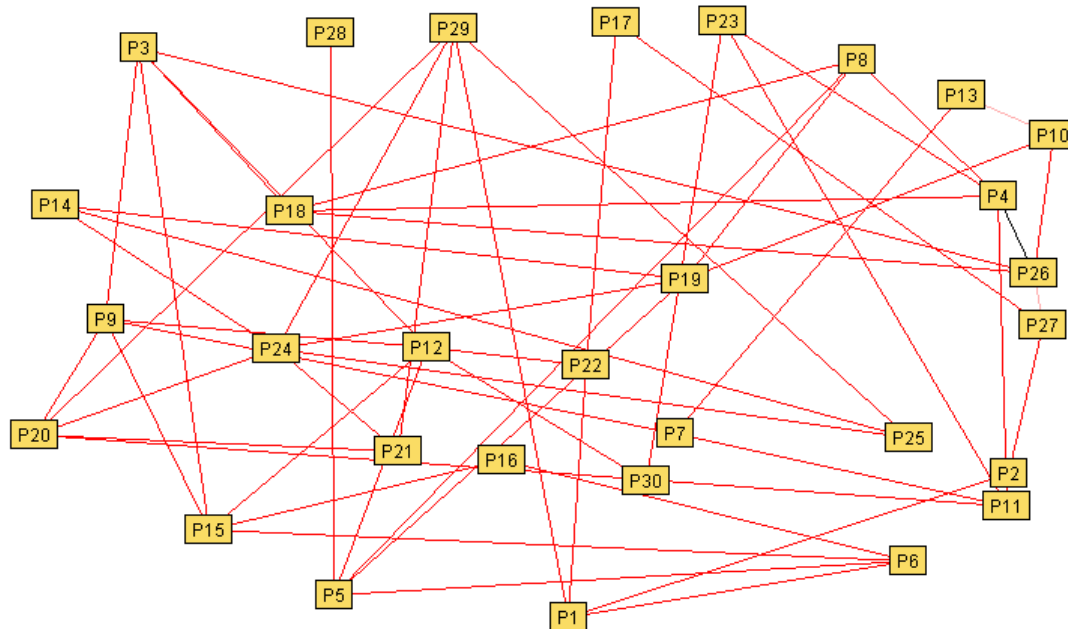
Sea $P = [p_{ij}]$ una matriz de Paso y $A = [a_{ij}]$ la matriz de adyacencia, donde

$$a_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{si } |p_{ij}| < 0.5 \\ 1 & \text{si } |p_{ij}| \geq 0.5 \end{cases},$$

donde 0.5 es el umbral de corte, luego si $a_{ij} = 0$ entonces no existe vinculo o consistencia preconceptual entre la persona i con la persona j, si $a_{ij} = 1$ entonces existe vinculo o consistencia preconceptual entre la persona i con la persona j, según la métrica definida. Por ejemplo una matriz de Consistencia y de adyacencia son mostradas en la Tabla 2 y Tabla 3 respectivamente.

Para representar el **Grafo Estocástico de la dinámica de las interconexiones de los Preconceptos**, GEDIP, es necesario identificar que componentes de la matriz de Adyacencia son iguales a 1, es decir $a_{ij} = 1$, a partir de ello, se tiene: Ver Grafico 1.

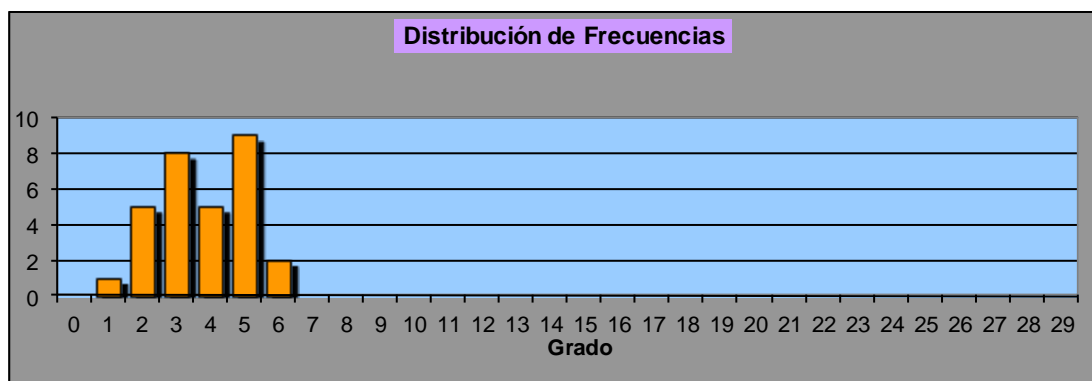
Gráfico 1: Grafo Estocástico de la dinámica de las interconexiones de los preconceptos GEDIP.



