

Innovaciencia

Año 5. Volumen 5. Número 1. Revista. Enero - Diciembre 2017. ISSN: 2346-075X



**Universidad
de Santander**
UDES

Personería Jur. 810 de 12/03/96 Min. Educación
VIGILADA MINEDUCACIÓN



La biología y las matemáticas

Autor:

iD Francisco Javier León¹

¹Profesor Asociado Universidad de Santander, Calle 70 # 55-210 Campus lagos del cacique, Facultad de Ciencias exactas, físicas y naturales, Bucaramanga, Colombia, fleon@udes.edu.co

DOI:

<http://dx.doi.org/10.15649/2346075X.445>

Los hallazgos de Mendel y sus leyes¹ han trascendido en la comprensión de la Biología y la Medicina, dicho trabajo abrió las puertas para que otros científicos como Hardy y Weinberg demostraran que las matemáticas tienen un rol fundamental en la comprensión de distintos fenómenos biológicos y de esta forma el equilibrio en las frecuencias genotípicas y alélicas² es más que el binomio cuadrado perfecto. Mediante las matemáticas se percibe que, tras cierto número de generaciones en una población de tamaño infinito se logra un equilibrio genético siempre y cuando se cumplan algunas condiciones como el apareamiento aleatorio, ausencia del efecto fundador, sin deriva genética, entre otros; siendo lo anterior fundamental para comprender diferentes fenómenos genéticos relacionados con la herencia y la genética poblacional. Años más tarde, Fisher empleó las matemáticas para combinar las leyes de Mendel con la selección natural de Darwin y de esta forma plantear su propia teoría evolutiva.

Como los ejemplos anteriores, existen otros trabajos donde la biología celular y molecular, la medicina, las ingenierías, la economía, la agronomía se robustecen con el poder que tienen las matemáticas para comprender los fenómenos biológicos relacionados con cambios en secuencias de ADN³, polimorfismos genéticos⁴, en proteínas⁵, en la fisiología celular, en un organismo o en una comunidad. Es por ello que cada día la estadística aplicada tiene impacto a nivel clínico, social y de salud pública pues fortalece diversas áreas del conocimiento que se apoyan en un sin número de algoritmos matemáticos y abre la posibilidad para plantear diseños de experimentos, análisis e interpretación de datos, comprender la magnitud de los errores y la toma de decisiones frente a los datos que

EDITORIAL

se generan, puesto que cuantifican y cualifican imparcialmente los resultados en la investigación.^{6,7}

REFERENCIAS

1. Allen, G. E. (2017). *La ciencia de la vida en el siglo XX*. Fondo de Cultura Económica.
2. Hu, X., Duan, X., Pan, D. et al. *J Syst Sci Complex* (2017) 30: 101. <https://doi.org/10.1007/s11424-017-6187-4>
3. Burguillo Muñoz, F. J. (2015). *Desarrollo de un algoritmo de Mínimos Cuadrados Parciales para análisis de datos de chips de ADN usando el estadístico VIP para selección de genes y clasificación binaria*.
4. Mantilla, G., Castillo, A., Pérez, V. L., Vargas, C. I., & Rondón, F. (2017). *S19W polymorphism (Ser19Ter) of APOA5 and its relationship with hypertriglyceridemia in a Colombian population*. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 49(1), 29-35.
5. Rodríguez-Piñeiro, A. M., Páez de la Cadena, M., & Rodríguez-Berrocal, F. J. (2008). *La inevitable estadística... en el mundo de la proteómica*.
6. Tanur, J. M., Mosteller, F., Kruskal, W. H., Lehmann, E. L., Link, R. F., Pieters, R. S., & RISING, G. (1992). *La Estadística: Una guía de lo desconocido*. Alianza.
7. Wilches, O. M. (1995). *Métodos estadísticos multivariados en biología molecular y su aplicación en investigación agrícola*. *Agronomía colombiana*, 12(1), 66-71.

TABLA DE CONTENIDO

	<i>PAG.</i>
<i>EL PROGRAMA DE TUTORÍAS DE LA UDES, BUCARAMANGA, COLOMBIA</i>	<i>4</i>
<i>CONFLUENCIA DE MIRADAS EN LA EDUCACIÓN: UNA APROXIMACIÓN HOLÍSTICA.....</i>	<i>17</i>
<i>COMPLEJIDAD DE LAS MATEMÁTICAS COMPLEXITY OF MATHEMATICS</i>	<i>24</i>

Innovaciencia

Revista de la Facultad de Ciencias Exactas,
Físicas y Naturales.
Año 5. Volumen 5. Número 1.

enero - diciembre 2016
ISSN: 2346-075X
Periodicidad anual.

UNIVERSIDAD DE SANTANDER - UDES

JAIME RESTREPO CUARTAS
Rector General

CESAR AUGUSTO SERRANO NOVOA
Vicerrector de Investigaciones

JEFFREY GUEVARA NARANJO
Vicerrectora de Docencia

OMAIRA NELLY BUITRAGO BOHÓRQUEZ
Vicerrectora Administrativa y Financiera

DIANA MARGARITA VILLA-ROEL GUTIÉRREZ
Vicerrectoría de Asuntos Estudiantiles y
Egresados

MARÍA MARGARITA RIVERA GALVIS
Vicerrectoría de Extensión

FABIOLA CECILIA AGUILAR GALVIS
Decana Facultad de Ciencias Exactas,
Físicas y Naturales.

CONTACTO DE LA REVISTA
FABIOLA CECILIA AGUILAR GALVIS
Directora
PBX: 6516500 Ext: 1740
Email: faguilar@udes.edu.co

FREDY RODRIGUEZ PRADA
Editor
PBX: 6516500 Ext: 1783
Email: innovaciencia@udes.edu.co, inlogin@udes.edu.co
Universidad de Santander

COMITE EDITORIAL
Francisco Javier León
Indira Paola Hernández Peñaranda
Giampaolo Orlandoni Merli
Wolfgang Alexander Osma
Chistian Chacin Zambrano
Miguel Oswaldo Pérez Pulido

COMITÉ CIENTÍFICO
German Zafrá Sierra
Harvy Mauricio Velasco Parra
Jans Alzate-Morales
Francisco Martínez
José Félix Ortiz Lemus
Edgar Luna González

PORTADA Y DIAGRAMACIÓN
Élite Inhouse – UDES

¿Puede un programa de tutorías mejorar el rendimiento académico De los estudiantes universitarios?

El programa de tutorías de la UDES, Bucaramanga, Colombia

Can a tutoring program improve the academic performance of university students?

The UDES tutoring program, Bucaramanga, Colombia

RESUMEN

Autor:

iD Giampaolo Orlandoni Merli¹
 iD Miguel Pérez Pulido²
 iD Fabiola Aguilar Galvis³
 iD Josefa Ramoni Perazzi⁴

Cómo citar este artículo:

Cómo citar este artículo: Orlandoni G, Pérez M, Aguilar F, Ramoni, J.. ¿Puede Un Programa De Tutorías Mejorar El Rendimiento Académico De Los Estudiantes Universitarios? - El Programa De Tutorías De La Udes, Bucaramanga, Colombia. Innovaciencia Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 2017; 5(1): 4 -16

Fecha de recepción:

Artículo recibido el 30 de enero de 2017 y aceptado para publicación el 12 de julio de 2017

DOI:

<http://dx.doi.org/10.15649/2346075X.446>

Keywords:

Rendimiento académico; tutorías; regresión logística; regresión cuantílica.

Introducción: Los estudiantes que ingresan al sistema de educación superior enfrentan un proceso de adaptación debido a cambios en el nivel académico y en el entorno social propio de la universidad; estos factores se magnifican debido a una formación básica deficiente en comprensión numérica y lectora, incidiendo negativamente en su rendimiento académico y en su permanencia en el sistema de educación superior. En la Universidad de Santander se ha creado un programa de tutorías académicas para intentar corregir estas debilidades. Se analiza la importancia del programa de tutorías, además de evaluar el impacto que tiene en el éxito académico de los estudiantes.

Materiales y Métodos: La mayor proporción de deserciones ocurre durante los primeros semestres, por lo que este trabajo se enfoca en analizar los cursos del primer semestre ofrecidos por la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales; como caso especial se estudia el desempeño del curso de cálculo diferencial. Se compararon los promedios de las notas de los tres exámenes parciales (P1, P2 y P3) y nota definitiva, de los tres semestres seleccionados B2015, A2016 y B2016. Para evaluar el efecto del programa de tutorías, además del estudio descriptivo, se hizo análisis de regresión logística y regresión cuantílica de las notas definitivas en función de la asistencia o no a tutorías y del tipo de estudiante (nuevo o repitiente); la nota del P1 se toma como una variable proxy de la situación inicial del estudiante, y

¹ Profesor Titular, Doctor Estadística. Universidad de Santander. Facultad de Ciencias Básicas, Físicas y Naturales. Grupo Investigación Ciencias Básicas y Aplicadas para la Sostenibilidad-CIBAS. gorlandoni@udes.edu.co

² Profesor Titular, Magister Estadística. Universidad de Santander. Facultad de Ciencias Básicas, Físicas y Naturales. Grupo Investigación Ciencias Básicas y Aplicadas para la Sostenibilidad-CIBAS. miguel.perez@udes.edu.co

³ Profesora Titular, Magister en Microbiología, Universidad de Santander. Facultad de Ciencias Básicas, Físicas y Naturales. Grupo Investigación Ciencias Básicas y Aplicadas para la Sostenibilidad-CIBAS. faguilar@udes.edu.co

⁴ Profesora Titular, PhD en Economía. Universidad de Santander. Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables. Grupo Investigación CIEMPIES. jramoni@udes.edu.co

la nota del P3 recoge el impacto del programa en su totalidad. **Resultados y Discusión:** Para los tres semestres analizados, tanto en P1 como en P3 el promedio de las notas de los estudiantes inscritos en el programa de tutorías (grupo tratamiento) es significativamente mayor que la nota promedio de los estudiantes que no asisten al programa (grupo de control); en todos los casos son estadísticamente significativas las diferencias entre notas del grupo tratamiento y control. Mediante regresión logística binaria se concluye que tanto el programa de tutorías como el ser estudiante de nuevo ingreso influyen positivamente en la probabilidad de aprobar el curso: un estudiante que asiste a tutorías tiene entre 1,88 y 2,75 veces más posibilidades de aprobar el curso que un estudiante que no está en el programa; un estudiante de nuevo ingreso tiene entre 2,10 y 2,94 más posibilidades de aprobar, comparado con un estudiante repitiente. Asistir a tutorías y ser estudiante no repitiente son factores que influyen positiva y significativamente en el rendimiento académico. Mediante regresión cuantílica se estimó la distribución condicional de la variable dependiente, basándose en el modelo $Aprobar(t)=f(Tutoría)+\varepsilon$ para el vector cuantílico $t=(0,10; 0,25; 0,50; 0,75; 0,90)$; los resultados indican que el programa de tutorías es más efectivo para los estudiantes necesitados de acompañamiento, situados en los cuantiles inferiores de la distribución de la variable dependiente; los cuantiles superiores de la distribución corresponden a estudiantes que no requieren de acompañamiento y sobre cuyas notas el programa no tiene efecto significativo. **Conclusiones:** El programa de tutorías ha demostrado su importancia y utilidad como apoyo para estudiantes que requieren de acompañamiento y cuyas bases les permiten aprovechar las bondades del programa. El análisis descriptivo del programa de tutorías de la UDES muestra el crecimiento sostenido de los estudiantes que se han incorporado al programa a lo largo de esos años. Se evidenció la asociación directa entre la participación en el programa de tutoría y el desempeño académico, verificándose que aproximadamente el 70% de los usuarios aprobaron los cursos para los que solicitaron el servicio de tutorías. Un estudiante que asiste a tutorías tiene más del doble de posibilidades de aprobar el curso para el que solicita apoyo

académico, que un estudiante no incorporado al programa de tutorías. Si además, el estudiante es de nuevo ingreso, entonces esas posibilidades de aprobar aumentan al compararse con un estudiante repitiente. El análisis por regresión cuantílica muestra que la diferencia entre los dos grupos es más importante para los cuantiles inferiores de la distribución. La conclusión final se resume en que estudiantes incorporados al programa de tutorías tienen un rendimiento superior al rendimiento de estudiantes que no asisten a tutorías.

