



ENCUENTRO INTERNACIONAL EN EDUCACIÓN
MATEMÁTICA



ENCUENTRO
INTERNACIONAL EN EDUCACIÓN
MATEMÁTICA

ENCUENTRO INTERNACIONAL EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA

Primera Versión



TEMA CENTRAL:

*La Educación Matemática como
herramienta en el desempeño
profesional docente*



**17 y 18 de Noviembre
2016**

Cúcuta - Colombia



Universidad
Francisco de Paula Santander

DPTO DE MATEMÁTICAS Y ESTADÍSTICA
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA



ENCUENTRO INTERNACIONAL EN EDUCACIÓN
MATEMÁTICA



ENCUENTRO
INTERNACIONAL EN EDUCACIÓN
MATEMÁTICA

MEMORIAS

ENCUENTRO INTERNACIONAL EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA

PRIMERA VERSIÓN

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
SAN JOSÉ DE CÚCUTA, COLOMBIA
17 Y 18 DE NOVIEMBRE 2016



ORGANIZADO POR

Licenciatura en Matemáticas

Maestría en Educación Matemática

Departamento de Matemáticas y Estadística

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

Claudia Elizabeth Toloza Martínez, Rectora

Olga Marina Vega, Vicerrectora Académica

Maribel Cárdenas García, Vicerrector Administrativo

Jorge Sánchez Molina, Vicerrector Asistente de Investigación y Extensión (E)

Luz Marina Bautista Rodríguez, Vicerrectora Asistente de Estudios

COMITÉ ORGANIZADOR Y CIENTÍFICO

Raúl Prada Núñez, Coordinador del Encuentro - Director de la Biblioteca Eduardo Cote Lamus

Pastor Ramírez Leal, Director Departamento de Matemáticas y Estadística

Cesar Augusto Hernández Suarez, Director Licenciatura en Matemáticas

Henry de Jesús Gallardo Pérez, Director Maestría en Educación Matemática

Sonia Maritza Mendoza Lizcano, Representante Grupo de Investigación EULER

Gerson Adriano Rincón Álvarez, Representante Grupo de Investigación GIPEPP



TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-----|
| 1. REFLEXIONES SOBRE ALGUNOS CONCEPTOS CLAVE DE LA INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA DIDÁCTICA, CONCEPTO, COMPETENCIA, ESQUEMA Y SITUACIÓN | 6 |
| 2. LA ENSEÑANZA DEL CÁLCULO EN AMBIENTES TIC | 15 |
| 3. LA VIDA SIMBÓLICA Y EL APRENDIZAJE | 21 |
| 4. EL PENSAMIENTO ABSTRACTO A PARTIR DE LA INTERDISCIPLINARIEDAD EN LAS MATEMÁTICAS | 32 |
| 5. SOFTWARE CIENTIFICO COMO SOPORTE PARA EL ANÁLISIS DE DATOS EN LA INVESTIGACIÓN DE LAS CIENCIAS SOCIALES..... | 35 |
| 6. COMUNIDADES DE APRENDIZAJE MÓVIL, MASTERY LEARNING Y EL PROBLEMA 2 SIGMA COMO ESTRATEGIAS PARA EL CONOCIMIENTO PREVIO EN LA RESOLUCIÓN DE ACTIVIDADES | 40 |
| 7. APLICACIÓN DEL MODELO SERVPERF PARA LA MEDICIÓN DE LA PERCEPCIÓN SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE LA EDUCACION | 49 |
| 8. EL TPACK COMO ENFOQUE PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICAS A NIVEL UNIVERSITARIO..... | 56 |
| 9. ANÁLISIS DE WEIBULL PARA LA PREDICCIÓN DE FALLA EN RESTAURACIONES CERÁMICAS DE PREMOLARES HUMANOS..... | 64 |
| 10. PRESENCIA DE SÍNTOMAS CLÍNICOS Y LA EXPOSICIÓN AL RIESGO BIOLÓGICO EN LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE | 71 |
| 11. DIFICULTADES CONCEPTUALES ENTORNO AL CONCEPTO DE DERIVADA EN ESTUDIANTES DE PRIMER SEMESTRE EN LA UFPS..... | 78 |
| 12. IMPLEMENTACIÓN DE APLICATIVOS MÓVILES COMO ALTERNATIVA DE EVALUACIÓN PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS | 83 |
| 13. DISEÑO DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA EL PRONOSTICO DE LA DESERCIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA EN LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER | 88 |
| 14. MODELIZACION DE LA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES EMITIDAS POR LOS HORNOS COLMENA EN EMPRESAS DE CERÁMICAS DEL MUNICIPIO ZULIA, NORTE DE SANTANDER | 93 |
| 15. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS CÓMO ESTRATEGIA DE AULA | 98 |
| 16. DETERMINACIÓN DEL FACTOR TEÓRICO DE CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS EN PLACAS PLANAS ESTRUCTURALES SOMETIDAS A CARGAS DE FLEXIÓN EMPLEANDO EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS..... | 104 |
| 17. EVALUACIÓN CONTEXTUALIZADA COMO ESTRATEGIA DOCENTE PARA POTENCIAR EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS MATEMÁTICAS EN PRUEBAS SABER..... | 109 |
| 18. EL CONOCIMIENTO SEMÁNTICO EN LA REPRESENTACION DE ECUACIONES DIFERENCIALES LINEALES DE SEGUNDO ORDEN COMO MODELOS MATEMÁTICOS..... | 116 |



| | |
|--|-----|
| 19. ESTUDIO INFERENCIAL EN EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS QUE ORIENTAN LOS DOCENTES EN BÁSICA PRIMARIA | 123 |
| 20. ANÁLISIS DE LA CALIDAD EN LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE SALUD: UN ENFOQUE SEIS SIGMA | 128 |
| 21. ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA SIMETRÍA AXIAL A TRAVÉS DE SITUACIONES ADIDÁCTICAS UTILIZANDO CABRI COMO MEDIO | 135 |
| 22. EVALUACION DE LOS ESQUEMAS DEL RAZONAMIENTO LÓGICO MATEMÁTICO PRESENTADO POR LOS ESTUDIANTES DE LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER POR MEDIO DEL TEST DE TOLT..... | 141 |
| 23. LAS CIENCIAS BÁSICAS APLICADAS EN LA TOMA DE DECISIONES EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS | 146 |
| 24. REGRESIÓN CUANTÍLICA Y ANÁLISIS DE DOBLE DIFERENCIAS EN EL ESTUDIO DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS | 151 |
| 25. NEUROEDUCACION UN ENFOQUE MOTIVADOR PARA EL PROCESO DE APRENDIZAJE DEL CALCULO INICIAL EN LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER..... | 156 |
| 26. CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS VIRTUALES MEDIANTE EL USO DE UN SOFTWARE DE GEOMETRÍA DINÁMICA | 166 |
| 27. DIDÁCTICA DE LA GEOMETRÍA: UNA APLICACIÓN MODULAR | 171 |
| 28. POLÍTICAS Y LINEAMIENTOS DE LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA EN EL SISTEMA EDUCATIVO COLOMBIANO | 173 |
| 29. ESTRATEGIA DE MEDIACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA MATEMÁTICAS EN PREESCOLAR..... | 181 |
| 30. INFLUENCIA DE LOS MOVIMIENTOS OCULARES EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE MATEMÁTICAS | 184 |
| 31. ESTRATEGIAS TEÓRICO-PRACTICAS QUE PROMUEVEN EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA NUMÉRICA EN EL ÁREA DE MATEMÁTICAS EN ESTUDIANTES DE SÉPTIMO GRADO | 190 |



1. REFLEXIONES SOBRE ALGUNOS CONCEPTOS CLAVE DE LA INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA DIDÁCTICA, CONCEPTO, COMPETENCIA, ESQUEMA Y SITUACIÓN

BRUNO D'AMORE¹
MARTHA ISABEL FANDIÑO PINILLA²

¹Nucleo di Ricerca in Didattica della Matematica dell'Università di Bologna, Italia.
bruno.damore@unibo.it

²Nucleo di Ricerca in Didattica della Matematica dell'Università di Bologna, Italia.

1. INTRODUCCIÓN

La amplitud que ha alcanzado la investigación en Educación Matemática en el ámbito internacional ha traído consigo el uso polisémico de algunas expresiones que, con frecuencia, aparecen en los reportes de investigación, con lo cual se dificulta la necesaria coordinación teórica que resulta necesaria para el avance de la Educación Matemática como campo disciplinario; este breve ensayo pretende ofrecer algunas ideas que permitan aclarar el significado de ciertos términos que habitualmente aparecen en los artículos que circulan en las revistas (journal for research) específicamente dedicada a la publicación de estudios relativos a la formación matemática de las personas en diferentes comunidades. Los términos a considerar son los siguientes: Didáctica, Concepto, Competencia, Esquema y Situación Didáctica.

2. DIDÁCTICA

Se puede entender por didáctica disciplinar el estudio de los procesos de transmisión y de apropiación de los saberes y del saber-hacer en relación con lo que estos procesos tienen de específico respecto a un contenido, teniendo en cuenta, entre otros, algunos de los siguientes factores.

1. Una amplia descripción del término didáctica incluye tanto la didáctica de las disciplinas (como, por ejemplo, la didáctica de la matemática) como la didáctica profesional (como, por ejemplo, la que se tiene en los cursos de formación profesional o específica de un determinado aprendizaje frente a situaciones muy particulares como: formación al interno de una empresa, enseñanza - aprendizaje de un trabajo artesanal, explicación acerca del funcionamiento de una máquina, aprendizaje deportivo etc.).

2. Un elemento importante, pero muy pocas veces analizado, es la duración del proceso de transmisión; en un proceso como el escolar, cuyo resultado positivo o negativo se mide en años, esta duración tiene una especificidad diversa de aquella de una simple comunicación sobre la realización de un hecho, por ejemplo la comunicación de un profesional a un aprendiz. El factor "duración del proceso de enseñanza - aprendizaje" con frecuencia no es evidenciado en los estudios ni en las investigaciones.

3. Es de gran importancia la situación en la cual se realiza el proceso, tanto de poder afirmar que la situación determina el proceso (para bien o para mal).



Antes de continuar, deseo evidenciar como la especificación del contenido diferencia netamente y sin alguna posible confusión a la didáctica con respecto a la psicología. La psicología del aprendizaje se desarrolla según modelos diversos: el behaviorismo, el cognitivismo, el modelo de aprendizaje por intuición o insight, por imitación o imitación social y el conexionismo. La psicología del aprendizaje estudia temas diferentes a los de la didáctica, por ejemplo, los mecanismos de atención, aspecto que la didáctica no trata (mejor: no tiene los instrumentos para hacerlo).

Volvamos al discurso precedente.