Observemos que en la medida que el GEDIP converge al grafo completo, la dinámica de las interconexiones se incrementa, lo que se traduce en un método de decisión respecto cohesión y consistencia del curso en cuanto a los preconceptos.

Por otro lado el **Grado** de los vértices del **Grafo Estocástico de la dinámica de las interconexiones de los preconceptos**, X, tiene la siguiente distribución de frecuencias (Ver Gráfico 2)

Gráfico 2. Distribución de Frecuencias de la Dinámica de las interconexions de los preconceptos



que es modelada por la distribución Poisson, que al utilizar propiedades asintóticas de los estimadores de λ o en nuestro contexto, de la dinámica de las interconexiones, se desprenden los resultados siguientes:

Un intervalo de confianza para λ del $1-\alpha$ 100% es:

$$\left[\frac{\bar{X}\sqrt{n}}{\sqrt{n} + Z_{1-\frac{\alpha}{2}}}; \frac{\bar{X}\sqrt{n}}{\sqrt{n} - Z_{1-\frac{\alpha}{2}}} \right],$$

en nuestro ejemplo y considerando $\alpha = 0,05$, se tiene que el intervalo de confianza para la dinámica de las interconexiones del curso en cuestión es:

$$\left[\frac{3.73\sqrt{30}}{\sqrt{30} + Z_{1-\frac{\alpha}{2}}}; \frac{3.73\sqrt{30}}{\sqrt{30} - Z_{1-\frac{\alpha}{2}}} \right]$$

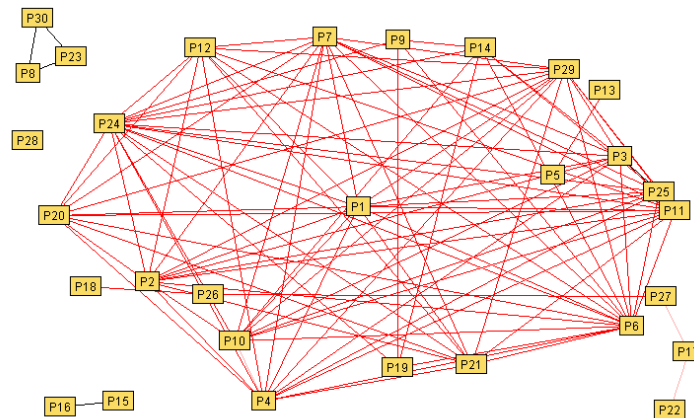
Donde $Z_{1-\frac{0.05}{2}} = Z_{0.975} = 1,96$, así

$$\left[\frac{3.73\sqrt{30}}{\sqrt{30} + Z_{1-\frac{\alpha}{2}}}; \frac{3.73\sqrt{30}}{\sqrt{30} - Z_{1-\frac{\alpha}{2}}} \right] = \left[\frac{3.73\sqrt{30}}{\sqrt{30} + 1.96}; \frac{3.73\sqrt{30}}{\sqrt{30} - 1.96} \right] = \left[\frac{20.43}{7.437}; \frac{20.43}{3.517} \right] = 2.74; 5.80$$

Este intervalo viene a caracterizar de manera cuántica al grupo de personas, en cuanto a la dinámica de las interconexiones, además de permitir el contraste con otros grupos o cursos.

De manera similar, simularemos otro curso, en la cual el **Grafo Estocástico de la dinámica de las interconexiones de los preconceptos**, es dado en el Gráfico 3.

Gráfico 3: Grafo Estocástico de la dinámica de las interconexiones de los preconceptos.



No es complejo observar las diferencias entre los dos grupos, pues aquí definitivamente la dinámica de las interconexiones o aristas es mayor y la convergencia al grafo completo es más clara, lo que permite una comparación de mayor objetividad.