Palabras Clave:

Rendimiento académico; tutorías; regresión logística; regresión cuantílica.

ABSTRACT

Introduction: Students entering the higher education system face an adaptation process due to changes in the academic level and in the university's own social environment; these factors are magnified due to a poor basic training in numerical and reading comprehension, negatively affecting their academic performance and their permanence in the higher education system. At the University of Santander, an academic tutoring program has been created in an attempt to correct this weaknesses. The importance of the tutoring program is analyzed, in addition to evaluating its impact on the students' academic success.

Materials and Methods: The highest proportion of dropouts occurs during the first semesters, so this work focuses on analyzing the first semester courses offered by the College of Exact, Physical and Natural Sciences. As a special case, the differential calculus course is analyzed. The averages of the three midterms (P1, P2, and P3) and final grades are compared, for the three selected semesters (B2015, A2016 and B2016). To evaluate the effect of the tutoring program, in addition to the descriptive study, logistic regression analysis and quantile regression of the final grades were fitted considering attendance or not to the tutorial program, and the kind of students (new or repeating); the P1 grade was taken as a proxy variable of the student initial situation, and the P3 grade collects the program total impact. **Results and Discussion:** For the three semesters considered, in both P1 and P3, the average

grade of students enrolled in the tutoring program (treatment group) is higher than the average grade of students who do not attend the program (control group); in all cases, the differences between grades of the treatment and control group are statistically significant. Based on binary logistic regression, both the mentoring program and the new student status have a positive influence on the probability of passing the course: a student who attends tutorials has between 1.88 and 2.75 times more possibilities to pass the course than a student who is not in the program; a new student has between 2.10 and 2.94 more chances to pass compared to a repeating student. Attending tutorials and being a non-repeating student are factors that positively and significantly influence academic performance. The conditional distribution of the dependent variable was estimated using quantile regression, based on the model $Aprobar(t)=f(Tutoría)+\varepsilon$, with the quantile vector $t=(0.10, 0.25, 0.50, 0.75, 0.90)$; the results indicate that the tutoring program is more effective for students who need help, located in the lower quantiles of the distribution of the dependent variable. The upper quantiles of the distribution correspond to students who do not require help and on whose grades the program has no significant effect. **Conclusions:** The tutoring program at UDES has shown its importance and usefulness as support for students that require accompaniment and whose background allows them to take advantage of the benefits of the program. The descriptive analysis shows the sustained growth of the students who have joined the program during these years.

The direct association between the participation in the tutoring program and the academic performance was verified, and 70% of the users approved the courses for which they requested the tutoring service. A student who attends the tutoring program is more than twice as likely to pass the course for which he requests academic support than a student who is not in the program; additionally, compared with a repeating student, his passing possibilities increase. Quantile regression analysis shows that the difference between the two groups is more important for the lower quantiles of the distribution. The final conclusion is that students enrolled in the tutoring program perform better than students who do not attend tutoring, particularly for those students located at the lower

quantiles of the final grades distribution.

Keywords: Academic performance; tutoring; logistic regression; quantile regression.

Los estudiantes que ingresan al sistema de educación superior usualmente enfrentan un proceso de adaptación causado por cambios en el nivel académico, junto con cambios en el entorno social propio de la universidad; ello va a incidir tanto en su desarrollo personal, como en su desempeño académico. Una formación básica generalmente bastante deficiente en la comprensión numérica y lectora se une a estos factores para incidir negativamente en su rendimiento académico y en su permanencia en el sistema de educación superior. El Ministerio de Educación (MEN), a través del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES), analiza el comportamiento de los estudiantes en el ámbito universitario, investigando los factores que inciden en el rendimiento académico y que se asocian a su permanencia, como son la adaptación, el rendimiento y la deserción universitaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

El programa de tutorías de la facultad de ciencias exactas físicas y naturales de la udes.

La deserción temprana es uno de los problemas más agudos que enfrentan los planificadores y autoridades en el campo de la educación superior. Aproximadamente el 52 % de los estudiantes, ubicados en cursos de primer semestre, abandonan sus estudios universitarios como consecuencia del bajo rendimiento académico. En el año 2014 Colombia registró una tasa de deserción por cohorte a nivel universitario de 45,6 %, situándose en 46,1 % para el 2015. Los departamentos con las mayores tasas de deserción fueron La Guajira, Casanare y Putumayo, mientras que en Huila, Caldas y Santander se observaron las menores tasas de deserción^{1,2}.

Consciente de este grave problema, la Universidad de Santander ha implementado el Programa de Acompañamiento para el Ingreso y Permanencia Estudiantil (PAIPE) que ofrece ayuda integral de los estudiantes de la universidad y cuyos objetivos son elevar el bienestar universitario,

mejorar el rendimiento estudiantil y reducir la deserción. Para ello, el programa incluye ayudas y posibles soluciones a las necesidades financieras, psicosociales y académicas de los estudiantes, además de apoyo académico, facilitando programas de mejoramiento en comprensión lectora y desarrollo de competencias comunicativas.

Adicionalmente, ofrece un servicio de tutorías en ciencias básicas tratando de resolver las falencias que los estudiantes puedan tener en diferentes áreas (matemáticas, estadística, física, química, biología). A tal efecto, la Facultad de Ciencias dedica un importante porcentaje del tiempo de sus docentes a atender de manera personalizada a los estudiantes que requieren de estas tutorías para mejorar su desempeño académico. A través del programa, cualquier estudiante puede solicitar horas de tutorías, al iniciarse el curso.

Es de interés para la institución determinar el impacto que dicho programa tiene en el rendimiento académico de los estudiantes, evaluación ésta que orientará la toma de decisiones acerca de si dicho programa ha sido efectivo y, por tanto, debe fortalecerse y extenderse a otras sedes³ Este trabajo analiza la importancia del programa de tutorías, además de evaluar el impacto que tiene en el éxito académico de los estudiantes.

En esencia, la evaluación de impacto busca responder a la siguiente interrogante: ¿qué hubiese ocurrido con los beneficiarios del programa en caso de no haberse implementado? La respuesta requiere previamente realizar el análisis factual y el análisis del contexto del programa. El análisis factual se inicia con una estimación del número de beneficiarios del programa de tutorías y la cobertura del mismo. Luego, se requiere comparar el rendimiento de los estudiantes que han entrado al programa de tutorías con aquéllos que no han usado este servicio; esta comparación se hace a lo largo del período de vigencia del programa, basándose en la información de las calificaciones de los estudiantes en el programa de tutorías (grupo tratamiento) y de quienes no forman parte de él (grupo control), antes y durante el período en que ha estado funcionando el programa^{4,5}

El análisis estadístico de esta investigación se

realizó con base en los datos de notas promedio definitivas y de cada examen parcial, además de la frecuencia de asistencia a las tutorías, suministrados por la coordinación de Matemáticas y Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales FCEFYN de la UDES.

RESULTADOS

Estudio descriptivo del programa de tutorías de fcefyn de udes

El programa de tutorías se inicia en el año 2012, segundo semestre (2012B) con un total de 157 estudiantes asistiendo a tutorías. Este número ha ido creciendo hasta un total de 874 estudiantes en el semestre 2016B. Entre los semestres 2012B y 2016B el programa ha atendido 4,397 estudiantes, con variadas frecuencias, oscilando entre una hora y hasta 25 horas para cada estudiante. La participación de los estudiantes en el programa de tutorías en el área de ciencias naturales (CN), desde el momento de su creación en el año 2012 a la fecha de 2016, se ha incrementado significativamente, pasando de atender 112 estudiantes a 408 estudiantes que cursan el componente básico (primero a tercer semestre). La mayor participación de los estudiantes en las tutorías, se ha dado en los cursos de Biociencias I Medicina, Biociencias II Medicina, Biociencias Salud, Biología Celular y Genética. El área de matemáticas, estadística y física (MF), área que representa mayor dificultad para los estudiantes, se inició con 47 estudiantes, aumentado a 466 estudiantes en el año 2016.

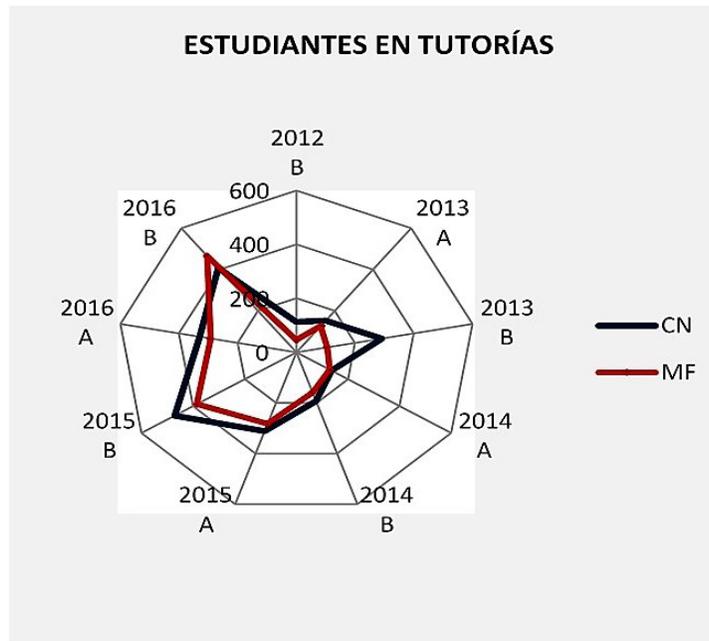
La cobertura de tutorías, dirigido especialmente a los estudiantes de primer semestre, se incrementó en un 75% aproximadamente en el año 2016, comparado con el 2014, siendo el 45% estudiantes de primer semestre.

La Tabla 1 muestra la evolución del número de estudiantes atendidos por el programa de tutorías.

El gráfico de radar anexo a la tabla 1 ilustra que los años con más atención de estudiantes por tutorías fueron los segundos semestres 2015 y 2016.

Tabla 1. Evolución del programa de tutorías de la UDES. Número de estudiantes en tutorías.

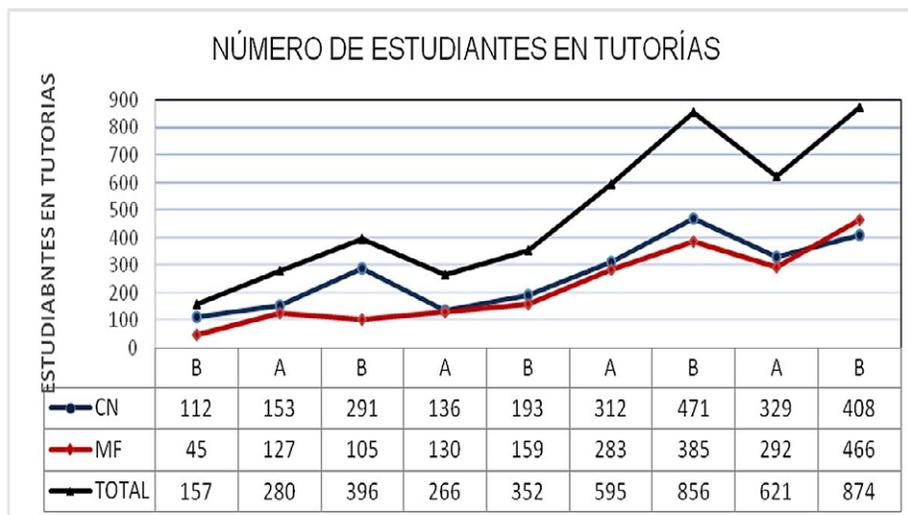
AÑO	SEMESTRE	CN	MF	TOTAL
2012	B	112	45	157
2013	A	153	127	280
	B	291	105	396
2014	A	136	130	266
	B	193	159	352
2015	A	312	283	595
	B	471	385	856
2016	A	329	292	621
	B	408	466	874
Total		2405	1992	4397



Fuente: Cálculos y construcción propia.