¿Qué diferencia se presenta entre la didáctica de una disciplina y la didáctica profesional? Considero que son los procesos de conceptualización los que hacen la diferencia: la didáctica de una disciplina hace referencia a la epistemología de dicha disciplina, en el sentido que no es posible pensar una didáctica de la disciplina d que no haga referencia no sólo a d, sino también a la epistemología de d.

En el caso particular de la matemática, podemos señalar como mínimo 5 aspectos específicos de su aprendizaje (Fandiño Pinilla, 2008):

1. aprendizaje conceptual;
2. aprendizaje algorítmico;
3. aprendizaje estratégico (ej.: la resolución de problemas);
4. aprendizaje comunicativo;
5. aprendizaje semiótico (ej.: gestión de las representaciones y de las transformaciones de tratamiento y de conversión).

Todo profesional del proceso de enseñanza – aprendizaje a largo tiempo, por ejemplo escolar, puede confirmar que esta división específica tiene no sólo una valencia teórica, sino también y en particular un sentido empírico, de gran interés: los problemas que los estudiantes encuentran en un campo conceptual son diferentes de aquellos que encuentran en otro, diferentes son también los problemas de conceptualización; y así se puede continuar.

Todo este discurso parece no tener analogías con el aprendizaje exclusivamente profesional.

Por lo tanto, es incorrecto pensar al estudiante dentro de la escuela como un aprendiz de fábrica; los procesos son indiscutiblemente muy diferentes.

También la idea de evaluación de una competencia debe ser revisada críticamente; al ex-aprendiz se le puede proponer una prueba práctica de evaluación de la competencia alcanzada una vez terminado su adiestramiento, al neófito del salto de altura se le puede proponer que intente superar la pértiga colocada a 2 m de altura; en esta situación, supera la pértiga o no lo hace; evaluar las competencias de un estudiante en aula es mucho más complejo, considero además que esto es imposible hacerlo con un test (como lo demuestra el fracaso de esta idea de evaluación en muchos de los países en donde se trató de implementar). Esto explica el hecho de cómo el vasto y prolongado debate sobre la evaluación de las competencias en educación se haya siempre complejizado y que sea tan difícil definirlo en términos claros y unívocos; se comprende igualmente por qué para los profesores no es muy fácil hacer suyo este discurso.



3. PROCESOS COGNITIVOS Y ESQUEMAS

Los procesos cognitivos organizan la actividad y su funcionamiento en situaciones; esto quiere decir que la conducta, la representación y las competencias definen y determinan el desarrollo de las formas de organización de la actividad de un sujeto en el curso de su experiencia.

Por tanto, los procesos cognitivos no están relacionados únicamente con el funcionamiento en situaciones, sino también con el desarrollo, es decir la evolución, de las competencias y de sus relaciones en el curso de la experiencia.

Estoy aceptando el Piaget de los primeros estudios, conocimiento y adaptación. ¿Pero, quién se adapta y a qué se adapta? Quienes se adaptan no son sólo los seres humanos en cuanto tales, sino también los esquemas, es decir las formas explícitas de organización de la actividad: los esquemas se adaptan a las situaciones para alcanzar el conocimiento (o una meta auspiciada). O, mejor: los seres humanos adaptan sus esquemas para apropiarse de un conocimiento. Mejor aún: el ser humano se apropia de un conocimiento sabiendo adaptar sus esquemas a una nueva situación que le permite aprender. El novicio que hace el salto en alto decide cambiar de entrenador, eligiendo una persona competente quien le enseñará cómo cambiar sus esquemas: carrera, despegue, rotación, elevación, arqueo, extensión de las piernas mientras cae, tensión en la caída. La modificación de los esquemas puede ser deliberada, es decir, fruto de una elección consciente, o no (Gérard Vergnaud hizo hace algunos años en este sentido el ejemplo del salto con garrocha o pértiga).

Por tanto, resulta fundamental evidenciar las parejas: situación – esquema, aspecto que ni Piaget, ni Vygotsky hicieron, mientras que esto sí aparece en la obra de Vergnaud (distribuida en diversos textos entre finales de los '80 y finales de los '90).

Dicha relación es fundamentalmente dialéctica: no existe esquema sin situación; igualmente, no hay situación sin esquema. Porque es el esquema el que permite identificar una situación como parte de una cierta clase de situaciones, en cuanto un esquema se dirige efectivamente siempre a una clase de situaciones, dada su naturaleza general y no unívoca. Es por esto que el esquema es un hecho universal, pero en evolución posible.

El aprendizaje necesita de una situación, la cual se organiza en esquemas de aprendizaje y modalidad (por ejemplo, la teoría de las situaciones de Guy Brousseau); a veces, los esquemas son buscados; a veces, son inherentes en la ejecución y en el proceso; a veces son el fruto de ingenierías (Brousseau, 2008).

4. COMPETENCIA

Desde siempre de forma obvia, y recientemente de manera obstinada y tal vez exagerada, se hace referencia a la competencia: Aquí me refiero a la acepción dada en D'Amore, Godino y Fandiño Pinilla (2008).

Si la competencia es considerada como un hecho evaluable, entonces debe ser medible y por tanto tiene sentido hablar del valor de una competencia y por tanto dar un orden de mayor a menor competencia; podrían tener sentido afirmaciones como las siguientes:



1. A es más competente de B en el campo X si puede hacer algo en X que B no puede hacer;

2. A exhibe más competencia en el campo X en el tiempo t' que no en el tiempo t ($t < t'$) si A puede hacer algo en X en el tiempo t' que no podía hacer en el tiempo t ;

3. A es más competente que otros si se comporta de una mejor forma o de forma más eficaz: más rápida, con mayor compatibilidad que la forma de hacer de terceros;

4. A es más competente que otros si dispone de un repertorio de procesos alternativos que le permitan adaptar su comportamiento a los diversos casos que se le puedan presentar y que los otros no alcanzan;

5. A es más competente de B si él es más eficaz frente a una situación, respecto de cuanto lo pueda ser B;

En este repertorio (ciertamente no exhaustivo) de casos, se esconde la idea de medida de una competencia.

Pero el concepto de competencia no es, por sí mismo, científico; para una sistemática presentación se necesita analizar una actividad, lo cual significa hacer referencia a gestos, razonamientos, operaciones científicas y técnicas, motivaciones, voliciones, empeño, deseo, afectividad, ... elementos éstos que no siempre se prestan a ser medidos con eficacia, simplicidad y objetivamente.

Sirve un concepto fuerte para designar las formas de organización de la actividad en situación, y en esto nos ayuda el concepto de esquema elaborado al interior de la Teoría de los Campos Conceptuales

desarrollada por Gérard Vergnaud (Vergnaud, 1990).

5. ESQUEMAS Y CAMPOS CONCEPTUALES

En forma sucinta:

1. un esquema es una totalidad dinámica funcional;

2. un esquema es una organización invariante de la actividad para una clase definida de situaciones;

3. un esquema implica cuatro categorías de componentes: un objetivo (o más de uno), unos sub-objetivos y anticipaciones; reglas de acción, de toma de informaciones y de control; invariantes operatorios (conceptos y teoremas en acto); posibilidad de inferencia;

4. un esquema es una función que tiene en cuenta el pasar del tiempo dado que toma los valores de entrada y proporciona los de salida en un espacio temporalizado; para entender bien este punto se requiere pensar en un esquema evolutivo. Por su naturaleza, el esquema es la expresión circunscrita y final de una generalización.

La idea general de la cual se está tomando todo esto proviene, sustancialmente, de Immanuel Kant, pero quien no logra establecer una relación entre esquemas y conceptos en su reciprocidad; esto se alcanza sólo con la Teoría de los Campos Conceptuales (Vergnaud, 1990), la cual nació precisamente ante la necesidad de teorizar el lento proceso de construcción - apropiación de los esquemas y de los conceptos.

En dicha teoría, son esenciales dos elementos evidenciados por Vergnaud:



1. concepto en acto: concepto considerado como pertinente, como válido, en una determinada situación, descrito por un cierto esquema o por una interferencia entre esquemas;

2. teorema en acto: proposición del tipo “si A entonces B” considerada verdadera en una determinada situación, pero generalizable en un dominio de situaciones hasta en una situación no contextual.

6. CONCEPTO

Un concepto es al mismo tiempo:

a. un conjunto de situaciones (aquellas que dan sentido al concepto),

b. un conjunto de invariantes operatorias (es decir de conceptos y de teoremas en acto que organizan los esquemas, los tratamientos de estas informaciones) y

c. un conjunto de representaciones simbólicas y lingüísticas que permiten expresar los objetos y las relaciones presentes en las situaciones concernientes, eventualmente, las relaciones que estas tienen con las características de los esquemas.

Existen dos acepciones (como mínimo) de concepto: concepción cuando se habla de un sujeto; más propiamente concepto, aquel elaborado por la cultura.

En ambos casos, no se puede entender el desarrollo de un concepto sin insertarlo en un sistema y después se ve obligado a estudiar este sistema, el campo conceptual, para poderse apropiarse del concepto. Un campo conceptual es por tanto, al mismo tiempo, un conjunto de situaciones (mejor:

de tipologías de situaciones) y un conjunto de conceptos, conjunto en el cual no todas las propiedades se desarrollan en el mismo tiempo en el curso de la experiencia y del aprendizaje.

Pero existe siempre una diferencia (pequeña) entre la forma operativa del conocimiento, aquella que se usa en la acción, y la forma predicativa del conocimiento, hecha de palabras y de enunciados.

El trabajo del didáctico no es de trabajar sobre el conocimiento del sujeto que aprende, sino sobre las condiciones creadas por las situaciones puestas en acción en la situación de aprendizaje obviamente teniendo muy bien presente los esquemas y la adaptación.

El esquema, nos enseña Vergnaud, es una totalidad dinámica funcional, cuya funcionalidad es relativa precisamente a esta totalidad en su entereza, por tanto, no aquella relativa a uno o a otro de sus componentes.

Sin embargo, el análisis de las componentes del esquema es tan esencial como el análisis del esquema en su entereza, cuando se quiere analizar la eficacia de un esquema. Es el recurrente debate entre holístico y constitutivo. Quien practica el salto en alto puede ser patrón absoluto de cada una de las componentes esquemáticas de la acción deportiva, pero perder de vista la sucesión en su totalidad.

¿Cuáles son los elementos que caracterizan un esquema, y cuáles son sus componentes?

En primer lugar, el objetivo por el cual está constituido, generalmente con sub-objetivos: cuál es la intención que lleva a



constituirlo o a idearlo o a ponerlo en acción, en términos de motivación, interés, objetivo, necesidad.

Existen además las componente generativas, es decir las reglas a seguir, las informaciones de tener presente, todo lo relacionado con el control. En todo esto tiene una importancia muy grande la componente temporal.

Además de estas componentes [reglas de acción, puestas en evidencia en el trabajo clásico y pionero de Allen Newell y Herbert Simon, creadores en 1956 del Logic Theory Machine y en 1957 del General Problem Solver (GPS)], existen otras componentes no observables con inferencias internas y el papel de la memoria, más o menos explícitas y voluntarias (y así, volvemos a tocar la psicología).