Nuevamente utilizando $\alpha = 0,05$, se tiene que el intervalo de confianza para la dinámica de las interconexiones del grupo en cuestión es:

$$\left[\frac{6.87\sqrt{30}}{\sqrt{30} + Z_{1-\frac{\alpha}{2}}}, \frac{6.87\sqrt{30}}{\sqrt{30} - Z_{1-\frac{\alpha}{2}}} \right]$$

Donde $Z_{1-\frac{0.05}{2}} = Z_{0.975} = 1,96$, así

$$\left[\frac{6.87\sqrt{30}}{\sqrt{30} + Z_{1-\frac{\alpha}{2}}}, \frac{6.87\sqrt{30}}{\sqrt{30} - Z_{1-\frac{\alpha}{2}}} \right] = \left[\frac{6.87\sqrt{30}}{\sqrt{30} + 1.96}, \frac{6.87\sqrt{30}}{\sqrt{30} - 1.96} \right] = \left[\frac{37.62}{7.437}, \frac{37.62}{3.517} \right] = 5,05;10,7$$

Análisis A Posteriori Y Evaluación

Definitivamente, la cuantificación del segundo grupo permite definir un intervalo con una amplitud mucho mayor y con cotas más extremas, es decir la dinámica de los vínculos preconceptuales de este grupo es mayor que la del grupo anterior, es decir, los alumnos del segundo curso, tienden a homogenizarse las preconcepciones, pudiéndose traducir, por ejemplo, en consistencia grupal.

Además al realizar un contraste de igualdad de medias, esta es rechazada, es decir no podemos asumir que tienen igual cuantificación media de la dinámica de los preconceptos, son estadísticamente diferentes.

Por otro lado, pese a tener un número estadísticamente mayor de vínculos en el segundo grupo, la visualización que permite la teoría de grafos, deja evidencia de la existencia de alumnos con preconceptos de Ciencia y Tecnología totalmente distintos, a la totalidad del curso, lo que desde el punto de vista educacional es de suma importancia, más aun si ese comportamiento tiene que ver con el rendimiento escolar, aprendizaje o incluso algún tipo de patología. Este conocimiento, nos permitirá comenzar a proyectar las visiones futuras del concepto de Ciencia y Tecnología y como podemos intervenir en el para modificarlo.

Conclusiones

Creemos que esta propuesta es un gran paso en la aplicación de técnicas estadísticas y matemáticas al servicio de la educación y específicamente a la ciencia y tecnología, de tal manera de entregar herramientas objetivas en el análisis del comportamiento de un curso de alumnos, en torno

a este concepto, permitiendo comenzar a identificar las variables de mayor incidencia o definidora de cluster.

La cuantificación estocástica, nos permite incorporar dependencia y equivalencias estadísticas, lo que facilita la comparación o detección de vínculos o situaciones atípicas al interior del aula.

La visualización, que nos permite la teoría de grafos, definitivamente es una herramienta estadísticamente poderosa, quedando plasmada en el segundo grupo modelado, ver grafico 3, que nos permite observar situaciones atípicas o grupos disjuntos, lo que desde el punto de vista educacional, es de suma importancia, pues nos permite capturar preconcepciones aisladas o atípicas, que se pueden traducir en patologías, trastornos o su relación que tiene su comportamiento respecto de los aprendizajes logrados o las proyecciones que se pueden dar para el concepto en estudio en cuanto a su preconcepción. La propuesta que aquí hemos desarrollado, abre una línea de investigación y desarrollo en beneficio de caracterizar la dinámica de los vínculos, que en este primer paso, se estructuran las bases de un lenguaje formal, en el que interactúan procesos estocásticos y desarrollos determinísticos, llevándonos a una visualización y caracterización de la dinámica de los preconceptos de Ciencia y tecnología al interior del aula. Los desafíos pendientes se orientan a la cuantificación de la distancia entre los **Grafos Estocásticos de la dinámica de los preconceptos**.

En definitiva, este trabajo se justifica por dos instancias, la primera, Chile es un país en vías de desarrollo y debe comenzar a incluir en sus modos de operar y en sus modos de hacer política la importancia de las políticas científicas en el desarrollo de un país. En segundo lugar el promover una visión de futuro de las generaciones actuales, de tal manera que la visión de ciencia y tecnología se desarrolle de manera natural y en coherencia con el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Muchos de nuestros sustentos teóricos, sitúan al lenguaje y a la comunicación en un pilar fundamental de esta investigación, pues la construcción de un preconcepto herrado, lleva consigo un lenguaje y una comunicación herrada, que evidentemente dificultará entender la verdadera dimensión de las políticas científicas y tecnológicas para un país y por ende dificultar el desarrollo.