La Figura 1 muestra el incremento del número de estudiantes atendidos por el programa de tutorías desde el año 2012 hasta el segundo semestre del año 2016. Se observa una tendencia creciente en el número de estudiantes atendidos, tanto en el área de ciencias naturales, como en el área de matemáticas, estadística y física.

Figura 1. Evolución y Tendencia del Número de Estudiantes atendidos por el programa de Tutorías. UDES, Bucaramanga.



Fuente: cálculos y construcción propia.

Puesto que la mayor parte de las deserciones ocurren durante los primeros semestres, este trabajo se enfoca en analizar los cursos del primer semestre ofrecidos por la FCEFyN. Luego, como caso especial, se estudia el comportamiento de los estudiantes del curso Cálculo Diferencial. En la Tabla 2

Tabla 2. Cursos del Primer Semestre de la FCFyN, UDES. Año 2016.

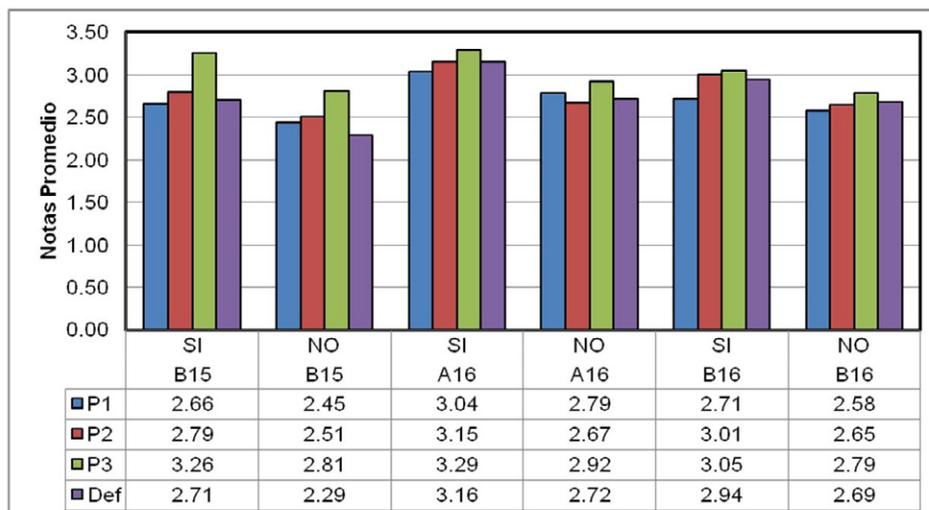
Código	Curso	A2016			B2016		
		Matrícula	Tutoría	% Tutoría	Matrícula	Tutoría	% Tutoría
16101	CALCULO DIFERENCIAL	208	78	37.5%	171	76	44.4%
16171	MATEMÁTICAS 1	78	14	17.9%	73	19	26.0%
16181	BIOCIENCIAS MEDICINA	91	76	83.5%	78	46	59.0%
16121	BIOCIENCIAS SALUD	176	68	38.6%	134	75	56.0%
16211	BIOCIENCIAS VETERINARIA	40	16	40.0%	20	10	50.0%
16221	BIOLOGÍA MICROBIOLOGÍA	56	27	48.2%	29	2	6.9%
16405	QUIMICA GENERAL	123	10	8.1%	93	57	61.3%
	TOTAL	772	289	37.4%	598	285	47.7%

Análisis del caso de cálculo diferencial

Para el curso de cálculo diferencial se comparan los promedios de la nota definitiva y de las notas de los exámenes parciales de los tres semestres seleccionados B2015, A2016 y B2016. Se observa en los tres semestres que los estudiantes que van a tutorías siempre obtienen notas promedio superiores comparadas con las notas de los estudiantes que no van a tutorías. Específicamente la nota definitiva de los estudiantes que asisten a tutorías difiere sustancialmente de quienes no asisten a dicho servicio. Además, se observa que las mejores notas corresponden a los estudiantes que van a tutorías en el primer semestre 2016, seguidas por las notas del semestre B2016.

A continuación, en la Figura 2, se comparan gráficamente, en un histograma conjunto, las notas de los estudiantes que asisten al programa de tutorías con las notas de quienes no asisten, durante los tres semestres mencionados.

Figura 2. Notas promedio definitivas y de los tres exámenes parciales. Cálculo diferencial. FCFyN, UDES. Semestres B2015, A2016, B2016.



Fuente: cálculos y construcción propia

Metodología para evaluar el efecto del programa de tutorías

Para evaluar el efecto del programa de tutorías, además de hacer el estudio descriptivo de los datos, se hizo análisis de regresión logístico, regresión múltiple y regresión cuantílica de las notas definitivas en función de la asistencia o no de los estudiantes a tutorías y del tipo de estudiantes (nuevos o repitientes). El análisis se aplica a las notas del curso de cálculo diferencial de los tres semestres seleccionados. La nota del primer examen parcial se toma como una variable proxy de la situación inicial del estudiante; el resultado de esa primera evaluación incide de manera significativa en la decisión de acogerse al programa.

La nota del tercer parcial recoge el impacto del programa en su totalidad⁶.

Estudio Descriptivo De Las Notas Promedio. Se observa que en ambos exámenes parciales (P3 y P1), el promedio de notas de los estudiantes inscritos en el programa de tutorías (grupo tratamiento) es mayor que la nota promedio de los estudiantes que no asisten al programa (grupo de control) para los tres semestres analizados. Esta diferencia se incrementa debido a la caída en la nota promedio de los estudiantes del grupo control. En todos los casos, las diferencias entre notas del grupo tratamiento y control, son estadísticamente significativas (ver Tabla 3, Tabla4, Tabla5)

Tabla 3. Notas Promedio. Primer y Tercer Examen Parcial. Cálculo Diferencial. B2015

Tutoría	N	Tercer Examen P3		Primer Examen P1		Dif P3-P1	Prueba t Igualdad de Medias
		Media	DE	Media	DE		
Si	83	2,71	1,36	2,62	0,92	0,09	0,77 (p=0,22)
No	79	2,06	1,42	2,41	0,93	-0,35	-2.65 (p=0.98)
Dif. p(t)		0,65 0,003		0,21 0,15		0,44	

Fuente: Cálculos y construcción propia.

En la tabla 3 se verifica que hay diferencias significativas entre los promedios de las notas de los exámenes P1 y P3 de los estudiantes que asisten a tutorías comparados con quienes no asisten. Aunque hay un efecto positivo de la tutoría al comparar el P3 con el P1, la prueba de igualdad de promedios entre el tercer y primer examen no resulta estadísticamente significativa para los estudiantes de los dos grupos de tutorías.

En las tablas 4 y 5 se reportan diferencias significativas entre los promedios de las notas de los estudiantes que asisten a tutorías comparados con quienes no asisten para los exámenes parciales P1 y P3. Además, se observa el efecto positivo del programa de tutorías al comparar las notas del P3 con las del P1, siendo significativa la prueba de igualdad de promedios entre el P3 y el P1 para los estudiantes que asisten a tutorías.

Tutoría	N	Tercer Examen P3		Primer Examen P1		Dif P3-P1	Prueba t Igualdad de Medias
		Media	DE	Media	DE		
Si	78	3,24	0,73	3,04	0,72	0,20	2,65 (p=0,005)
No	63	2,18	1,43	2,36	1,13	-0,18	-0.79 (p=0.78)
Dif. p(t)		1,06 0,001		0,68 0,04		0,38	

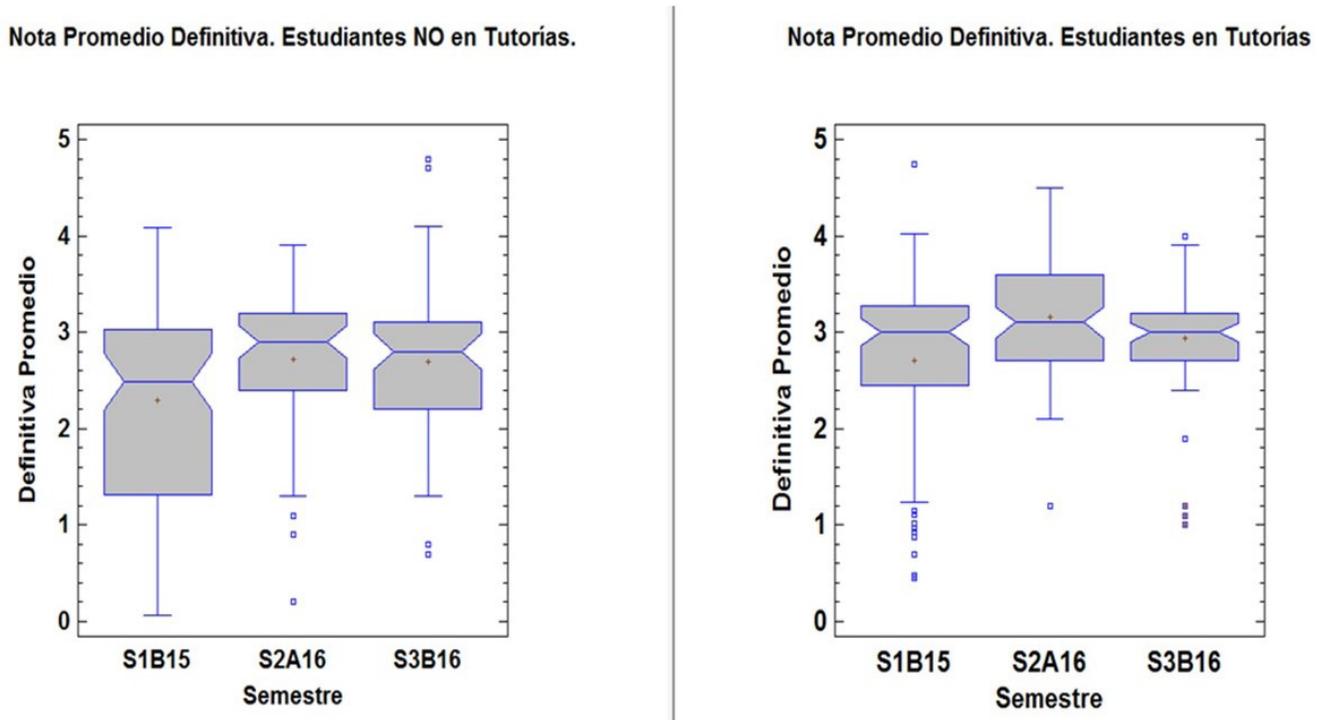
Tabla 4. Notas Promedio. Primer y Tercer Examen Parcial. Cálculo Diferencial. A2016
Fuente: Cálculos propios.

Tutoría	N	Tercer Examen P3		Primer Examen P1		Dif P3-P1	Prueba t Igualdad de Medias
		Media	DE	Media	DE		
Si	61	3,05	0,74	2,71	0,69	0,34	2,58 (p<0,005)
No	54	2,79	1,14	2,57	0,88	0,21	1,07 (p>0.10)
Dif. p(t)		0,26 0,07		0,14 0,36		0,13	

Tabla 5. Notas Promedio. Primer y Tercer Examen Parcial. Cálculo Diferencial. B2016. Fuente: Cálculos y construcción propia.