Finalmente volvemos a las componentes de los invariantes operatorios de Vergnaud, los conceptos en acto y los teoremas en acto, ya mencionados; estos constituyen las componentes epistémicas en juego junto con las propiedades individuales, las relaciones y las transformaciones, no sólo las observables, sino también las semióticas y las explícitas. Los invariantes operatorios ponen en juego las informaciones y las inferencias, con una función de conceptualización y de deducción, como categorías conceptuales.

Como última componente del esquema, se impone la inferencia misma, indispensable para la teoría, gracias a las regulaciones locales, a los ajustamientos, a los controles, dado que no se tienen acciones totalmente automáticas, por lo menos en el aprendizaje. La acción de adaptabilidad de los esquemas es esencial. Las reglas de acción, de asunción de información y de control son la traducción pragmática de los teoremas en

acto de Vergnaud; estas interpretan el hecho que las variantes de una situación pueden en general asumir otros valores y los sujetos están en grado de adaptarse a estos valores.

El esquema estructura una actividad, en sus dos componentes esenciales:

1. la sistematicidad, que es extrínseca a las reglas unívocas a las cuales son sujetas las actividades (por ejemplo los algoritmos aritméticos);
2. la contingencia, porque las reglas a las cuales obedece un esquema deben tener presente las diversas situaciones de acción o de interpretación al cual el esquema se encuentra de frente (digamos así: regla de oportunidad).

La idea de esquema aporta una respuesta teórica de gran interés a la psicología cognitiva aún quedando en gran medida externa; por ejemplo, la cuestión de la adaptación a situaciones nuevas, por tanto la resolución de problemas, está muy bien teorizada en la idea de esquema, precisamente gracias a las cuatro componentes que hemos analizado. Pero esto no implica, como muchos desearían, como fue auspiciado ingenuamente hasta hace pocos años, como estúpidamente algunos, aún hoy, sostienen y auspician, la degeneración de situaciones de resolución de problemas en situaciones de algoritmización de hipotéticos pasajes como componentes (Brousseau, D'Amore, 2008).

7. LA SITUACIÓN

Un esquema se dirige siempre hacia una situación caracterizada por un objetivo esperado, o por más de uno, por ejemplo un problema que debe ser resuelto, en su complejidad epistémica y cognitiva, así como puesta en marcha en campo de



competencia. Los dos conceptos de esquema y de situación están estrechamente relacionados el uno con el otro.

Por tanto, incluso en una situación específica y no sólo en general las ideas de objetivo, regla, conceptualización e inferencia son esenciales y estrechamente relacionadas.

Estas intervienen en la determinación de una ingeniería de situaciones didácticas en general, aún más en el caso muy difundido, cuando el docente se encuentra frente a más de un estudiante; en este caso, el proceso de interacción entre sujetos puede ocupar un papel decisivo, de hecho mucho más decisivo que en los procesos de comprensión (D'Amore, 2005).

Generalmente en una situación se evidencian dos términos relativos a los sujetos en juego, y con diversas modalidades: experiencia y aprendizaje. Sobre la base de algunos presupuestos, el aprendizaje hace parte de la experiencia, pero no necesariamente viceversa, para lo cual entre los dos hay una especie de dependencia causal. Pero, se pueden encontrar ejemplos en los cuales la experiencia comporta aprendizaje, gracias a situaciones en las cuales la experiencia se desarrolla. Obviamente, en este caso debemos generalizar y no pensar sólo en el ambiente escolar.

Por tanto, el aprendizaje comparte con la experiencia algunos puntos cruciales:

1. la duración temporal, la cual puede ser variable;
2. los diversos registros y las diversas modalidades puestas en campo en las situaciones: registros técnicos, lingüísticos, gestuales, sociales y afectivos;

3. los papeles en juego y por tanto el sentido que los diferentes sujetos asumen;

4. los roles de los instrumentos en juego.

Todos concordamos en que la experiencia tiene una enorme variedad de modalidades de expresión, mientras que parece no ser así para el aprendizaje; pero la teoría de los campos conceptuales reevalúa estas ideas, dado que muestra cómo un mismo concepto se desarrolla a través de situaciones diversas y variadas, dado que el mismo concepto es puesto en relación en más de una forma y en más de un nivel con conceptos y enunciados considerados verdaderos (teoremas en acto), junto con representaciones lingüísticas y simbólicas; además se desarrolla junto con otros conceptos creando, precisamente, sistemas conceptuales.

Sobre el plano teórico, situaciones y esquemas forman una pareja indisoluble; las situaciones ofrecen ocasiones para dar sentido a las actividades y a los conceptos, pero no son estas mismas el sentido. El sentido es el esquema, decía agudamente Piaget. Pero la realidad está hecha de objetos y de relaciones: se trata siempre de dar un sentido a dichos objetos y a dichas relaciones, a través del filtro de las situaciones, de sus interpretaciones, de su realidad.

Generalmente, en las situaciones didácticas, aquello a lo cual se asiste es, por el contrario, precisamente a una pérdida del sentido dado a los objetos y a sus relaciones (Brousseau, D'Amore, 2008).

7. LA REPRESENTACIÓN

El concepto de representación involucra algunos puntos importantes: la percepción,



los sistemas significantes – significado, la conceptualización (en acto), el esquema. Percibir significa hacerse preguntas en relación con los objetos reales, sus propiedades y sus relaciones observables, identificables y separables es decir distinguibles. La distancia que hay entre percibir y representar está en el hecho que la representación se ocupa también de los objetos, propiedades y relaciones no observables directamente. Tampoco es una componente esencial. La percepción no es un hecho desprovisto de necesidades culturales dado que estos requieren de experiencia y de cultura.

La lengua materna y las otras formas simbólicas desarrolladas por la sociedad para comunicar y representar constituyen sistemas de significantes y de significados; estos contribuyen notablemente al funcionamiento de la representación. Poder hacer uso de palabras para identificar objetos y sus relaciones, proporciona a los conceptos un estatus cognitivo decisivo; la representación por tanto no es sólo la explicación de algo al interior de un léxico o, más en general, de un sistema semiótico.

Existen invariantes explícitas e implícitas que deben tener en cuenta la comunicabilidad, pero también la posibilidad de explicitación que lleva a una estabilidad necesaria para la representación misma. Los invariantes operatorios son los componentes principales de la conceptualización: en la actividad estos se forman y es en el curso de la actividad que producen sus efectos, esenciales para la percepción especialmente en lo relacionado con la información específica para la acción. Tienen un papel igualmente importante las inferencias que siempre han sido privilegiadas como objeto de estudio desde Aristóteles y Kant, hasta el primer Wittgenstein.

Los esquemas constituyen una componente absolutamente esencial de la representación, dado que esta es una actividad y por tanto un esquema puede en su curso tomar forma y actuar como es en la posibilidad de mayor significado.

Es más, el esquema constituye en el ámbito de la representación la componente más significativa. La representación puede ser pensada como la reorganización de esquemas.

Toda teoría de la representación pone en juego, por su misma existencia, un flujo de consciencia, una toma de conciencia pero también procesos inconscientes. Sin el flujo de consciencia (percepción e imaginación), el ser humano no estaría en grado de representar si sabría reflexionar sobre lo que es la representación.

No debemos olvidar la dualidad (siempre presente): consciente – inconsciente, relacionada con los invariantes operatorios y que permite la concientización como momento clave de la conceptualización, es decir, la identificación de los objetos y de los procesos de la realidad, observables y no. Esto explica el porqué se tiende hoy a mezclar y no más a jerarquizar el cognitivo y el meta-cognitivo.

REFERENCIAS

Brousseau, G. (2008). *Ingegneria didattica ed epistemologia della matematica*. Bologna: Pitagora.

Brousseau, G. & D'Amore, B. (2008). *I tentativi di trasformare analisi di carattere meta in attività didattica. Dall'empirico al didattico*. En: B. D'Amore, F. Sbaragli (editores) (2008). *Didattica della matematica e azioni d'aula*. Actas del XXII Convegno



Nazionale: Incontri con la matematica. Castel San Pietro Terme, 7-8-9 novembre 2008. Bologna: Pitagora. 3-14.

D'Amore, B. (2008). Prefacio al libro: Brousseau G. (2008). Ingegneria didattica ed epistemologia della matematica. Editor Bruno D'Amore. Bologna: Pitagora. Pagg. VII-XII.

D'Amore, B. (2005). Pratiche e metapratiche nell'attività matematica della classe intesa come società. Alcuni elementi rilevanti della didattica della matematica interpretati in chiave sociologica. La matematica e la sua didattica, 3, 325-336.

D'Amore, B., Diaz Godino, J. & Fandiño Pinilla, M.I. (2008). Competencias y matemática. Bogotá: Magisterio.

Fandiño Pinilla, M. I. (2008). Molteplici aspetti dell'apprendimento della matematica. Trento: Erickson. [Versión en idioma español 2010, Bogotá: Magisterio).

Vergnaud, G. (1990b), La théorie des champs conceptuels. Recherches en didactiques des mathématiques, 10, 133-169.



2. LA ENSEÑANZA DEL CÁLCULO EN AMBIENTES TIC

FERNANDO HITT¹

¹ Département de Mathématiques, Université du Québec à Montréal, Canadá

Resumen

Los problemas de la enseñanza y el aprendizaje del cálculo son bien conocidos por la comunidad desde hace muchas décadas. A finales de los 90s y principios de este siglo se han realizado una gran cantidad de cambios con la finalidad de resolver este problema. Si bien cada vez se entienden mejor los problemas de aprendizaje, ello no ha simplificado los problemas de enseñanza del cálculo. La modelación matemática abre una nueva perspectiva en la enseñanza del cálculo (en los 70s ya se había concebido un proyecto similar) y la tecnología en esta propuesta puede jugar un papel importante. En este documento se discuten algunos elementos bajo esta perspectiva.

1. INTRODUCCIÓN

Los problemas del aprendizaje del cálculo han sido estudiados por los didáctas de las matemáticas desde hace varias décadas, un periodo importante lo marcaron los estudios de Mason, Selden & Selden (1989) cuando mostraron que un grupo de estudiantes que habían pasado un curso de cálculo en una universidad importante en los Estados Unidos, no tenía habilidades para resolver problemas no rutinarios: “Not one student got an entire problema correct. Most couldn’t do anything”. Esto y la reforma educativa de los 90s en Estados Unidos (los “Standards”) permitió un nuevo enfoque a la enseñanza del cálculo. Podemos señalar que también en esos momentos emergía una teoría sobre las representaciones matemáticas (Janvier, 1987; Duval, 1993) que se hacía sentir en los libros de texto en donde las tareas de conversión entre representaciones (numérico, algebraico y gráfico) era central. ¡ El uso de la tecnología en el aula de matemáticas, no podía tener mejor oportunidad para entrar en acción !