Por medio de esta investigación, queremos resaltar la importancia de la labor docente, como uno de los agentes más importante para la generación de esta concientización.

Agradecimientos

Al grupo Lab[e]saM, Laboratorio experimental de saberes matemáticos, de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, de la Universidad de Playa Ancha.

Referencias

Cabrera, E., González, J., Montenegro, E. & Nettle, A. (2010). Una Didáctica del Saber: Un Camino Hacia la Optimización de las Transposiciones Didácticas. *Estudios Pedagógicos*. [online]. 2010, vol.36, n.2, pp. 51-61. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/estped/v36n2/art03.pdf>

- González, J., Cabrera, E., Montenegro, E., Nettle, A. & Guevara, M. (2010). . Condicionamiento del modelo logístico para la evaluación informatizada de competencias matemáticas. *Ciencia, Docencia y Tecnología. (Entre Ríos)* [Revista online]. 2010, n.41, pp. 173-191. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/cdyt/n41/n41a09.pdf>
- Laufer, M. (2008). Las prioridades en ciencia y tecnología. *Interciencia*. [online]. dic. 2008, vol.33, no.12; pp. 865-865. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442008001200001&script=sci_arttext
- Maturana, H. & Varela, F. (2004). *El árbol del conocimiento, las bases biológicas de entendimiento humano*. Chile: LUMEN Editora Universitaria
- Maturana, H. (2001). *Cognição, ciência e vida cotidiana*. (Organización y Traducción de Cristina Magno e Víctor Paredes). Belo Horizonte: Editora UFMG.
- Montenegro, E., Cabrera, E., González, J. & Nettle, A. (2010). Graphs r-Polar Spherical Realization. *Proyecciones Journal of Mathematics (Antofagasta)* [online]. vol.29, n.1, pp. 31-39. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/proy/v29n1/art04.pdf>
- Postman, N. (1996). *The end of education: redefining the value of school*. New York: Vintage Books/Random House.
- Rothhammer, F. (2008). De ciencia, tecnología y desarrollo nacional. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería* [en línea] 16 (junio). Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=77216201> ISSN 0718-3291

Los Autores:

José Alejandro González Campos

jgonzalez@upla.cl, labesam.upla@gmail.com

Profesor Jornada Completa.

Departamento de Matemática & Estadística, Facultad de Ciencias Naturales & Exactas, Universidad de Playa Ancha / Valparaíso, CHILE. Profesor de Matemática y Computación, Universidad de Playa Ancha. Licenciado en Ciencias de la Educación, Universidad de Playa Ancha. Magíster en Estadística, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile. Doutorando em Estadística, IMECC, Universidade Estadual de Campinas, BRASIL. Bolsista da CAPES-IEL Nacional-Brasil. jgonzalez@upla.cl.

Líneas de Investigación: Modelos Estocásticos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de ciencia, Estadística Espacial, Grafos Aleatorios.

Paula Sofía Ponce Grenet

Labesam.upla@gmail.com

Departamento de Lenguaje, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Playa Ancha / Valparaíso, CHILE. Traductora e Intérprete, Universidad de Playa Ancha. Licenciada en Cultura, Universidad de Playa Ancha, Chile. Master en Finanzas y Contraloría, Universidade Salesiana, Campinas, Brasil.

Líneas de Investigación: Lenguaje y Preconceptos, Ciencias y Finanzas

Nicolás Alberto Moreno Reyes

nicolas.moreno.reyes@gmail.com

Departamento de Matemática & Estadística, Facultad de Ciencias Naturales & Exactas, Universidad de Playa Ancha / Valparaíso, CHILE. Profesor en Matemática y Computación, Universidad de Playa Ancha. Magíster en Estadística, Universidad de Valparaíso, Chile. Doutorando em Estadística, IMECC, Universidade Estadual de Campinas, BRASIL.

Líneas de Investigación: Procesos Estocásticos y Series de tiempo.

Dirección Institucional: Avenida Leopoldo Carvallo 850, Playa Ancha, Valparaíso, Chile.