En la Figura 3 se comparan las notas promedio definitivas de los estudiantes que asisten y de quienes no van al programa de tutorías, por cada semestre analizado. Se observa una clara diferencia en las notas promedio entre el semestre B2015 y los otros dos semestres, y también entre quienes asisten a tutorías y quienes no lo hacen.

Figura 3. Comparación de notas promedio definitivas por asistencia o no al programa de Tutorías. Cálculo diferencial. Semestres B2015, A2016, B2016.



Regresión logística del efecto del programa de tutorías.

A continuación se estudia el efecto del programa de tutorías en el rendimiento académico de los estudiantes de cálculo diferencial mediante modelos de regresión logística binaria para cada semestre. Estos modelos relacionan la variable binaria Aprobar (Sí, No) con los factores Tutoría (Sí, No) y estudiante Nuevo (Sí, No), de la siguiente manera: $Aprobar = \beta_0 + \beta_1 Tutoría + \beta_2 Nuevo + \epsilon$. La tabla 6 muestra los resultados del ajuste para los tres semestres⁷

Tabla 6. Modelos de Regresión Logística de la variable Aprobar. Semestres B2015, A2016, B2016

Semestre	Constante	Tutoría	Nuevo	AIC	p(Deviance)
B15 OR	-0.30	1.01	0.74	207.9	<0.01
		2.75	2.10		
A16 OR	-1.24	0.63	1.08	167.8	<0.01
		1.88	2.94		
B16 OR	-0.89	0.92	0.86	156.8	<0.02
		2.51	2.36		

Notas. Modelo Logístico: $Aprobar = f(Tutoría, Nuevo) + e$; (OR: Odds Ratio). Cálculos propios.

Se observa que tanto el programa de tutorías como el hecho de ser estudiante de nuevo ingreso influyen positivamente en la probabilidad de aprobar el curso. En efecto, como lo indican los coeficientes de posibilidades (OR), un estudiante que asista a tutorías tiene entre 1,88 y 2,75 veces más posibilidades de aprobar el curso que un estudiante que no esté en el programa. Mientras que un estudiante de nuevo ingreso tiene entre 2,10 y 2,94 más posibilidades de aprobar comparado con un estudiante repitente. Asistir a tutorías y ser estudiante no repitente son factores que influyen positivamente, y con significación estadística, en el rendimiento académico.

Regresión cuantílica de la importancia del programa de tutorías.

La regresión cuantílica se considera como una extensión de la regresión clásica; ésta modela y estima los parámetros del modelo especificado mediante mínimos cuadrados ordinarios, tratando de explicar las variaciones de la media aritmética de la variable dependiente ante variaciones de las variables independientes; se generan así estimaciones de la esperanza condicional de la variable dependiente, dado un conjunto de valores de las variables independientes explicativas.

La regresión cuantílica tiene un objetivo similar, pero en lugar de estimar la esperanza condicional, estima los cuantiles condicionales de la variable dependiente, minimizando las desviaciones absolutas ponderadas con pesos asimétricos, y que son más robustas ante los valores extremos de la variable dependiente⁸.

En este caso se estima el modelo $Aprobar(t) = f(Tutoría) + \epsilon$ para los cuantiles indicados en el vector de cuantiles $t = (0,05; 0,25; 0,50; 0,75; 0,95)$. La Tabla 7 muestra los resultados de la estimación para los diferentes cuantiles especificados.

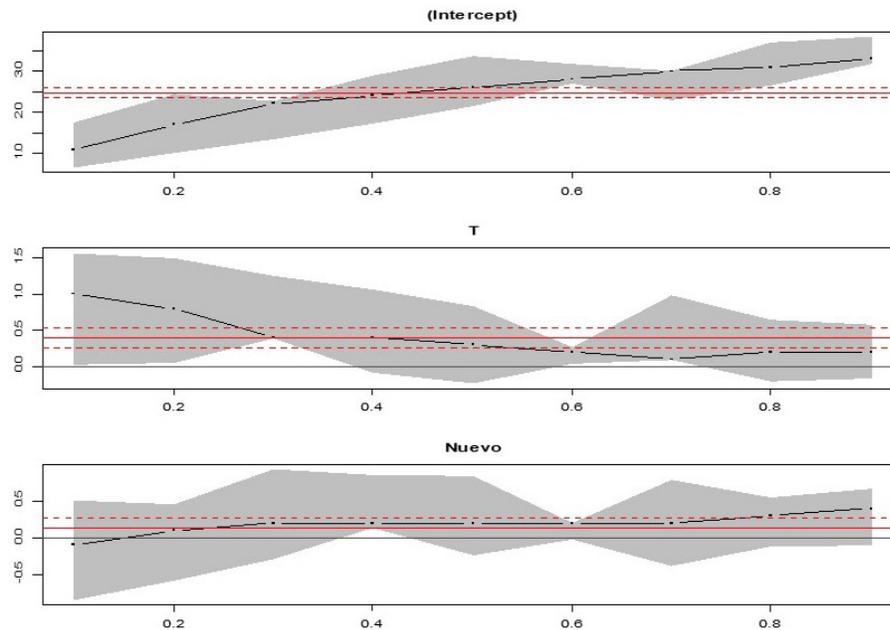
Tabla 7. Efecto de la tutoría en la nota definitiva. Modelos de regresión cuantílica. Semestres B2015, A2016, B2016.

tau	0,05	0,25	0,50	0,75	0,95	gl
B2015						162
Intercepto	0,7	1,3	2,5	3	3,6	
Tutoría	0,2	1,2	0,5	0,3	0,4	
A2016						127
Intercepto	0,9	2,4	2,9	3,2	3,7	
Tutoría	1,3	0,3	0,2	0,4	0,5	
B2016						113
Intercepto	1,3	2,2	2,8	3,1	4,1	
Tutoría	0,6	0,5	0,2	0,1	0,3	

Notas. Modelo Regresión Cuantílica: $Definitiva(t) = f(Tutoría) + \epsilon$ Cálculos propios

En la Figura 4 se muestran las curvas de las estimaciones cuantílicas para los factores Tutorías y Nuevos estudiantes. Las curvas correspondientes al efecto de la tutoría y al ser estudiante de nuevo ingreso, sobre la nota promedio definitiva muestran las diferentes estimaciones de los parámetros para cada uno de los cuantiles especificados, en contraste con la regresión mínimo cuadrática, representada por la línea horizontal de color rojo.

Figura 4. Regresión cuantílica de la nota definitiva por asistencia al programa de tutorías. Cálculo diferencial. Semestres B2015, A2016, B2016.



Se observa que el programa de tutorías es más efectivo para los estudiantes necesitados de acompañamiento, y que se sitúan en los cuantiles inferiores de la distribución de la variable dependiente. Los cuantiles superiores de la distribución corresponden a estudiantes que no requieren de acompañamiento y sobre cuyas notas el programa no tiene efecto significativo.

DISCUSIÓN

El programa de tutorías de la UDES se ha consolidado en el tiempo, como lo evidencia la tendencia creciente en el número de estudiantes atendidos desde el año 2012 hasta el segundo semestre del año 2016, tanto en el área de ciencias naturales, como en el área de matemáticas, estadística y física.

El promedio de notas de los estudiantes inscritos en el programa de tutorías, que definen el grupo tratamiento, es mayor que la nota promedio de los estudiantes que no asisten al mencionado programa, que son el grupo control, en ambos exámenes parciales para los tres semestres analizados; esta diferencia se incrementa debido a la caída en la nota promedio de estudiantes del grupo control. Es importante notar la diferencia en las notas promedio entre el semestre B2015 y los otros dos semestres analizados, y también entre quienes asisten a tutorías y quienes no lo hacen.

El análisis de regresión logística permite concluir

que tanto ser estudiante de nuevo ingreso como asistir al programa de tutorías influyen positivamente en la probabilidad de aprobar el curso. Los coeficientes de posibilidades señalan que un estudiante que asista al programa de tutorías tiene entre 1,88 y 2,75 veces más posibilidades de aprobar el curso que un estudiante que no esté en el programa; mientras que un estudiante de nuevo ingreso tiene entre 2,10 y 2,94 más posibilidades de aprobar el curso, comparado con un estudiante repitiendo. Asistir a tutorías y ser estudiante no repitiendo son factores que influyen positivamente en el rendimiento académico del estudiante.

El análisis de regresión cuantílica permite verificar la importancia de los factores Tutorías y Nuevos para diferentes cuantiles de la distribución de las notas. El programa de tutorías es más efectivo para los estudiantes que se sitúan en los cuantiles inferiores de la distribución de la variable dependiente, necesitados de acompañamiento; los cuantiles superiores de la distribución corresponden a estudiantes que no requieren de acompañamiento y sobre cuyas notas el programa de tutorías no tiene efecto significativo.

CONCLUSIONES

El programa de tutorías ha demostrado su importancia y utilidad como apoyo para estudiantes que requieren de acompañamiento, y cuyas bases les permiten aprovechar las bondades del programa; en menor medida se favorecen los estudiantes cuyas debilidades no les permiten sacar mayor ventaja de la asistencia brindada.

El análisis descriptivo del programa de tutorías de la UDES muestra el crecimiento sostenido de los estudiantes que se han incorporado al programa a lo largo de esos años, pasando de un grupo inicial de 157 estudiantes, hasta crecer a un número de 874 en B2016, totalizando 4.397 estudiantes atendidos durante todo ese período. Esta evaluación ha permitido mejorar la oferta de tutores, la orientación de la tutoría y la sistematización de la recolección de la información. Se evidenció la asociación directa entre la participación en el programa de tutoría y el desempeño académico, verificándose que aproximadamente el 70% de los estudiantes aprobaron los cursos para los que solicitaron el servicio de tutorías. También se evidenció la importancia de la relación entre la frecuencia de asistencia al servicio y el mejor resultado en el rendimiento final de los diferentes cursos.

Mediante el uso de modelos de regresión logística y regresión cuantílica se analizó la importancia y el efecto que ha tenido el programa de tutorías de la UDES en el mejoramiento académico de los estudiantes universitarios del primer semestre. El estudio muestra que los estudiantes inscritos en el programa de tutorías tienen un rendimiento superior al de estudiantes que no asisten a tutorías, hecho reflejado en sus respectivas notas promedio; además, la nota de este segundo grupo muestra una caída en sus promedios, al pasar del primer parcial al tercero, incrementando la diferencia con el grupo que asiste a tutorías.

Un estudiante que asiste a tutorías tiene más del doble de posibilidades de aprobar el curso para el que solicita el apoyo académico que un estudiante que no esté en el programa. Si además, el estudiante es de nuevo ingreso, las posibilidades de aprobar aumentan al compararse con un estudiante repitente.

El análisis por regresión cuantílica muestra que la diferencia entre los dos grupos es más importante para los cuartiles inferiores de la distribución.

Es importante notar que el programa no tiene

efecto significativo para los cuantiles superiores de la distribución de las notas promedio, hecho consistente con el objetivo del programa de tutorías, cual es brindar asistencia a alumnos con mayores falencias.

En definitiva, asistir a tutorías y ser estudiante no repitente son factores que influyen positiva y significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios.