Los problemas con el uso de la tecnología se hicieron presentes de inmediato. En los 90s la calculadora con posibilidades gráficas se hace presente en el aula de matemáticas. Por ejemplo, Guin & Trouche (1999, p. 197) señalan que en su experimentación con dos grupos de 50 estudiantes preuniversitarios (uno siguiendo una enseñanza con calculadora y el otro sin calculadora) se les solicitó calcular el límite siguiente: el resultado fue que el porcentaje de éxito de los estudiantes con calculadora fue de 10% y de los estudiantes sin calculadora fue de 100%. Otro estudio que también llamó la atención de los investigadores, fue el de Tall (2000, p. 213), en su experimentación con dos grupos de estudiantes pre-universitarios (uno utilizando Derive y el otro sin tecnología) solicitó una explicación conceptual de la expresión: Nuevamente el resultado fue 0% de éxito con los alumnos con tecnología y 100% de éxito con los alumnos sin tecnología.

Artigue (2000) proponía entonces una reflexión de los siguientes puntos para una integración fortuita de la tecnología en el aula de matemáticas:



1. La pobre legitimidad educativa de las tecnologías informáticas que se oponen a su legitimidad social y científica.
2. La subestimación de las cuestiones vinculadas a la informatización de los conocimientos matemáticos.
3. La oposición dominante entre los aspectos técnicos y conceptuales de la actividad matemática.
4. La subestimación de la complejidad de los procesos de instrumentación.

Los didactas se dieron a la tarea de investigar sobre esos puntos (p. e. Hitt & Kieran, 2009; Hoyles, Noss & Kent, 2004), mostrando como lo decía Artigue, que el uso de la tecnología requería de especial atención y del rediseño de tareas para utilizarla en el aula de matemáticas.

2. ¿ES NECESARIO UTILIZAR LA TECNOLOGÍA EN EL AULA DE MATEMÁTICAS O NO?

En esta época, la pregunta no es adecuada, la tecnología a progresado a tal punto que más bien debemos pensar en cómo hacer un buen uso de ella en el aula de matemáticas que intentar evitarla. Sin embargo, la cohabitación solicita una atención especial.

Regresando a la época de los 90s, podemos señalar que algunos científicos opinaban sobre la importancia de la integración de las matemáticas, la tecnología, la ingeniería y las ciencias. Es así que surge en los Estados Unidos una nueva corriente de investigadores que promueven un nuevo currículum para la formación de ingenieros: proyecto STEM (Sciences, Technology, Engineering,

Mathematics). Este programa no substituye completamente al que ya se tenía en las universidades en la formación de ingenieros, dando lugar a dos tipos de ingenieros formados de diferente manera. Precisamente English (2015) señala que en Australia también se promovió el proyecto STEM, y desde su punto de vista, ella considera que ese proyecto está mucho más centrado en las ciencias en general y se aleja de las matemáticas en lo particular. Por otro lado, en Europa, en un proyecto conjunto (PRIMAS) de 13 universidades, se sugiere la integración de las diferentes didácticas (biología, química, física y matemáticas) en una sola llamada didáctica de las ciencias.

Estos cambios han dado pie a la reflexión sobre el papel que juega la modelación matemática en todos esos proyectos. Es así que empieza una nueva era en donde la modelación matemática es el elemento unificador en varias ramas científicas y que se le quiere proporcionar un lugar especial. Y podemos decir que bajo esta perspectiva, los nuevos libros de texto de cálculo promueven el acercamiento a la matemática en contexto, y a la modelación de fenómenos físicos.

Tomemos por ejemplo el proyecto Harvard Calculus que dio pie a la producción del libro “Funciones de una variable (1991/1994)”, los autores de 11 instituciones (Huges et al, 1999) mencionan: “Los significados se proporcionan: en forma práctica, gráfica y numérica, y menos énfasis en los procesos algebraicos”. El capítulo 1º, trata sobre pre-cálculo y en el 2º se analiza el fenómeno de lanzar al aire una “toronja” para introducir la velocidad media con la intención de introducir la velocidad instantánea. Sin embargo, el fenómeno se deja de lado y rápidamente se cae en el acercamiento clásico de la enseñanza de la



derivada. Si tomamos otro libro de texto (Hamel & Ammiotte 2007) de la enseñanza pre-universitaria de Quebec, podemos ver que a partir de la primera página del libro, se inicia con ejemplos de situaciones problema en contexto. El 2º ejemplo trata precisamente del lanzamiento de una pelota al aire y se quiere analizar la velocidad media en un intervalo de tiempo y fijando un instante, pasar a la velocidad instantánea.

En las investigaciones de Zandieh (2000), ella menciona que los estudiantes al finalizar un curso de cálculo, logran vagamente recordar el significado de la derivada y lo asocian ya sea a la pendiente de una recta, a la razón de cambio, a una velocidad, o a una diferencia entre cocientes, pero que pocos son capaces de ligarlo a un cálculo de límites y grandes dificultades para explicar cómo realizar ese cálculo.

Los didactas han propuesto diferentes maneras de resolver el problema de enseñanza, y la práctica muestra que la tarea no es fácil. Por ejemplo, Star & Smith (2006) mencionan que a pesar de que en su universidad (Michigan University) se han seguido los lineamientos de la Reforma del Cálculo en los Estados Unidos, proponiendo un curso de precálculo, utilizando el libro de Deborah-Huges et al (1991/1994), pasando de exposiciones magistrales en auditorio a clases con 25 alumnos, al paso de una enseñanza magistral en un auditorio a una enseñanza en un medio en colaboración con 25 alumnos por clase, con todo ello, ellos consideran que los resultados no son significativos.

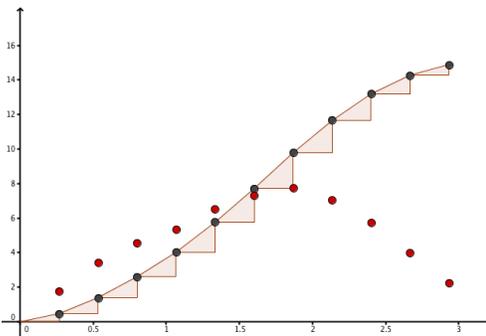
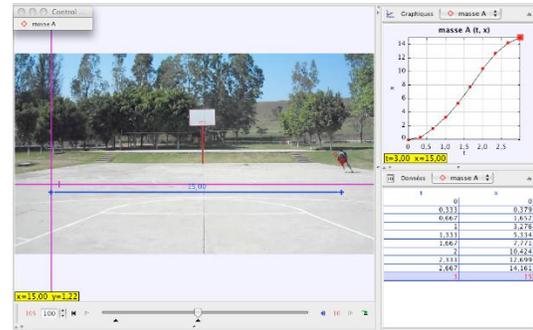
Las nuevas tendencias curriculares ponen más énfasis en la modelación matemática y uso de tecnología que en el pasado. Un acercamiento clásico a las funciones requería del uso de representaciones gráficas ligado a las funciones y con una calculadora podría

bastar. Ahora no es el caso, la simulación para promover actividades de modelación se hace cada vez más y más presente.

Si bien con anterioridad se utilizaban paquetes de cómputo como Cabri-Géomètre o Sketchpad, en la actualidad el paquete GeoGebra es muy utilizado (paquete libre). Precisamente, en la búsqueda de paquetes que permitan analizar fenómenos de la vida real y que pudieran ser compatibles con Excel o GeoGebra, hemos encontrado el paquete Tracker (también de uso libre).

En el estudio de actividades que mejor se adaptan a fines educativos, hemos encontrado que en la mayoría de los libros de texto actuales se utiliza la velocidad media y velocidad instantánea para introducir el concepto de derivada. Es así que un fenómeno ligado a la velocidad ha venido a ponerse como situación paradigmática. Por situación paradigmática queremos decir, una situación que es compartida por muchos autores como situación de aprendizaje que sirve en la construcción de un concepto. En nuestro caso, un fenómeno ligado al movimiento de un objeto puede servir para la introducción del concepto de derivada.

Nuestra proposición es que se analice un fenómeno muy corriente que es por ejemplo, el desplazamiento de una persona y se tomen datos de la distancia recorrida en un tiempo dado. Por ejemplo, una persona en bicicleta o corriendo.



Cuando hemos solicitado a nuestros alumnos que analicen el fenómeno y propongan preguntas que pertinentes que estén ligadas al fenómeno, siempre ha salido a flote la pregunta: ¿En qué momento alcanza la persona en bicicleta o el corredor su velocidad máxima?

Esto para nosotros es de suma importancia, ya que está ligado a la velocidad instantánea. En este caso, proponemos tomar datos con Tracker y copiar los datos a un tablero GeoGebra para calcular velocidad media. En ese caso, les hacemos repetir la toma de datos con Tracker para intervalos más cortos de tiempo y analizar esos datos con GeoGebra.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En esta nueva perspectiva de enseñanza del cálculo, es necesario proporcionarle un papel más importante del que se le ha otorgado hasta ahora a las representaciones en el aula de matemáticas. Considerar una perspectiva basada en la modelación matemática implica un diseño más riguroso de actividades en el aula del que se ha tenido en el pasado. Los procesos de modelación pueden ser enriquecidos con el uso de la tecnología.

Considerar un modelo de enseñanza que contemple el aprendizaje en colaboración y que el diseño de tareas sea acorde a ese modelo. Por ejemplo, en nuestro caso, hemos utilizado en nuestras investigaciones el método ACODESA (ver Páez, 2004; Hitt, 2007; Hitt & González-Martín 2015; Hitt, Saboya & Cortés, 2016).



Nuestra experiencia nos dice que en los procesos de una reforma curricular, el profesor de matemáticas tiene una gran cantidad de trabajo, ya que regularmente se le deja la responsabilidad de integrar los cambios en los programas, las nuevas tendencias de autores de libros de texto, resultados de investigación y uso de nuevas tecnologías. Es enorme la responsabilidad que se le otorga al profesor de matemáticas. La mejor recomendación es el trabajo en equipo para la elaboración de tareas eslabonadas que permitan a los alumnos una construcción adecuada de conceptos.

REFERENCIAS

Artigue, M. (2000). Instrumentation issues and the integration of computer technologies into secondary mathematics teaching. Proceedings of the Annual Meeting of GDM. Potsdam. Retrieved on 3rd June, 2014 from <http://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/e/gdm/2000>

Duval R. (1993). Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. Annales de Didactique et de Science Cognitives, 5, 37-65. In F.Hitt (Ed., 1998), Investigaciones en Matemática Educativa II, (pp. 173-201), México: Grupo Editorial Iberoamérica.

English L. (2015). STEM: challenges and opportunities for mathematics education. In K. Beswick, T. Muir & J. Welles (eds.), Proceedings of PME39, v. 1, 3-18. July, 2015, Hobart, Australia.

GeoGebra (software libre: <http://www.geogebra.org/cms/>).

Guin, D. & Trouche, L. (1999). The complex process of converting tools into mathematical instruments: The case of calculators.

International Journal of Computers for Mathematical Learning, 3, 195-227.

Hamel, J., & Amyotte, L. (2007). Calcul différentiel (p. 449). Canada: Édition du Renouveau Pédagogique Inc.

Hitt F. (2007). Utilisation de calculatrices symboliques dans le cadre d'une méthode d'apprentissage collaboratif, de débat scientifique et d'auto-réflexion. In M. Baron, D. Guin et L. Trouche (Éds.), Environnements informatisés et ressources numériques pour l'apprentissage. conception et usages, regards croisés (pp. 65-88). Paris: Hermès.

Hitt, F., & Kieran, C. (2009). Constructing knowledge via a peer interaction in a CAS environment with tasks designed from a Task-Technique-Theory perspective. International Journal of Computers for Mathematical Learning, 14, 121-152.

Hitt, F., Saboya, M. and Cortés C. (2016). Rupture or continuity: the arithmetico-algebraic thinking as an alternative in a modelling process in a paper and pencil and technology environment. Educational Studies in Mathematics. Dordrecht: Springer. DOI 10.1007/s10649-016-9717-4

Hoyles C, Noss R. & Kent Ph. (2004). On the integration of digital technologies into mathematics classrooms. International Journal of Computers for Mathematical Learning 9: 309–326.

Janvier, C. (Editor). (1987). Problems of Representation in the Teaching and Learning of Mathematics. London: Lawrence Erlbaum Associates.

Hughes-Hellett, D., Gleason, A-M., et al. (1999). Fonctions d'une variable. Traducción



de: Calculus: Single variable, 2nd edition.
Montréal: Chenelière/McGraw-Hill.

Páez, R. (2004). Procesos de construcción del concepto de límite en un ambiente de aprendizaje cooperativo, debate científico y auto reflexión. Unpublished thesis. Cinvestav-IPN. México.

Selden, J., Mason, A. & Selden, A. (1989). Can Average Calculus Students Solve Nonroutine Problems? Journal of Mathematical Behavior 8, 45-50.

Star, J.R., & Smith, J. (2006). An image of calculus reform: Students' experiences of Harvard calculus. Research in Collegiate Mathematics Education, 13, 1-25.

Tall, D. (2000). Cognitive development in advanced mathematics using technology. Mathematics education research journal, Vol. 12, No. 3, p. 210-230.

Tracker. Logiciel libre. Video analysis and modeling tool (version 4.87). Reference, 8-janvier-2015.
<http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>

Zandieh, M. (2000). A theoretical framework for analyzing student understanding of the concept of derivative. Research in Collegiate Mathematics Education, Vol. VIII, pp. 103-127.



3. LA VIDA SIMBÓLICA Y EL APRENDIZAJE

LUIS MORENO ARMELLA¹

¹Jefe del departamento de Matemática Educativa, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav), México. lmorenoarmella@gmail.com

1. LA CULTURA SIMBÓLICA Y LAS MATEMÁTICAS

El mundo humano no está hecho exclusivamente de objetos materiales. En ese mundo existe la amistad, la educación, la corte suprema de justicia. Y ninguna de estas cosas tiene peso, volumen o temperatura. Están hechas de otra sustancia, a saber, la sustancia simbólica.

La escritura constituyó un punto de inflexión en nuestro desarrollo. El impacto que ha tenido la escritura desde sus orígenes ha sido enorme. Primero, suministró un soporte externo para la memoria y muy pronto se constituyó en un espacio de representación de nuestro propio conocimiento. Cada vez que leemos un escrito propio, por ejemplo, reorganizamos nuestras ideas y las vamos puliendo en un proceso que recuerda al trabajo de un escultor. Podemos llegar a límites insospechados de detalle en una narración o alejarnos y producir el relato a grandes rasgos. Es decir, la escritura permite diversos niveles de resolución de un texto. Podemos introducirnos en los pensamientos de un personaje de novela, llegar a conocerlo íntimamente o percibir su presencia en la historia de manera tangencial. Ahora bien: ¿de dónde proviene esa certeza sobre la existencia de un personaje que por otra parte es “solo” fruto de la imaginación del novelista? El escritor trae a su escritura rasgos de personas cotidianas y las transforma creando un

mundo simbólico. Ese mundo simbólico tiene una existencia que puede llegar a ser tan tangible como la del mundo material. El Quijote, Hamlet, Pedro Páramo, Aureliano Buendía existen de modo tan estable como las montañas de los Himalayas. No tienen peso ni densidad, tampoco color ni temperatura, pero ahí están, impactando la vida de miles de personas en todo el mundo.

Algo similar ocurre con los números naturales. Sin ellos no hay horas ni cumpleaños. Entonces ¿de qué sustancia están hechos que se hacen notar de maneras tan conspicuas? Igual que la escritura, están hechos de una sustancia simbólica. Cuando abrimos los ojos en la mañana es inevitable ver la numerosidad en lo que nos rodea y así es. Y así ha sido desde tiempos inmemoriales. Pero hay que distinguir entre esa expresión rudimentaria de la numerosidad y otra muy distinta el número como cristalización simbólica de la acción humana de contar. Los números son el producto de un complejo proceso de re-descripción representacional que toma una experiencia (que bien podría pertenecer ya al ámbito de lo simbólico) y vía un proceso iterativo va refinando su versión simbólica.

Platón explicaba que todo aquello que dibujamos y escribimos sobre una superficie son las sombras de los verdaderos objetos que existen en toda su plenitud en un lugar que él ubicaba más allá de las estrellas. Ese era el mundo donde existían los números, los triángulos y demás objetos



reconocidos por la cultura matemática griega. Aquellos símbolos y grafías pues, no eran, según él, sino las sombras de los verdaderos seres, de los que existían en la realidad de ese otro mundo. Esa sensación de realidad que se percibe y que otorga tanta confianza cuando uno está enfrascado en la resolución de un problema, ha hecho que una gran parte de los matemáticos profesionales de diversas épocas se hayan confesado platónicos. No podemos soslayar que el mundo simbólico, para el ser humano, es tan real como el mundo de los objetos materiales. Aunque su sustancia sea otra.

2. LA APROPIACIÓN DEL CONOCIMIENTO

He vivido las matemáticas casi todo el tiempo desde el salón de clases y ha acompañado las reflexiones de colegas tan perplejos como yo mismo ante las condiciones casi invisibles del aprendizaje. El aprendizaje de personas, los estudiantes, que tienen el mismo nivel de complejidad que el observador. Aprendizaje: ese es el territorio en donde se funden lo subjetivo con lo objetivo. Se funden, porque aprender es volver a vivir el conocimiento.

Desafortunadamente no siempre se tiene conciencia de ello. Hace unos años tuve un profesor que hablaba lentamente y de manera reflexiva pero siempre dirigiéndose a sí mismo. En medio de una explicación se detenía como obedeciendo una orden interna mientras sostenía un diálogo privado sobre algo que le inquietaba, que venía a su mente en aquel momento. Para él era como un instante de sosiego mientras, con aire un poco distraído, estiraba el brazo mientras su índice recorría una curva muy suave tratando de hallar, de sentir un punto de inflexión en aquella gráfica que él percibía en un espacio imaginario. No dudo que sea casi imposible vivir las

matemáticas al margen de esa realidad tangible de un mundo poblado de seres invisibles pero que distan mucho de ser evanescentes. Tal vez habría empleado otras palabras pero, estoy seguro, que aquel profesor creía que esos seres vivían en un mundo inmaterial pero tan real como las piedras. Nosotros, sus alumnos, veíamos aquella escena con mucha curiosidad. Nos preguntábamos entonces en qué estaría pensando cuando caía en aquellos trances tan placenteros a simple vista pero desconocidos para los demás. Algunos perseveramos, tal vez asistidos por un fuerte sentimiento de curiosidad, pero casi todos renunciaron a tratar de penetrar en aquella realidad escondida.

¿Acaso la educación tiene que ser un proceso cruelmente darwiniano?

Creo que ninguno de nosotros estaría dispuesto a dar una respuesta positiva a este interrogante. Pero es claro que responderlo involucra mucho más que un catálogo de buenas intenciones. Aún hoy en día se suele escuchar que para “enseñar bien” las matemáticas hay que saber matemáticas. En efecto, hay que saber matemáticas, pero ¿cómo debe ser ese saber?

Es una pregunta tan compleja que ha requerido mucha investigación intra, inter y trans disciplinar. Sin embargo, hay ideas que el campo de la didáctica de las matemáticas ha puesto sobre la mesa para elaborar una respuesta. Una de ellas afirma que disolver las dificultades que enfrentan los alumnos pasa por investigar el modo de existencia y el desarrollo del significado de los entes/objetos matemáticos. Es menester estudiar este problema desde la perspectiva del investigador mucho antes de someterlo a la ingeniería del diseño curricular. En efecto, no se logra hacer tangible la realidad de los entes matemáticos si se les aísla del terreno



de la experiencia de los estudiantes. Y eso lo muestra la investigación de campo. La experiencia numérica, digamos, se va desarrollando gradualmente y llega un momento cuando se hace viable el pasaje a la exploración interna del sistema numérico, es decir, la exploración de las reglas con las que se operan los propios símbolos. ¡Los números son para contar y también para detectar los números primos!

Las matemáticas son tal vez la forma más simple de conocimiento científico. Simple no quiere decir trivial en el sentido justamente que los matemáticos atribuyen al vocablo de marras. Los sumerios vivieron el ruido de lo concreto- cotidiano hasta el momento en que lograron descontextualizar sus sistemas numéricos. Lo abstracto es simple y a la vez polisémico y de allí la enorme riqueza interpretativa de los hechos matemáticos. Una ecuación, por ejemplo, sirve para modelar innumerables situaciones físicas, como la ecuación de onda que describe la luz y también el sonido entre muchos otros fenómenos de carácter ondulatorio.