REFERENCIAS

1. MEN. Estadísticas deserción y graduación 2015. Recuperado de: www.colombiaprende.edu.co/html/micrositios/1752/articles-350629_estadisticas_pdf2015.pdf
2. Pérez, M.; Aguilar, F.; Orlandoni, G.; Ramoni, J. Análisis estadístico de los resultados de las pruebas de estado para el ingreso a la educación superior en la Universidad de Santander, Colombia. *Revista Científica*, 2016. 27, 32-43.
3. Orlandoni, G.; Pérez, M.; Aguilar, F. y Ramoni, J. Estudio del impacto del programa de tutorías de la facultad de ciencias en el éxito académico de los estudiantes de la UDES. Universidad de Santander, Bucaramanga. Colombia. 2015.
4. Bernal, R y Peña, X. Guía práctica para la evaluación de impacto. Uniandes. Bogotá. 2011.
5. Gertler, P., Martinez, S.; Premand, P.; Rawlings, L. and Vermeersch, C. *Impact Evaluation in Practice*. The World Bank, Washington, DC. 2011.
6. Orlandoni, G.; Ramoni, J. y Pérez, M. Impacto del Programa de Tutorías en el Rendimiento Académico de Estudiantes Universitarios. Un Análisis de Diferencia en Diferencias. En *Memorias del XXVI Simposio Internacional de Estadística. Sincelejo*. Colombia. 2016.
7. Stock, J. and Watson, M. *Introduction to Econometrics*, 3rd ed. Addison Wesley. Boston. 2011
8. Koenker, R. y Basset, G. *Regression Quantiles*. *Econometrica*, 1978, 1(46), 33-50.

ANEXOS

Anexo1-ESTUDIANTES QUE ASISTEN A TUTORÍAS EN LOS CURSOS DEL DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS Y ESTADÍSTICA de la UDES

Código Cursos	Nombre Curso	Matricula Número Estudiantes	APRUEBA Número Estudiantes		TUTORÍA Número Estudiantes		
			NO(0)	SI(1)	Asiste (Tut=1)	% Asistencia	% Aprueba/Asiste
16101	Cálculo Diferencial	171	45	37	82	48,0%	45,1%
16104	Ecuaciones Diferenciales	79	2	22	24	30,4%	91,7%
16112	Cálculo Integral	135	23	44	67	49,6%	65,7%
16113	Cálculo Multivariable	131	26	45	71	54,2%	63,4%
16114	Estadística Descriptiva Probabilidad	128	35	25	60	46,9%	41,7%
16115	Estadística Inferencial	55	3	8	11	20,0%	72,7%
16122	Física Mecánica	109	4	24	28	25,7%	85,7%
16123	Física Eléctrica	97	8	14	22	22,7%	63,6%
16133	Algebra Lineal	73	0	9	9	12,3%	100,0%
16164	Biomatemática	15	1	7	8	53,3%	87,5%
16171	Matemáticas I	73	0	19	19	26,0%	100,0%
16172	Bioestadística	175	4	8	12	6,9%	66,7%
16173	Matemáticas II	35	0	8	8	22,9%	100,0%
38402	Estadística	48	3	10	13	27,1%	76,9%
38501	Matemática Básica	11	0	5	5	45,5%	100,0%
161410	Biofísica	48	12	15	27	56,3%	55,6%
Total		1383	166	300	466	33,7%	64,4%

Código Cursos	Nombre Curso	Matrícula Número Estudiantes	APRUEBA Número Estudiantes		TUTORÍAS Número Estudiantes		
			NO(0)	SI(1)	Asiste (Tut=1)	% Asistencia	% Aprueba/Asiste
16121	Biociencias	134	36	39	75	56,0%	52,0%
16132	Bioquímica General	49	1	6	7	14,3%	85,7%
16142	Biología Celular	42	11	19	30	71,4%	63,3%
16152	Biología Molecular	35	3	15	18	51,4%	83,3%
16181	Biociencias I (Medicina)	78	14	32	46	59,0%	69,6%
16183	Biociencias II (Medicina)	103	21	70	91	88,3%	76,9%
16184	Química Orgánica	36	0	5	5	13,9%	100,0%
16192	B.C.M	25	2	16	18	72,0%	88,9%
16211	Biociencias I (Veterinaria)	20	4	6	10	50,0%	60,0%
16212	Bioquímica Básica	32	8	24	32	100,0%	75,0%
16405	Química General	93	38	19	57	61,3%	33,3%
17103	Conexión Científica	30	4	11	15	50,0%	73,3%
33415	Técnicas de Análisis	13	0	4	4	30,8%	100,0%
Total			142	266	408	48,9%	65,2%

Anexo2 ESTUDIANTES QUE ASISTEN A TUTORÍAS EN LOS CURSOS DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES de la UDES.

Anexo3 -CURSOS DE PRIMER SEMESTRE de la UDES. (SEMESTRE B-2016)

Código Materia	Curso	Estudiantes				Tutorías	
		Aprobados	Reprobados	Cancelados	Total	Asisten	Aprueban
16101	CALCULO DIFERENCIAL	59	56	56	171	76	36
	%	34,6%	32,7%	32,7%		44,4%	21,1%
16171	MATEMATICAS 1	63	4	6	73	19	19
	%	86,3%	5,5%	8,2%		26,0%	26,0%
16181	BIOCIENCIAS MEDICINA	60	16	2	78	46	32
	%	76,9%	20,5%	2,6%		59,0%	41,0%
16121	BIOCIENCIAS SALUD	55	52	27	134	75	39
	%	41,0%	38,8%	20,1%		56,0%	29,1%
16211	BIOCIENCIAS VETERINARIA	12	5	3	20	10	6
	%	60,0%	25,0%	15,0%		50,0%	30,0%
16221	BIOLOGIA MICROBIOLOGIA	20	8	1	29	2	2
	%	69,0%	27,6%	3,4%		6,9%	6,9%
16405	QUIMICA GENERAL	40	12	41	93	57	19
	%	43,0%	12,9%	44,1%		61,3%	20,4%
16152	FUNDAMENTACIÓN QUIMICA	27	7	1	35	18	15
	%	77,1%	20,0%	2,9%		51,4%	42,9%
33101	ALGEBRA SUPERIOR	10	1	3	14	0	0
	%	71,5%	7,1%	21,4		0%	0%

Confluencia de miradas en la educación: una aproximación holística

Gazes confluence on education: a holistic approach

RESUMEN

Introducción: Los procesos de aprendizajes involucran necesariamente la interacción del que aprende y aquello que sirve como puente de comunicación, conocido como mediador, es importante tener presente que aprender de algún modo implica el hecho que confluyan campos mórficos que explican de alguna manera cómo evolucionan los sistemas vivos que co aprenden, que se reconfiguran para potencializar rutas aprendientes que están escritas en linderos de la complejidad y de la oralidad, la incertidumbre y en patrones de aprendizajes, que quedan registrados en estructuras de orden que privilegian también la reconfiguración permanente de los organismos y más que estos las células que los forman. **Materiales y métodos:** El enfoque usado en el proceso investigativo es de corte cualitativo, el cual permite una percepción holística de la realidad, en esos procesos de aprendizaje que cada comunidad ha ido construyendo y privilegiando en los perfiles que privilegian el aprender, el conocer, un caso particular e importante es el de las Cantoras de Colombia, quienes a través del tiempo han conservado su ancestralidad y han ido escribiendo en el campo akásico su conocimiento. **Resultados y discusión:** Los campos mórficos influyen dando como resultado un registro de conocimiento que se preserva en el tiempo y el espacio, hablando musicalmente: un canto sublime de átomos que dan saltos cuánticos cuando se reconfiguran para registrar en las neuronas mismas el conocimiento que cada ser pretende alcanzar y encuentra en el largo camino del aprender. En ese encuentro de miradas y voces, se fundamenta el artículo.

Conclusiones: la educación requiere una transformación profunda, las reformas educativas son tan solo estrategias superficiales que dan respuesta o posibilidades de acciones, pero no abren caminos de solución a las diversas problemáticas en la que se encuentra inmersa. Considerar una mirada holística, permite asumir un papel mediador donde cada individuo va construyendo al ritmo de sus posibilidades, sus virtudes.

Autor:

iD Alexander Martínez Suárez¹

iD Juan Carlos Barrios²

Cómo citar este artículo:

Cómo citar este artículo: Martínez A, Barrios J C. Confluencia de miradas en la educación: una aproximación holística, BUCARAMANGA, COLOMBIA. Innovaciencia facultad cienc. Exactas fis. Naturales. 2017; 5(1): 17-23

Fecha de recepción:

Artículo recibido el 08 de junio de 2017 y aceptado para publicación el 18 agosto de 2017

DOI:

<http://dx.doi.org/10.15649/2346075X.447>

Keywords:

Resonancia mórfica, Campo Akásico, Ancestralidad, Incertidumbre y Complejidad.

¹Profesor Titular, Magíster en Estadística – Universidad de Puerto Rico Mayagüez. Vinculado a Colegio Integrado Llano Grande. alexander.martinez@cimat.mx

²Profesor Titular, Magíster en Física – Universidad Industrial de Santander. Docente medio tiempo de la Universidad Santo Tomás de Aquino – Bucaramanga. juan.barrios@ustabuca.edu.co

ABSTRACT

Introduction: Learning processes necessarily involve the interaction of the learner and what serves as a bridge of communication, known as a mediator, it is important to keep in mind that learning in some way implies the confluence of morphic fields that explain in some way how they evolve. living systems that co learn, which are reconfigured to potentialize learning routes that are written on the edges of complexity and orality, uncertainty and patterns of learning, which are recorded in order structures that also privilege the permanent reconfiguration of organisms and more than these the cells that form them.

Materials and methods: The approach used in the research process is qualitative, which allows a holistic perception of reality, in those learning processes that each community has been building and privileging in the profiles that privilege learning, knowing, a particular and important case is that of the Cantoras of Colombia, who over time have preserved their ancestry and have been writing their knowledge in the akásico field. Results and discussion: Morphic fields influence resulting in a record of knowledge that is preserved in time and space, speaking musically: a sublime song of atoms that give quantum leaps when they are reconfigured to register in the neurons themselves the knowledge that each being pretends to reach and finds in the long way of learning. In that meeting of looks and voices, the article is based.

Conclusions: education requires a profound transformation, educational reforms are only superficial strategies that give response or possibilities of action, but do not open roads to solve the various problems in which it is immersed. Consider a holistic view, allows to assume a mediating role where each individual is building to the rhythm of their possibilities, their virtues.

Keywords:

Morphic resonance, Akashic field, Ancestry, Uncertainty and Complexity.

INTRODUCCIÓN

Este artículo permite reflexionar, ahondar, hallar caminos y abrir pensamientos a nuevas formas de participar en el proceso de mediación pedagógica,

con pensamientos que discurren en el papel del educador, y priorizar sobre las necesidades y sucesos de los estudiantes, a conocerse y reconocer que todo proceso educativo se alimenta en el amor, en el compartir, en el disfrute por aprender.

Además, posibilita el conocimiento de culturas ancestrales como las cantadoras del Pacífico colombiano; comunidades que con sus dinámicas y prácticas de mediación reconfiguran esquemas y prioridades de formación, dando sentido a la verdadera esencia de la educación y la vida. Como Según lo expresa Boff (2000) *“la fiesta y la danza son prácticas de gratuidad y levedad dan cuerpo concreto a la vocación Originaria del ser humano”*¹. La herencia de su cultura es una oportunidad para aprender a mediar las prácticas educativas con los estudiantes. Son únicas estas mujeres, aprender e interiorizar el proceso de mediación de su riqueza cultural, es un proyecto vital. Es un aprender para mediar.

El ser humano existe para festejar y bailar el resplandor de la vida. Pero esto logra en la medida en que siente a su ser profundo, cuando se humaniza, se integra y es feliz. Un el mensaje implícito y permanente que los pueblos autóctonos están siempre transmitiendo y recordando. Son aspectos que toman sentido por las transformaciones internas que se realizan mientras realimentan el conocimiento.

Aprender en el siglo XXI

Es sensato pensar que estamos alejados de concebir una educación como la que realmente demanda la especie humana. Nuestros propósitos y propuestas no están concebidas en una educación para la sociedad.

Por ejemplo, los Ministerios de Educación, conciben calidad educativa con altos resultados cuantitativos, cuyas medidas son el resultado pruebas estandarizadas a nivel nacional e internacional.