3. LA INTUICIÓN Y EL ANÁLISIS

Todo lo anterior me lleva a una reflexión sobre los mecanismos de conocer y su dimensión simbólica. Los seres humanos poseemos una forma de conocer híbrida y por lo tanto nuestro conocimiento también es híbrido. El lunes mientras leemos un artículo intuimos que la afirmación del autor no puede ser válida. No sabríamos en ese momento argumentar lógicamente sobre el porqué de nuestra aseveración, pero sentimos que tenemos razón. Más tarde, después de un esfuerzo sostenido, logramos dar con una argumentación que no deja duda alguna: teníamos razón. Es decir, nuestra intuición era correcta. Es como si tuviésemos un mecanismo cognitivo que se

adelanta al razonamiento lógico. No es fácil dar una respuesta categórica a esta especie de dualidad en la naturaleza de la comprensión. Sin embargo, hay ejemplos de ella en diversas disciplinas, incluso deportivas. Un famoso futbolista escribía en su autobiografía que en un encuentro crucial del campeonato mundial de repente dio media vuelta y colocó el pase que conduciría al gol de la victoria. Cuando le preguntaron cómo lo había hecho respondió: simplemente lo hice: hay una forma de saber que antecede a la comprensión. Hay una forma de saber que uno “no sabe que sabe”. Eso puede ser resultado de la práctica prolongada, del nivel de compenetración con una disciplina, pero no deja de tener su grano de sal, pues a medida que profundizamos en un campo, las intuiciones se van haciendo más certeras. Es como si la intuición quedara subordinada, por lo menos parcialmente, a los mecanismos formales de una disciplina. Esta dualidad que parece emerger entre dos formas de conocer (la intuición y lo analítico) también tiene una identidad que ha sido investigada desde las neurociencias. Merlin Donald (A Mind so Rare, 2001) sostiene que a lo largo del desarrollo de la especie, el universo trabajó como un escultor sobre el sistema nervioso fijando en él su propia imagen y, en consecuencia, generando respuestas viables de una especie frente a su entorno. Esa forma de inteligencia instalada en el sistema nervioso, que nosotros también habríamos heredado, nos permitiría un trato directo con el entorno —ahora un entorno saturado por los efectos de la acción humana—revelando las aristas de eso que llamamos pensamiento intuitivo, pero ya marcado por la atmósfera de la cultura en la que tiene lugar nuestro desarrollo. Si es cierto que nuestra capacidad predictiva tiene su origen en el movimiento (I of the Vortex, R. Llinás, 2001, MIT), eso explicaría la sensibilidad ante todo lo que se mueve. Una



mariposa en estado de absoluta quietud es invisible sobre la corteza del árbol, pero revela su presencia a su predador a través del movimiento. En los seres humanos, el control conciente de los movimientos del cuerpo nos regaló una mano tan fina y flexible que Kant la llamó la parte visible del cerebro. La mano nos regaló, además, la posibilidad del lenguaje articulado (The Hand and the Brain, G. Lundborg, 2014, Springer). Han sido tan profundas las consecuencias de esta conciencia del movimiento, que gran parte de los esfuerzos matemáticos desde hace ya siglos, han insistido en redescubrir el movimiento en términos simbólicos. Uno de los resultados más profundos ha consistido en el desarrollo de las matemáticas de la variación y la acumulación cuya versión clásica, el cálculo infinitesimal, se tornó uno de los recursos predictivos centrales de las ciencias físicas. Hoy en día, la tecnología contemporánea ha permitido la simulación del movimiento sobre las pantallas digitales y con ello la educación adquiere un instrumento de mediación que puede detonar una nueva convergencia entre el pensamiento corporizado y el pensamiento simbólico, pero ahora en el escenario de la cultura humana.

La geometría dinámica es, posiblemente, una de las vías reales que Euclides no pudo revelar al rey Ptolomeo.

4. LA MEDIACIÓN DE LOS ARTEFACTOS

El ser humano ha sido capaz de trascender muchas de las limitaciones de su organismo y de su mente. Un teléfono permite comunicarse con un amigo a miles de kilómetros de distancia. Podemos sumergirnos en la realidad virtual de una novela cómodamente sentados en un avión que cruza el Pacífico.

La supervivencia de la especie llevó a nuestros antepasados a proveerse de herramientas que les permitieran sobreponerse a un medio ambiente que les resultaba, las más de las veces, hostil y en donde las dificultades para hallar alimentos eran formidables. Si trazáramos una línea de tiempo empezando en los orígenes de nuestra especie, podríamos colocar sobre ella las primeras herramientas: una piedra afilada, una lanza rústica y algunas otras, todas con un ¿mensaje ¿grabado ¿sobre ¿ellas: herramientas para la supervivencia de la especie.

Hasta aquí hemos aportado ejemplos de herramientas materiales orientadas básicamente a extender las capacidades de nuestro organismo con el propósito de transformar el medio material. Las tecnologías simbólicas, la escritura por ejemplo, no van orientadas hacia afuera sino hacia adentro e nosotros. El impacto sobre el pensamiento, sobre la organización y preservación del conocimiento señala que el destinatario de sus mayores efectos es la persona misma. En su obra maestra, *Oralidad y Escritura*, Walter Ong (2002) enfatiza que muchas de las características que damos por sentadas en el pensamiento, en la literatura, en la filosofía y en la ciencia no son inherentes al ser humano como tal, sino que son resultado de la tecnología de la escritura que las ha dispuesto a la conciencia humana.

Estas palabras insinúan ya lo que muchos investigadores posteriormente han señalado: que, si bien nacemos con un cerebro predispuesto para adquirir un lenguaje, esa capacidad potencial solo alcanza su realización plena en un medio social y cultural. Somos seres híbridos que si bien compartimos nuestra herencia genética en mayor o menor grado con las demás especies, poseemos además una



capacidad simbólica que es menester despertar desde nuestro nacimiento para que nuestro desarrollo sea pleno. Insistamos: la mente humana se constituye a partir de la interiorización del lenguaje. Además de la lengua materna, el lenguaje incluye otros sistemas simbólicos, por ejemplo, toda la estructura de gestualidad que poseemos los seres humanos de todas las culturas

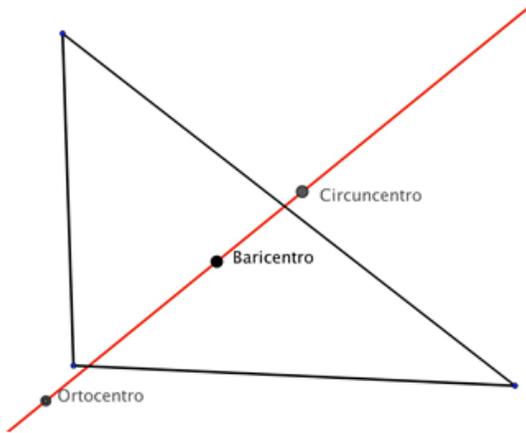
Importa ir un poco más lejos en la descripción de cómo tiene lugar la interiorización de otros sistemas simbólicos de mediación, en particular las matemáticas. En su obra, Voces de la Mente (1991), J. Wertsch ha puesto un énfasis muy particular es la naturaleza mediada de la actividad humana. Lo ha dicho así:

La afirmación más crucial que deseo desarrollar es que la acción humana emplea de manera fundamental la mediación de herramientas y del lenguaje y que esas mediaciones determinan de maneras profundas la acción humana (p. 12).

De acuerdo con Wertsch, dependemos de los instrumentos simbólicos de mediación para realizar nuestras actividades cognitivas. No podríamos hacerlo al margen de dichos instrumentos. Interiorizar los instrumentos cognitivos puede entenderse como el proceso de instalación de un nuevo instrumento de mediación en una sistema cognitivo que dicho sea de paso, siempre está en construcción. Cuando un niño aprende a contar cada vez llega más lejos en la lista y poco a poco va descubriendo, en interacción con los adultos cercanos, que esa lista no tiene fin. Esa situación abre un camino para accederá la noción de

infinito. Nada de esto sería posible sin la mediación del sistema numérico elemental. Cuando pensamos en objetos materiales o distancias no logramos desentrañar la diferencia entre infinito y muy grande. Ese sistema numérico hace más poderosa la mente del niño. No es que el sistema numérico amplifique nuestra capacidad de contar, sino que la hace posible. Es decir, no hay una capacidad cognitiva instalada de origen, sino que es la incorporación de los instrumentos cognitivos lo que construye dicha capacidad cognitiva.

El proceso de interiorización ha sido objeto de serias reflexiones en el campo de la educación matemática. Surgen preguntas o mejor, líneas de investigación, que indagan sobre las formas como la presencia de un medio digital afecta el aprendizaje de la geometría, del álgebra o del cálculo. Si las imágenes que se producen sobre la pantalla son estáticas no se habrán ganado mucho al pasar del papel a la pantalla, excepto posiblemente precisión; pero si las imágenes son dinámicas, si hay movimiento y simultáneamente preservación de las cualidades estructurales de las figuras, entonces estaremos ante un medio que abre posibilidades integradoras que estaban ausentes. Demos un ejemplo: podemos observar sobre la pantalla que el ortocentro, el circuncentro y el baricentro de un triángulo siempre están sobre la misma recta, sin importar cómo modifiquemos la forma original del triángulo.



Allí el estudiante puede hallar el sentido a expresiones como “en todo triángulo el baricentro, el ortocentro y el circuncentro, siempre están sobre una misma línea recta”. Los estudiantes, en cierto momento, se convencen de la veracidad de la afirmación cuando intentan transformar el triángulo para encontrar otro que no cumpla la afirmación sobre la colinealidad de los centros, y llegan a la conclusión que no es posible. No es, desde luego, una demostración formal, en el sentido clásico del término demostración, pero es una experiencia que genera certidumbre y sentido a un enunciado matemático. A nivel escolar esto suele ser más importante. A partir de allí se puede elaborar, cuando es pertinente, un siguiente paso en busca de mayor legitimidad. Aquí hay un territorio de exploración muy amplia para la didáctica de las matemáticas. ¿Por ejemplo, en qué medida es necesaria una demostración formal, clásica? Son estas algunas de las posibilidades que un medio digital dinámico pone al alcance del proceso educativo introduciendo una tensión creativa entre el razonamiento formal y la intuición

La mediación de un instrumento tiene dos momentos centrales: primero, cuando la persona explora con el

instrumento y segundo, cuando la persona explora a través del instrumento. Alcanzar este segundo nivel es lo deseable pues se refiere al hecho que el instrumento está tan instalado en el sistema cognitivo, que ya no se ve como tal, como instrumento, sino como parte sustancial de los recursos cognitivos de la persona como si siempre hubiese estado allí. Eso es lo que se observa cuando una persona tiene tanta destreza con el manejo de un teclado que parece que hubiese nacido con esa destreza. Entonces, ya no se encuentra ninguna resistencia y la escritura fluye.

Antes aspirábamos a ser el hombre--tigre o el hombre águila; hoy no tenemos que renovar esas aspiraciones: ya somos híbridos, pero ahora fusionados con la escritura y con los medios digitales. Si nuestra vista es débil podemos suplir esta deficiencia con unos buenos lentes casi interiorizados (orgánicamente) a nuestro cuerpo. En general usamos el término interiorización en un sentido metafórico, pero, si hablamos del organismo biológico, su significado deja de serlo como ilustran las reparaciones de partes de la estructura ósea del organismo mediante prótesis de titanio y un sinfín de otros procedimientos.

5. LA SUSTANCIA SIMBÓLICA DE LOS ENTES MATEMÁTICOS

Cuando René Magritte pintó el célebre cuadro La traición de las Imágenes, dejó escrito un mensaje en la parte inferior del cuadro: esto no es una pipa. En efecto, no es una pipa pues con ella no se puede fumar. Es tan solo una representación de la pipa que tal vez Magritte tenía en su bolsillo Si Leopoldo, el hermano de Magritte, hubiese sido matemático, aquella noche habría entrado furtivamente al estudio de pintor y, a la mañana siguiente, tendría listo el cuadro preparado durante la noche. Este



tendría una leyenda en la parte inferior: esto no es un triángulo. En efecto no es un triángulo, pero esta vez no habría, a diferencia del caso de la pipa, ningún triángulo en el bolsillo. Digámoslo de una manera ligeramente distinta: los entes matemáticos, como los triángulos, poseen una forma de existencia que difiere mucho de la que tienen los objetos materiales. Uno puede tener al mismo tiempo una pipa en una mano, y un dibujo de esa misma pipa en la otra mano, es decir, el objeto y una representación del objeto simultáneamente. Ahora bien, ¿qué ocurre con los entes matemáticos?

No podemos dejar de ver las formas de los objetos que entran en contacto con nuestra vista. Las representaciones simbólicas de la aritmética y de la geometría tienen, sus orígenes en experiencias de observación y acción tanto en el mundo natural como en el mundo social. Las representaciones matemáticas son entonces portadoras de esas experiencias que constituyen sus significados primarios. Esas primeras representaciones son, como ya lo hemos dicho, re-descripciones representacionales de aquellas experiencias. Podemos reconocer en las representaciones simbólicas, en las maneras como las operamos, las situaciones originales que les dieron vida, Pero el mundo simbólico va ganando gradualmente una autonomía, como los personajes de una novela y es así, en ese nivel simbólico, casi autónomo, donde entramos en contacto con ellos en la escuela. Esa es pues una fuente de dificultades para el aprendizaje.

Llevemos esto a un evento imaginario (¡no tan imaginario!) en el salón de clases. El profesor de geometría empieza a explicar que la suma de los ángulos de un triángulo

equivale a ciento ochenta grados. Dibuja cuidadosamente un triángulo en el pizarrón pero antes de seguir con su “explicación” uno de sus estudiantes, Leonardo, se acerca al pizarrón y con un medidor de ángulos va midiendo uno a uno y suma los resultados de sus mediciones: ciento ochenta grados. Entonces el profesor exclama: “has comprobado experimentalmente que ese triángulo que está dibujado en el pizarrón tiene una suma de ángulos que, como lo has hecho con mucho cuidado, podemos aceptar es de ciento ochenta grados”. “Pero Leonardo”, continúa el profesor, ¿“acaso no tienes claro que hay una infinidad de triángulos y que no te alcanzaría la vida para ir de uno al otro verificando que la suma es de ciento ochenta grados?”

El joven Leonardo se queda sorprendido:

¿Cómo sabe el profesor que hay una infinidad de triángulos?

¿Dónde los ha visto y como ha hecho para contarlos; acaso conoce de alguno que no tenga los famosos ciento ochenta grados?

En 1972 René Thom, uno de los grandes pensadores del sigloXX, explicó en una conferencia que “el problema de la comprensión de las matemáticas no es el problema del rigor. Se trata de entender cómo existen los entes matemáticos y qué significan”. Por ejemplo, qué significan para el Leonardo de nuestra historia, ese estudiante a quien le habla su profesor de las propiedades de objetos que no puede tocar. Ni él ni su profesor. Sin embargo, cuando el profesor dibuja uno en el pizarrón y parece que se hace la luz, el profesor agrega que ese



dibujo no es el objeto correspondiente. Entonces, el estudiante se pregunta por el significado de aquello que está en el pizarrón, pero que no es lo que él creía que era. No es difícil pues estar de acuerdo con Thom: el problema reside en saber de qué objetos se habla, de qué están hechos y cómo puede uno reconocerlos. Si no se entiende esto, ¿cómo seguir adelante?

Si bien la idea de triángulo puede nacer de la experiencia de ver esa forma en un objeto material y luego reconocerla en otros objetos semejantes, el triángulo matemático es un desprendimiento de esas formas triangulares que podemos ver encajadas en objetos materiales. Como ese desprendimiento ya no es material, lo hay que capturarlos mediante otro medio: en este caso, el medio es simbólico. Podría decirse que la existencia simbólica es la continuación de la existencia material.

Los personajes de una novela están contruidos mediante el lenguaje, mediante una técnica narrativa y muchas veces están armados con rasgos de personas que el autor conoce. El personaje es como la piel simbólica de personas conocidas, análogo al caso de la forma de existencia de los objetos matemáticos. En el caso de los objetos matemáticos la representación simbólica trae aparejada una manera de operar el objeto matemático y tener como resultado otro objeto matemático.

Si estamos en un lugar remoto y de pronto vemos ondear la bandera de nuestro país, es muy probable que nos emocionemos. Habremos identificado la bandera con el país; ese es la función de un símbolo: tomar el lugar de otra cosa para representarlo.

Si se nos pregunta en una clase “resuelva la ecuación: $2x-1=5$ ” habría que entender la x como un número escondido y para encontrarlo, hay que realizar unas operaciones aritméticas como las que normalmente se hacen entre números. Esa x representa un número que todavía no sabemos cuál es. Por eso un símbolo también lo podemos ver como una manera de representar la generalidad. Así es en matemáticas. Si queremos decir algo sobre los triángulos, por ejemplo, que la suma de sus ángulos siempre equivale a ciento ochenta grados, dibujamos un triángulo pero ahora lo vemos, no como un triángulo en particular sino como esa sustancia simbólica que representa a todos. Es lo que hay que entender cuando se dice que el lenguaje de las matemáticas es un lenguaje de generalidad, de la abstracción.

6. GEOMETRÍA Y MEDIACIÓN DIGITAL

El acceso a los objetos matemáticos solo es posible mediante una representación simbólica del objeto. Sin embargo, un objeto puede tener más de una representación, como es el caso de las funciones que pueden representarse mediante una fórmula algebraica (en algunos casos) o mediante su gráfica o su representación tabular, para citar algunas posibilidades. Después de la creación de la geometría analítica los modos de representación aumentaron y con el advenimiento del cálculo, todavía más. Por lo tanto, se puede concluir que ninguna representación en particular, captura totalmente al objeto representado. Cada representación enfatiza o ilumina un aspecto del objeto, pero no logra “fotografiarlo” en su totalidad. De allí que es muy posible que el problema central de falta de entendimiento por parte



de los estudiantes radique en las dificultades para decodificar lo que una representación exprese del objeto matemático y además que, si bien el estudiante ha tenido éxito con una representación, ese conocimiento que logra de esta manera es parcial y muy probablemente cuando un nuevo problema demande el recurso a otro sistema de representación ese estudiante se encuentre en territorio desconocido.

En el caso de la geometría, usualmente se trabaja con representaciones analíticas (geometría analítica) y representaciones euclidianas. Las posibilidades digitales han enriquecido estas opciones y hoy día se cuenta con sistemas como el Geogebra y muchos otros que permiten una representación dinámica de los objetos geométricos incorporando con los movimientos posibles de los objetos, opciones de exploración y rediseño de estrategias de resolución de problemas.

A continuación presentamos algunos pasajes del trabajo que se ha realizado con profesores en servicio dentro de un programa de desarrollo profesional docente en CINVESTAV, en el Departamento de Matemática Educativa. Los temas versan sobre geometría. En este terreno es posible, y así lo hemos hecho, cambiar la base de conocimientos para abordar problemas que usualmente se abordan mediante la geometría analítica pero ahora desde una perspectiva sintética (euclidiana).

Vamos iniciar la narrativa del trabajo con los profesores con el siguiente problema:

Dado un ángulo y un punto fijo P en el interior del ángulo, trazar el segmento que conecta los lados del

ángulo de manera que el punto fijo sea el punto medio del segmento trazado.

El primer acercamiento que siguieron los profesores---estudiantes fue el siguiente: Se elige un punto R sobre la semi---recta BC y por ese punto se traza una semi---recta RP. El punto Q es el punto de intersección de la semi--recta RP con el lado BA del ángulo.

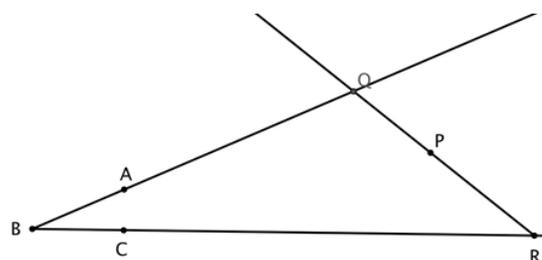


Figura 1

Entonces, desplazando el punto R sobre BC, trataron de estimar visualmente una posición de Q de suerte que $RP=PQ$. Este acercamiento generó controversia en el salón de clases pues no era posible garantizar "al ojo" la igualdad de las longitudes de RP y PQ. El siguiente paso fue medirlas y de nuevo, desplazar el punto R hasta que se encontrara una posición de Q de modo que RP fuese igual a PQ.

En este momento se sugirió a los profesores que el acercamiento seguido si bien arrojaba una respuesta al problema propuesto, en realidad estaba sujeto aún a controversia pues alguien podría argumentar que las longitudes coincidían hasta el segundo decimal (el medio digital estaba preparado para que así fuese) pero que no estaba uno seguro qué ocurriría con los decimales restantes.

La discusión se orientó entonces a esclarecer qué constituía una



demonstración, y se llegó a que debería ser un argumento suficientemente convincente para que aún los más escépticos quedaran satisfechos. Los profesores con mayor experiencia sostuvieron que en todo caso, un argumento con tales características dependería del nivel de conocimientos de aquellos a quienes se les presentara dicha evidencia. Es decir, se agregó una segunda característica a la noción de demostración: una demostración es un argumento convincente de acuerdo al nivel de conocimientos que tenga el estudiante. Entonces se planteó que como la argumentación basada en la medición de las longitudes arrojaba dudas, ¿qué otro argumento podríamos producir?

A lo largo de la sesión un grupo llegó a la conclusión que en lugar de medirlos segmentos RP y PQ , podría intentarse a partir de un círculo de radio RP desplazar R sobre su semi-recta hasta que el círculo tocara al punto Q . En ese momento, RP sería igual a PQ (Fig. 2).

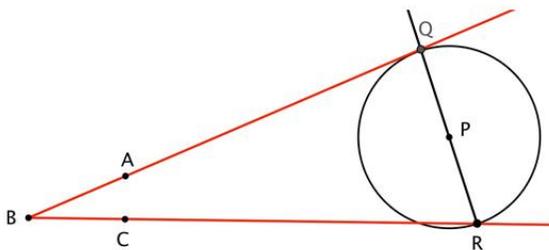


Figura 2

La solución convenció a muchos más, pero todavía había varios escépticos. Se aprovechó entonces para formular algunos comentarios sobre el “argumento que convence” porque ¿qué significa “tocar” en la solución propuesta?