A modo de analogía, la visión es tal como si se quisiera evaluar la salud utilizando aquellos parámetros establecidos por compañías de comidas empacadas. Resultados cuantitativos que tristemente, definen la continuidad del proceso educativo de los jóvenes (alarmante

para una comunidad que espera y necesita una sociedad educada y participativa).

Las reflexiones dentro del contexto educativo se encuentran en un momento dinámico, varios pensamientos y percepciones se han tejido a lo largo de los años, algunos con enfoques muy similares y otros con concepciones muy apartadas del principio fundamental de la educación. Lo que sí es notable, son dos pensamientos que no se yuxtaponen dentro de las corrientes educativas. Hablamos de la mirada lineal de la simplicidad mecanicista y la mirada de la complejidad holística.

De la corriente mecanicista, sus modelos, enfoques y prácticas son netamente cognitivos, basados en resultados y productos, una educación bajo la mirada de la economía, donde todo es medible y cuantificable, y la razón es el principio de la única verdad. Contraria la visión de la educación donde prima el ser, la complejidad, el desarrollo de pensamientos, no hay un rumbo fijo o caminos establecidos, las jerarquías pierden valor y la incertidumbre prima en el desarrollo de miradas, las construcciones de redes del ser con su entorno le dan la importancia a su visión, se propicia el dialogo, el encuentro con otras disciplinas, el intercambio de conocimientos y se enriquece la educación mediante la cotidianidad del ser.

De esta construcción de procesos formativos acordes a las nuevas expectativas y necesidades de la educación actual, De Zubiría (2017) realiza una crítica muy pertinente frente a los cambios que debe asumir la educación y los ministerios encargados de los propósitos educativos, en sus palabras *“La razón de peso que obliga a reemplazar el viejo aparato educativo industrial por un sistema que privilegie el talento y la creatividad de los niños y de los jóvenes, únicas cualidades que hoy tienen demanda laboral. Pero los pesados y paquidérmicos Ministerios de Educación, con decenas de miles de funcionarios a la cabeza, se resisten a cambiar. Grave, pues su inercia condena a sus estudiantes a la pobreza, como ocurre en América Latina y África, con Ministerios obsesionados con la cobertura y con la “calidad” de las mismas áreas curriculares de siempre, con su cuadrivium de matemáticas, ciencias, sociales y lenguaje. ¡Como si todavía viviésemos en 1770! No, el mundo cambió demasiado desde entonces”*.²

Estos pensamientos permiten madurar y responder a la visión que tenemos del proceso de aprendizaje, de nuestros hábitos, de las capacidades que se desarrollan y mejoran a través del tiempo. Existen varios investigadores, que proponen teorías y pensamientos como la hipótesis de la Causación Formativa, Sheldrake (1990) y el campo Akásico, Laszlo (2004), en general sostienen que el funcionamiento de los organismos está basado en hábitos y en situaciones ya acontecidas. Una formulación distinta a las posturas comúnmente establecidas por la ciencia, respaldada con investigaciones y experiencias al respecto, son pruebas de que la herencia a través del espacio-tiempo, contribuye al funcionamiento más eficaz de la memoria y de las habilidades colectivas de la especie. De manera, que somos el resultado de las experiencias de seres vivos.

Por lo tanto, la educación es el puente para que cada persona aprenda a conocer y valorar lo que le rodea, su naturaleza, su esencia como ser vivo. El aprender hace parte de la esencia del ser humano, como expresa Laszlo (2004) *“Las aguas susurran, de ti hacia mí, de mí hacia ti, y desde nosotros hacia todos los que navegan en el lago: Nuestra separación es sólo una ilusión; somos partes conectadas de un todo — somos un lago con movimiento y memoria”*.³

Prado y Gutiérrez (2014) expresan que la mediación pedagógica es: *“Una alternativa en cuanto está pensada no sólo como una ruptura con muchas formas tradicionales de enseñanza, sino porque propone estrategias, actividades, procedimientos y nuevas formas de aprendizaje a fin de hacer posible el acto educativo, dentro de un horizonte, de una educación concebida como participación, creatividad, expresividad y relacionalidad”*.⁴ Por lo tanto, el encuentro es una mediación pedagógica que permite el encuentro con nuevos núcleos generadores de conocimiento, sale de lo habitual: didáctica, pedagogía, formación, estrategias, entre otros, abiertos a nuevos escenarios.

Ancestralidad: el disfrute de aprender

Dentro de la retrospectiva histórica, la discriminación hacia las mujeres tristemente ha acompañado la historia de la humanidad, las guerras han sido el elemento material probatorio de los cientos de

mujeres violadas, secuestradas y sometidas a la esclavitud, vistas como la estrategia de guerra de los actores armados durante años. Las cantadoras del Pacífico Colombiano son mujeres que han aprendido a sobrevivir y prosperar, sabedoras de conocimientos ancestrales y musicales, mujeres víctimas de flagelos desde tiempos de la Colonia.

Una de las cantadoras que nos acompañó en nuestra investigación (Lina Babilonia, cantadora del grupo Alé Kumá), se describe como una mujer que interpreta la música tradicional de su región, que rescata las vivencias y costumbres del pueblo afro. Mujeres acompañantes de ceremonias y fiestas, que son patrimonio de la cultura, sabedoras de conocimientos ancestrales, que evocan mediante sus cantos, las vivencias, la cotidianidad y sus conocimientos, sin la Valoración que merecen sus manifestaciones.

Pero, ¿Qué hace tan atractivas a las cantadoras?, Hernández y Gómez (2006) las describe como mujeres que: *“componen sus canciones mientras realizan labores cotidianas... le cantan al dolor, a sus hijos, a sus labores, a las penas, a la naturaleza, a la muerte, al amor y al desamor”*.⁵

Sus letras de entonación son el resultado de su cultura popular y su cotidianidad de vida.

Una mediación que, por medio de la expresión oral, sin técnicas de canto, pero con espacios de socialización en sus encuentros, han logrado cuidar sus orígenes, costumbres y tradiciones.

El expresar sus alegrías, tristezas, sufrimientos y cotidianidad, evocan siglos pasados, cuando los poetas recitaban sus pensamientos y conocimientos en los espacios más importantes de encuentro. Para los afrocolombianos, el canto es la mayor herramienta de mediación de sus conocimientos, saberes, creencias, historia y legado.

El profundizar en el estudio de estas comunidades por su cultura, costumbres, tradiciones y todo lo que enmarca su sistema social y de comunidad, ha permitido abrir una mirada más amplia de los procesos de aprendizaje que realizamos en nuestras prácticas, sus reuniones evocan momentos de aprendizaje y de mediación, toda una

manifestación del lenguaje, es difícil no apreciar la mediación pedagógica de sus encuentros y lo lineal de nuestras prácticas formativas; además, tener que reconocer el poco conocimiento y valoración que como docentes le damos a nuestra riqueza histórica, fruto de procesos de aprendizaje linealizados.

Es claro que la salida a muchas problemáticas sociales está en la educación y el trabajo constante con nuestros jóvenes, desde la familia, la escuela; de este ejercicio dependerá el futuro de las generaciones e inclusive, el de la especie humana. El interiorizar gran parte de la mediación en mi yo interior y en la práctica educativa, que ya no sea sólo una experiencia individual, sino que tenga eco en muchas personas, afecta mi posición positivista en pro de mi pensar holista y complejo.

La tendencia actual en educación y en las otras disciplinas es buscar salir de la lógica humana fundada en el pensamiento newtoniano-cartesiano. En resonancia con estas propuestas Gutiérrez y Prieto (1997) afirman *“El proceso pedagógico es esencialmente recurrente precisamente porque la vida y los procesos no son lineales, es muy importante aprender a ver la vida con los ojos de la naturaleza, vivir la vida a la luz del entorno, entenderlo de forma diversa, esquiva, cambiante, y evolucionado”*.⁶

Esta confluencia de miradas en la educación da la oportunidad de profundizar e interiorizar esos caminos biopedagógicos de las cantadoras, en la vida y en la comunidad aprendiente. Aprender de estas mujeres “cantadoras” e interiorizar su esencia, su visión de vida, de comunidad, de mediación, de construcción en sus generaciones futuras, de sus encuentros por orientar en los jóvenes sus raíces, su historia y sus tradiciones; es una alternativa de situarlas de acuerdo a las condiciones modernas, reflejar dichos procesos en los estudiantes, mediar la práctica educativa, que sea una actividad de pasión, de gusto, de disfrute por aprender, y no una dinámica de conocimientos repetitivos y cerrados; donde las personas involucradas sean partícipes y actores principales de su formación y de las dinámicas planteadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Es un enfoque de Investigación Cualitativa, donde se estudia el contexto natural, social, político y educativo de estas comunidades afrodescendientes, buscando dar sentido a nuestros procesos formativos en el aula y los significados que tienen para las cantadoras del Pacífico. En la investigación se recoge una gran variedad de experiencias, historias, investigaciones pasadas, imágenes, videos y demás aspectos sociales que describen la cotidianidad y vida de las cantadoras del pacífico colombiano.

El método usado es de Investigación – Acción, ya que como objetivos se pretenden hacia una investigación participativa, cuyo propósito es producir conocimiento y acciones útiles para docentes en el caso particular; además que se promueva procesos de construcción y utilización en su propio campo de acción.

Reforzados en pensamientos como el que plantea Maturana (1990): *“la ciencia es la glorificación de la vida cotidiana, en la cual los científicos son personas que tienen la pasión de explicar y que están cuidadosamente; usando un solo criterio de validación de sus explicaciones que tiene que ver con la vida cotidiana”*.⁷

La investigación lleva un proceso de observación, entrevista con cantadoras, registro de acontecimientos escritos y por medio de medios tecnológicos, y un análisis de las situaciones que se pueden evidenciar dentro de los encuentros de comunidades y cómo éstos se pueden llevar a un espacio de formación estudiantil.

Rompiendo paradigmas: ¿por qué es importante un nuevo pensamiento?

Varios autores han profundizado y escrito acerca de los distintos conflictos sociales, económicos, políticos y humanos por los que atraviesa nuestra sociedad actual. Han brindado reflexiones muy pertinentes frente a la mirada caótica con que se ha consolidado el pensamiento de nuestra sociedad.

Thompson (1989) *“La posibilidad de sobrevivir con dignidad en este planeta depende de la*

*adquisición de una nueva mente”*⁸

Me gustaría citar algunos autores que han expuesto pensamientos muy pertinentes y que me han orientado en la intencionalidad de mi búsqueda. Por ejemplo, Capra F. (1992) expone que *“La nueva visión del universo físico no fue en absoluto fácil de aceptar para los científicos de comienzos de siglo. La exploración del mundo atómico y subatómico los hizo entrar en contacto con una realidad extraña e inesperada que parecía desafiar cualquier explicación coherente.*

*En sus esfuerzos por comprender esta nueva realidad, los científicos se dieron cuenta —muy a su pesar— que sus conceptos básicos, su lenguaje y toda su manera de pensar eran inadecuados para describir los fenómenos atómicos”*⁹. Situaciones que no sólo se reflejaron en la física, en otras ciencias como: En la educación, donde ocurren procesos similares, por ejemplo, en la necesidad de transformar estructuras tradicionales de la educación, pasar a una educación holística, emergente, creativa y del cuidado. En la biología, con sus cambios significativos en las prioridades y concepciones teóricas, han emergido nuevos pensamientos, como la auto organización y la autopoiesis con propuestas más pertinentes al estudio de los fenómenos. Es una crisis de percepción y visión de la vida.

E Sheldrake, R. (1990) expone una crítica a las instituciones y a los actuales investigadores: *“El tipo de investigación que puede llevarse actualmente a cabo no tiene tanto que ver con la imaginación como con los comités de asignación de fondos. Y, lo que resulta todavía más importante, es que el poder de esos comités se concentra cada vez más en manos de viejos científicos con veleidades políticas, funcionarios del gobierno y representantes de las grandes empresas. Los jóvenes graduados con contratos provisionales constituyen una subclase científica cada vez más poblada”*.¹⁰

Encuentros de miradas

De ahí, que la dinámica que rodea la investigación no es sólo individual, es social, es crítica, de hacer y de transformar las nuevas generaciones. Como profesores se percibe que la formación no está muy interrelacionada entre lo que necesitamos

y lo que nos enseñan, nuestra educación aún es tradicionalista. Está basada en resultados cuantitativos, donde impera un esquema totalmente cognitivo (se caracteriza una institución de buena calidad, si sus resultados numéricos son altos comparados con las demás instituciones).

Ello trajo consigo la transformación del encuentro educativo. La formación del ser humano paso del ser integral a ser totalmente cognitiva. Un cuestionamiento al respecto, luego de la confluencia de miradas es ¿Qué esquemas logran transformar el nuevo pensamiento?.

Se puede interiorizar la educación como una posibilidad de tratar la vida en la cotidianidad, como una herramienta para reflexionar experiencias propias y de los aprendientes.

Comprender que el quehacer se complementa siendo amoroso, percibiendo la estética en cada uno de los estudiantes y de las personas con las que se hacen parte del encuentro educativo.

Se aprecia que cada ser humano es una obra de arte y que somos un lienzo, por lo tanto, es oportuno comprender la responsabilidad de transformar la sociedad.

Por último, se evidencia que, tocando el corazón de las personas, se pueden entrar en ellos, situación que permiten encontrar caminos para trabajar en los estudiantes sus silencios, sus miedos, sus alegrías, sus emociones, y también sus tristezas, pero lo más grato, disfrutar y acompañar sus sueños y la de los docentes.

Aunque la educación actual no es la mejor, o no es la forma más adecuada de llevar procesos, la investigación incentiva a tomar caminos, a dibujar senderos, a comprender que en la práctica con las personas están las soluciones. La tarea es inmensa, pero también exquisita, de percibir la estética de los pequeños momentos, de pensar que en el rehacer, el redibujar, el rediseñar, el estimular una conciencia crítica y transformarla en una más ética, justa y equitativa es un paso fundamental dentro del proceso de la educación. El resultado de la investigación, se fortalece en la tarea de los acompañantes vitales (docentes, padres de familia, mediadores) donde el debate

sea desde el libre pensamiento, que conduzcan a una autonomía del ser, a una educación cuyo fin sea la libertad, a brindar bases a los aprendientes para que puedan prescindir de un acompañante vital, permitiendo construir nuevos conocimientos, teniendo no solo la posibilidad de transformar realidades sino de crearlas.

El construir un potencial abierto de actuaciones es una propuesta esperanzadora, la búsqueda de una educación que reencuentre el sentido de formación humana y de una persona con deseos y con posibilidades, es viable. Cuando estos procesos se encaminan y el estudiante es consciente de lo que significa para él aprender y seguir persistiendo en su formación, es cuando el aprendizaje logra seducir, y se construye una educación para el vivir, conocer y producir.

En palabras de Assmann (2002), *“Educador es quien consigue deshacer las resistencias al placer del conocimiento. ¿Seducir para qué? para un saber/sabor, por lo tanto, para el conocimiento como fruición... pedagogía es encantarse y seducirse recíprocamente con experiencias de aprendizaje. En los docentes se debe hacer visible el gozo de estar colaborando con algo tan estupendo como hacer posible e incrementar la unión profunda entre procesos vitales y de conocimiento”*.¹

CONCLUSIONES

Al igual que los momentos formativos que presentan las cantadoras del Pacífico, dinámicas, llenas de lenguaje, la educación requiere una transformación profunda, las reformas educativas son tan solo estrategias superficiales que dan respuesta o posibilidades de acciones, pero no abren caminos de solución a las diversas problemáticas en la que se encuentra inmersa. Los Ministerios de educación están convencidos que la creación y formulación de métodos y estrategias educativas son prioridades urgentes de la educación, un pensamiento lineal y que simplifica la complejidad del acto educativo.

Estamos convencidos que la tarea está en la transformación de valores, en el desarrollo y conformación de personas consientes de un entramado con la vida y la naturaleza,

pertencientes y responsables de la existencia de cada ser vivo. Una propuesta que conlleva al desarrollo de una persona curiosa, reflexiva y pensante, que organice la información y proponga soluciones, con acciones internas y externas a situaciones de su cotidianidad. Es fomentar las potencialidades del estudiante en su ser y hacer, crear espacios de dialogo y prácticas enriquecedoras del bien común, una sociedad en sintonía con la red de la vida.

Considerando una mirada holística, hemos asumido un papel mediador y no transmisor de un conocimiento que no es nuestro, sino que cada individuo debe ir construyendo al ritmo de sus posibilidades, guiarlos a encontrar y fortalecer sus virtudes.

REFERENCIAS

1. Boff, L. (2000). *La dignidad de la Tierra*. Madrid: Trotta. Print.
2. De Zubiría, M. (2017). *Introducción a la Pedagogía Conceptual*. Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani. COLAEPSI.
3. Laszlo, E. (2004). *La ciencia y el campo akásico*. Madrid, España: Ediciones Nowtilus S.L.
4. Prado, C y Gutiérrez, F. (2014). *Las siete claves de la mediación pedagógica*. Universidad de la Salle. Costa Rica.
5. Hernández, D. y Gómez, L. (2006). *“Itinerario de Tambores en María Mulata”*. Casa Buenavista y Milenium interpretaciones de Colombia. Bogotá.
6. Gutiérrez, F. & Prieto D. (1997). *Mediación Pedagógica, apuntes para una educación a distancia alternativa (3ra Ed.)*. Guatemala, Guatemala.
7. Maturana, H. (1990). *Biología de la Cognición y Epistemología*. Temuco, Chile: Ediciones Universidad de la Frontera.
8. Thompson, W. I. (1989): *Gaia, implicaciones de la nueva biología*. Ed. Kairós.
9. Capra, F. (1992). *El punto Crucial (4ta Ed.)*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Troquel.
10. Sheldrake, R. (1990). *Nueva Ciencia de la Vida*. Barcelona, España. Editorial Kairós.
11. Assmann, H. (2002). *Placer y ternura en la educación. Hacia una sociedad aprendiente*. Madrid, España: Narsea S.A de Ediciones Madrid.

Complejidad de las matemáticas

Complexity of mathematics

RESUMEN

Autor:

iD Alexander Martínez Suárez¹

Cómo citar este artículo:

Cómo citar este artículo:
Martínez A. Complejidad
de las Matemáticas,
BUCARAMANGA, COLOMBIA.
Innovaciencia facultad cienc.
exactas fis. naturales. 2017;
5(1): 24 -28

Fecha de recepción:

Artículo recibido el 25 de agosto
de 2017 y aceptado para
publicación el 04 de diciembre
de 2017

DOI:

[http://dx.doi.
org/10.15649/2346075X.448](http://dx.doi.org/10.15649/2346075X.448)

Keywords:

Complejidad. Transdisciplinariedad,
evolución, matemáticas.

Introducción: El presente artículo realiza un estudio sobre el proceso de las matemáticas a través de los años: sus transformaciones y las nuevas propuestas relacionadas con la transdisciplinariedad y la forma de resolver problemas; aspectos que consolidados se convierten en ejes fundamentales a partir de los cuales se permite avanzar científicamente y en distintas dimensiones. Materiales y métodos: Es un artículo reflexivo que permite pensar en los distintos cambios sobresalientes de las matemáticas, se hace importante resaltar el considerable y significativo avance en el desarrollo de una matemática distinta a la tradicional, compleja desde relación con el todo. Resultados y discusión: Una recolección de información por distintos autores y épocas que muestran el centro de estudio para el momento, se permite dar a conocer el desarrollo de las matemáticas de la complejidad “comúnmente llamada”, y como ha ido tomando más reconocimiento por su implicación y aplicación. Conclusiones: En ese sentido, crea una nueva forma de ciencia más abierta, más participativa de los distintos fenómenos y situaciones de modelamiento, logrando salir de la encrucijada tradicional en la que siempre se ha considerado.

ABSTRACT

Introduction: This article studies the process of mathematics over the years: its transformations and new proposals related to transdisciplinarity and how to solve problems; aspects that become consolidated fundamental axes from which it is possible to advance scientifically and in different dimensions. Materials and methods: It is a reflective article that allows us to think about the different outstanding changes in mathematics, it is important to highlight the considerable and significant progress in the development of a mathematics different from the traditional one, complex from relation to the whole. Results and Discussion: A collection of information by different authors and periods that show the center of study for the moment, is allowed to publicize the development of the mathematics of the complexity “commonly called”, and

¹Profesor Titular, Magíster en Estadística – Universidad de Puerto Rico
Mayagüez. Vinculado a Colegio Integrado Llano Grande.
alexander.martinez@cimat.mx

how it has been taking more recognition for its involvement and application. Conclusions: In this sense, it creates a new form of science that is more open, more participatory than the different phenomena and situations of modeling, managing to get out of the traditional crossroads in which it has always been considered.

Keywords:

Complexity, transdisciplinary, evolution and Mathematics.

Complejidad de la matemáticas

“En las relaciones interdisciplinarias se puede esperar la llegada de una etapa superior que sería “transdisciplinaria”, la cual no se limitaría a alcanzar interacciones o reciprocidades entre investigaciones especializadas, sino que ubicaría estas relaciones en un sistema total sin fronteras estables entre las disciplinas”.

J. PIAGET

Como punto de partida para la reflexión sugerida en el presente artículo, se toma como referente un autor muy conocido dentro de la educación y su pensamiento frente a crisis de percepción y visión de la vida y la ciencia. Morin (1999) afirma “La falsa racionalización abstracta y unidimensional triunfa sobre las tierras. Por todas partes y durante decenas de años, situaciones presuntamente racionales, sugeridas por expertos convencidos de estar obrando en bien de la razón y el progreso, y de no encontrar más que supersticiones en las costumbres y miedos de las poblaciones, han empobrecido enriqueciendo, han destruido creando”.¹

Najmanovich (2008), en su texto Mirar con Nuevos Ojos, refuerza el planteamiento de una mirada abierta y transformadora de los procesos, “La ciencia moderna ha dado grandes cosas a la humanidad, desde los automóviles a las naves espaciales, los antibióticos y los plásticos, pero nos ha separado, escindido en dos culturas que no se yuxtaponen ni intercambian entre sí. No sólo Dios ha sido expulsado del universo newtoniano, sino también la ética y la estética, la metafísica y el alma han quedado fuera de este universo geométrico, regido por leyes matemáticas ajenas a nuestro dolor y nuestro deseo”.²

En las generaciones actuales la brecha de separación ha ido creciendo e imposibilitando al ser humano de sentir y concebir su amplia y muy correlacionada relación con el mundo. Najmanovich (2008) expresa frente al cambio conceptual, una mirada compleja de nuestro mundo “de la concepción de un Universo poético y espiritual, armónico y plétórico de sentido; bello de contemplar y posible de comprender, se pasó a pensar que habitamos en un mundo mecánico, inodoro, incoloro e insípido, pero manipulable eficazmente gracias al poder que nos da la nueva ciencia”³. Esto, dicho en otros términos más concretos, se ha conocido como “el mundo del Reloj”.

El pensar desde la complejidad permite y da la oportunidad de pensar de forma holista, enmarañada, relacionada y dependiente. Es un modo de existencia, una ética, una forma de concebir el conocimiento como una actividad creativa humana.

Figura 1. La Complejidad del Ser Humano. Obtenido De <http://spiritual-balance.com/2016/05/la-complejidad-del-humano/>



Por lo tanto, los cambios cruciales se deben fomentar en todos nuestros comportamientos y conocimientos. En lo que respecta a educación, el docente no se puede aferrar a enseñanzas tradicionales sesgadas y cerradas, de lo contrario, los propósitos educativos no se lograrían. Es importante destacar, que para los jóvenes de hoy es difícil concebir el conocimiento sin

medios informáticos, sin computadores; por lo tanto, los mediadores deben ser conscientes de los cambios coyunturales de sus estudiantes, si pretenden crear un sistema de aprendizaje fluido y engranado.

Dentro de esta dinámica de transformaciones profundas, de cambios significativos, las Matemáticas han dado pasos alentadores y propuestas con nuevas líneas de estudio novedosas, creativas, abiertas y emergentes al comportamiento no lineal de la naturaleza. Propuestas que reúnen una interdisciplinariedad frente la naturaleza, las demás ciencias y la tecnología.

Dentro del contexto educativo, la fragmentación de las asignaturas y de las ciencias, no ha permitido una comprensión clara de la formación cognitiva. Las matemáticas, las ciencias naturales, las sociales, entre otras, se estudian de forma cerrada, son cíclicas dentro de su área, no son abiertas, relacionadas, no forma una educación en red puesto que parece que se vive en los años setenta donde el reduccionismo aún tenía argumentos para explicar los pocos alcances del pensamiento sistémico. En la actualidad se cuenta con argumentos bastante sólidos para desmitificar pasadas apreciaciones, tales como son los modelos cibernéticos de los procesos neurales, los sistemas vivos o el reconocimiento de la retroalimentación como el mecanismo esencial de la homeostasis.

Capra (1996) expone *“Si bien los planteamientos sistémicos desarrollados durante la primera mitad de siglo no cuajaron en una teoría matemática formal, sí crearon un cierto modo de pensar, un nuevo lenguaje, nuevos conceptos y todo un clima intelectual que ha conducido a importantes avances científicos en los años recientes. En lugar de una teoría de sistemas formal, la década de los ochenta vio el desarrollo de una serie de modelos sistémicos exitosos que describen varios aspectos del fenómeno de la vida. Desde dichos modelos, ha aparecido unida al lenguaje matemático adecuado una teoría coherente de los sistemas vivos”*.³

Además, Capra (1996) afirma “El principal motivo de este «fracaso» era la ausencia de técnicas matemáticas para tratar con la complejidad

de los sistemas vivos. Tanto Bogdanov como Bertalanffy reconocían que en los sistemas abiertos las interacciones simultáneas de diversas variables generaban los patrones de organización característicos de la vida, pero carecían de los medios para describir matemáticamente la emergencia de dichos patrones. Técnicamente hablando, las matemáticas de su tiempo se

limitaban a las ecuaciones lineales, totalmente inadecuadas para describir la naturaleza altamente no-lineal de los sistemas vivos”.³

Los procesos matemáticos en especial, rama de particular interés, teniendo en cuenta la importancia en el modelamiento de sistemas dinámicos o comportamiento de patrones no lineales, han avanzado de forma significativa y considerable en el desarrollo de una matemática distinta a la tradicional. El desarrollo de las matemáticas de la complejidad “comúnmente llamada”, ha ido tomando más reconocimiento por su implicación y aplicación.

Para apreciar los avances de las matemática de la complejidad, resulta de vital importancia comprender el proceso de las matemáticas desde la ciencia clásica. En tal medida, se inicia con Galileo siglo XVI, filósofo de la antigua Grecia; él y los griegos tendían a geometrizar todos los problemas matemáticos, en tanto que hablar de matemáticas significaba hablar de geometría. Siglos más tarde, surge una forma concreta de resolver problemas: el Algebra (al-yahr: reunión de partes). El Algebra, producto de un desarrollo de matemáticos Indios, consiste en reducir, mediante ecuaciones, cantidades desconocidas y relacionadas.

Dando cuenta de la evolución, siglos posteriores, Descartes, reconocido matemático, formula la geometría analítica, rama importante dentro del cálculo. En esta disciplina del conocimiento las representaciones o comportamientos estaban relacionados mediante fórmulas, ecuaciones o funciones. Los adelantos continuaron con Isaac Newton y Gottfried Wilhelm Leibniz, ambos, en un mismo momento, lograron describir el movimiento de un cuerpo a velocidad variable, acelerando o decelerando; a partir de esta época se identifica el impulso de la mecánica newtoniana.

En este orden de ideas, retomamos a Capra (1996)

en su afirmación: *“En la práctica, por supuesto, las limitaciones de la aplicación de las ecuaciones newtonianas del movimiento como modelo para la naturaleza pronto se hicieron evidentes. Como señala el matemático británico Ian Stewart, «plantear las ecuaciones es una cosa, resolverlas, otra muy distinta».*

*Las soluciones exactas se limitaban a unos pocos, simples y regulares fenómenos, mientras que la complejidad de vastas áreas de la naturaleza parecía eludir todo modelaje mecanicista”.*³

Posteriormente, la inquietud de algunos matemáticos por querer modelar comportamientos no tan mecánicos ni lineales, de proveer una aproximación de la conducta de la naturaleza que no es lineal, o que no va a lo estable, ha permitido cerrar cada vez más la brecha de las matemáticas con los comportamientos naturales. Es así, como nos encontramos con una nueva geometría llamada: “la geometría fractal” que se caracteriza por proveer un poderoso lenguaje matemático, con su creador, el matemático francés Benoit Mandelbrot. La propuesta de Mandelbrot plantea una matemática distinta, con una enorme complejidad, no obstante, muy sencilla, la cual genera a través de un patrón, un procedimiento iterativo muy simple y complejo.

*“Mandelbrot explicaba que la geometría fractal se ocupa de un aspecto de la naturaleza del que casi todo el mundo era consciente, pero que nadie era capaz de describir en términos matemáticos formales. Algunas características de la naturaleza son geométricas en el sentido convencional del término. El tronco de un árbol es más o menos un cilindro, la luna llena aparece más o menos como un disco circular y los planetas circulan alrededor del sol en órbitas más o menos elípticas”.*³

Algunos ejemplos de los fractales de la naturaleza



Figura 2. Ejemplo de Fractales en la naturaleza. Se observan patrones. Obtenido de <https://fractales-cristales.wikispaces.com/Fractales>

Una apreciación de Capra (1996) esperanzador, es aquella en la que él plantea:

“La gran fascinación ejercida por la teoría del caos y la geometría fractal en personas de todas las disciplinas -desde científicos a empresarios y artistas-, puede constituir efectivamente una señal esperanzadora de que el aislamiento de las matemáticas está tocando a su fin.

*Las nuevas matemáticas de la complejidad están haciendo que hoy cada vez más personas se den cuenta de que las matemáticas son mucho más que frías fórmulas, que la comprensión del patrón es crucial para el entendimiento del mundo vivo que nos rodea y que todas las cuestiones de patrón, orden y complejidad son esencialmente matemáticas”.*³

La matemática de la complejidad no cumple un papel de análisis, Maldonado (2015) *“Pero las cosas verdaderamente importantes no se piensan con la cabeza. Por el contrario, implican al cuerpo mismo, y nos arrastran como una totalidad indivisa. Son tan solo las pequeñas decisiones, esas que en lógica y matemáticas se denominan triviales, las que demandan el trabajo del cerebro”.*⁴

De ahí la creación de innovadoras propuestas más relacionadas con el contexto, la necesidad de fomentar una mirada creativa y abierta a una crisis dada por la crítica que le ha llevado hacia la transformación en sus experiencias. Basado en este ejercicio, Maldonado (2015) expone que *“La complejidad trabaja con fenómenos, sistemas, tiempos y comportamientos de crisis, según si: a) la crisis ya está presente y es inminente, b) la crisis aún no ha llegado pero podría llegar a suceder y c) trabajamos con crisis incluso aunque jamás lleguen a tener lugar”*⁸. Por lo tanto, las experiencias novedosas muestran la interrelación entre sus actores, las situaciones y el contexto.

Algunos de estos planteamientos abarcan el propósito de la misma las ciencias de la complejidad no son ciencia de lo real; sino, mucho mejor aún, ciencia de lo posible.

Al igual que las nuevas investigaciones realizadas no tradicionales, que no se plantean bajo una pregunta o una hipótesis con propósitos, cuyas soluciones son exactas y precisas, las matemáticas de la complejidad se fundamentan en la partida de la identificación del problema.

Es un trabajo de imaginación, de transformación, de no usar los marcos convencionales para resolver situaciones de la práctica educativa el marco de referencia social, cultural, económico, lógico, epistemológico, en fin, político, es distinto, es decir, no está dentro del plano cartesiano y las estrategias usualmente diseñadas.

Por esto, las matemáticas de la complejidad dan soluciones y simulaciones a nociones más amplias de la matemáticas tradicional o cartesiana. Como sostuvo Einstein: “la solución a un problema no se puede dar al interior del marco en el que surge el problema”. La complejidad de la situación, a través de diversos encuentros, no es un trabajo de plantear hipótesis y buscar soluciones, es un trabajo que emerge de campos, temas, áreas. En la misma idea, Maldonado (2015) expresa que *“En cada uno de los casos, se trata de un problema en el que confluyen distintas metodologías, enfoques, disciplinas, ciencias y tradiciones; y al mismo tiempo, un problema que no puede ser resuelto, en absoluto, como fue quizás efectivamente el caso en el pasado en otros contextos, por una sola ciencia o disciplina”*.⁴

Al realizar este tipo de investigaciones dentro de las matemáticas se evidencia mayor significado y más envergadura al sentido de la complejidad, en la medida que ya no sea vista solo como una alternativa, sino que tome fuerza dentro de la ciencia, que no sea marginada, sino fundamental. Finalmente, se hace recurrente citar a Maldonado (2015) con la siguiente premisa: *“Pero mientras el mundo no exhiba complejidad o los sistemas de control muy diversos—rígido, piramidal, distribuido, paralelo o difuso— aún sean posibles, aún no será el tiempo o el momento de la complejidad”*.⁴

El cierre del presente ejercicio de reflexión no puede ser otro que tomar las palabras de David Bohm: “el reto al que hoy se enfrenta la humanidad es único. Para afrontarlo hace falta una nueva oleada creativa, que incluya una nueva visión de la humanidad, la cultura y la sociedad. Algo semejante debió ocurrir en el Renacimiento, pero el estallido de energías humanas que hoy necesitamos habrá de ser aún más profundo y extenso”.

CONCLUSIONES

La necesidad de una convergencia e interacción profunda entre las matemáticas, las nuevas ciencias, y la mirada abierta a nuevas formas de hacer ciencia, es un verdadero compromiso mult-interdisciplinar.

Los currículos universitarios y escuela, usualmente se fragmentan o se realizan mediante especialidades que no se yuxtaponen en una auténtica ciencia para la vida. La matemática de la complejidad, abre puertas a un infinito número de investigaciones y estimula la creatividad, acoge el aprendizaje y la tecnología sin rígidos formatos, logrando despertar el interés de los estudiantes.

La complejidad es uno de los principales fundamentos del vivir, una posibilidad abierta a la creatividad y una forma no lineal ni rígida de explorar la naturaleza con la ciencia.

REFERENCIAS

1. Morin, E. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. UNESCO. París, Francia.
2. Najmanovich, D. (2008). Mirar con Nuevos Ojos: nuevos paradigmas de la ciencia y el pensamiento complejo. 1ª edición. Buenos Aires: Editorial Biblos.
3. Capra, F. (1996). La trama de la vida (1ra Ed.). Barcelona, España: Editorial Anagrama S.A.
4. Maldonado, C. (2015). Pensar la complejidad, pensar como síntesis *Cinta moebio*54:313-324. www.moebio.uchile.cl/54/maldonado.html.