Hay argumentos que lo convencen a uno mismo, luego hay otros que convencen a los amigos y los más sólidos, son aquellos que convencen a los “enemigos”. Estábamos en la situación siguiente: se habían producido argumentos para convencer a los amigos, pero no a los “enemigos”, quienes permanecían escépticos. La solución siguiente fue un resultado colectivo con la guía de los orientadores del curso. Se toma el punto simétrico de R sobre la semi-recta RP , aunque no toque a la semi-recta BA . Y luego, se desplaza el punto R y se observa que el punto simétrico R' traza una recta paralela a la semi-recta BC . (Fig. 3)

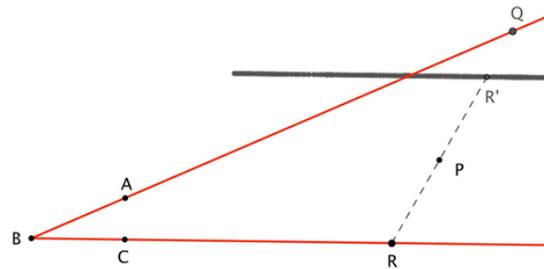


Figura 3

Aunque no es visible en esta imagen, el punto Q seguía conectado con R mediante la semi-recta RP de modo que al desplazar R , R' trazaba la línea (gruesa en Fig.3) paralela a BC , el punto Q se desplazaba sobre BA y justamente coincidía con R' cuando la paralela trazada por R' intersectaba a BA . Allí estaba la localización del punto que se buscaba pues en todo momento RP era igual a PR' por construcción.

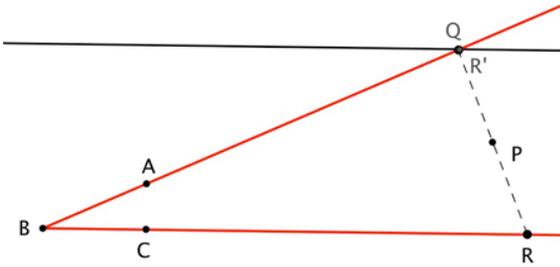


Figura 4: Q y R' coinciden

La conclusión de los profesores fue interesante: ya no quedan “enemigos”. Hay varias lecciones que pueden extraerse de esta primera experiencia. Una de ellas es que las posibilidades de manipulación que ofrece el medio digital genera una sensación e materialidad de los objetos matemáticos que ya no son tan remotos para los estudiantes y que por lo tanto, estimulan el interés por su exploración.



4. EL PENSAMIENTO ABSTRACTO A PARTIR DE LA INTERDISCIPLINARIEDAD EN LAS MATEMÁTICAS

JESSICA ROJAS¹

¹Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Italia

1. INTRODUCCIÓN

Muchas veces nos hemos preguntado el verdadero significado de la palabra matemáticas y sobre esto quiero hacer una paréntesis etimológica que será la base de la introducción de esta conferencia, (Matemática: no está relacionada con tema sino que viene de la raíz griega [math-] que significa aprender, [manthanō] yo aprendo....¹) con este propósito no podemos desviar el argumento principal de este congreso: “Educación de las matemáticas”, podemos decir que nuestro objetivo es volver a las raíces, las raíces de la ciencia exacta que en el lenguaje común nos referimos a ella como: “la ciencia que está por todo lado”.

Durante mis años de preparación en la escuela pionera, La Sapienza di Roma, de la geometría - algebraica disciplina de la matemática moderna que tiene inicio en el siglo XIX que como su palabra lo comunica pone en común acuerdo geometría y álgebra, mi interés no solo, de estudio como licenciada sino como mentor que prepara y entrena niños mayores de diez años que desean aprender la matemática desde una perspectiva teórica y avanzada tratando argumentos y enfrentado problemas en las matemáticas con un alto nivel de dificultad, me llevo a reflexionar y desarrollar un método de aprendizaje para poder transmitir

conceptos que tienen un nivel de abstracción altos para un niño, como lo pueden ser el estudio de funciones, cálculo integral hasta llegar a tocar argumentos más avanzados como la teoría de grupos y la física cuántica.

El método de aprendizaje no lo entiendo como un modelo matemático, al cuál doy unos determinados valores iniciales y a través de la ley que describe el modelo obtengo un determinado resultado, el método de aprendizaje es la forma que toma el interés de un niño por argumentos científicos a través de la aplicación del pensamiento abstracto y a este punto quiero hacer un pequeño comentario sobre: “el pensamiento abstracto” y la palabra “educación”, en modo que nuestro lenguaje sea en común acuerdo.

²Pensamiento - abstracto: es fruto de la unión de dos palabras,

Pensamiento que viene del verbo pensare que es sinónimo de pensar

Abstracto, que procede de abstractus: “prefijo abs - separación” y “tractus - trecho”

El pensamiento abstracto supone la capacidad de asumir un marco mental de forma voluntaria. Esto implica la posibilidad de cambiar, a voluntad, de una situación a

¹ etimología matemáticas,
<http://etimologias.dechile.net/?matemática>.

² definición pensamiento abstracto,
<http://definicion.de/pensamiento-abstracto/>



otra, de descomponer el todo en partes y de analizar de forma simultánea distintos aspectos de una misma realidad.

³Educación: Lleva la raíz de la palabra latina ducere, ducere viene de una raíz indoeuropea *deuk - que significa guiar. Educar es “guiar o conducir” en el conocimiento.

Consecuentemente, quiero dar un ejemplo ilustrativo de la manera como un concepto que para nosotros es básico, aplicando un método de aprendizaje diferente en un niño que no tiene nuestro nivel de preparación académica puede resultar simple y comprensible.

Ejemplo:

Introducción al concepto de funciones.

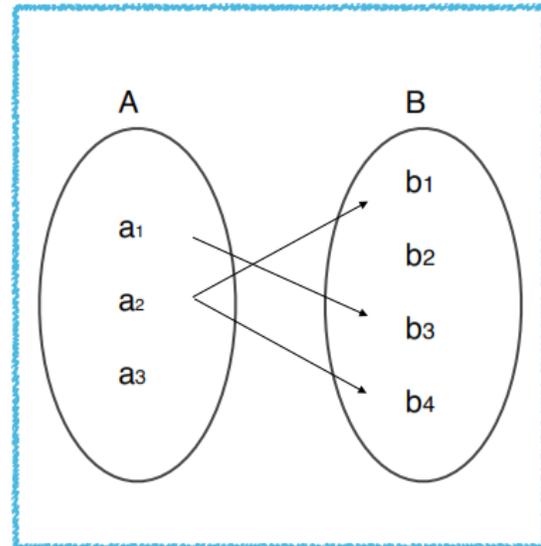
Método 1:

Definición de función, Dados dos conjuntos A y B decimos que $f: A \rightarrow B$ es una función si por cada $a \in A$, $\exists! b \in B \mid f(a)=b$.

Estamos diciendo que a cada elemento del conjunto A, viene relacionado un único elemento del conjunto B.

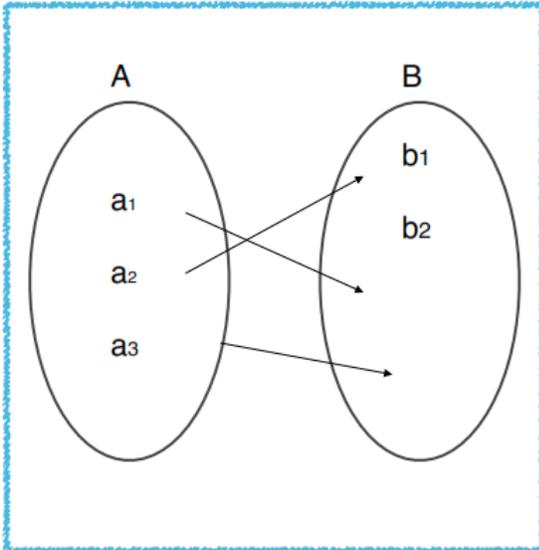
Método 2:

Quiero ver la una relación entre dos conjuntos con condiciones que me permitirán formalizar el concepto de función.



- a_3 no es relacionado con ningún elemento del conjunto B
- a_2 es relacionado con dos elementos del conjunto B

³ etimología educar,
<http://etimologias.dechile.net/?educar>



- (\forall) : cada elemento del conjunto A es relacionado con al menos un elemento
- $(\exists!)$: cada elemento del conjunto A es relacionado con un unico elemento de B

Def: Dados dos conjuntos A y B decimos que $f: A \rightarrow B$ es una función si, $\forall a \in A, \exists! b \in B: f(a)=b$.

Nuestro interés principal en estos días de conferencia, serán determinados de la necesidad de implementar y compartir métodos de aprendizaje de las matemáticas en los diferentes ambientes académicos que

no son necesariamente a nivel universitario, sino y sobre todo a nivel escolástico, el nivel en el que se desarrolla y se forma un método de estudio.

La interdisciplinariedad en las ramas de las matemáticas esta a la base de la introducción de los objetos matemáticos necesarios para desarrollar una teoría matemática, la manera como la preparación en el análisis, el álgebra, la geometría y porque no, la física; cómo éstas se definen y se integran permite una especialización superior, sea para enfrentar una carrera universitaria técnico - científica, sea para enfrentar un mundo social basado en la innovación tecnológica que nos exige la necesidad de enfrentar generaciones que aprenden en una manera veloz y hacen uso de instrumentos tecnológicos avanzados que propician un aprendizaje simultaneo y necesario ya que el utilizo de los mismos instrumentos requiere un aprendizaje que esta a la base.

En las ponencias que enfrentaremos juntos, mi interés es transmitir no solo una técnica matemática sino la experiencia de cinco años de preparación académica en un país europeo, Italia, que me ha permitido enriquecer mis conocimientos y mi experiencia personal.



5. SOFTWARE CIENTIFICO COMO SOPORTE PARA EL ANÁLISIS DE DATOS EN LA INVESTIGACIÓN DE LAS CIENCIAS SOCIALES

EDIXON J CHACÓN G¹

¹Universidad de Los Andes, Venezuela

El proceso de Investigación científica tiene como características preeminentes su sistematicidad y rigor. En este afán se busca la estandarización de los procesos a través de la creación y formalización de procedimientos y algoritmos a seguir para el desarrollo de procesos de investigación. Sin embargo, no existen recetas mágicas, y en este proceso deben tomarse decisiones sobre la base del diseño y en la selección adecuada de técnicas y procedimientos en cada fase del proceso de investigación. Todo este conjunto de estrategias se engloba principalmente en materia de “métodos o técnicas de investigación de investigación”

Si a esta amplia disciplina le añadimos la complejidad del objeto de estudio y las distintas perspectivas epistemológicas y sus consecuentes posturas paradigmáticas (Crotty, 1998) la situación parece ramificarse y complicar aún más el proceso de toma de decisiones. pues en la simple dualidad de metodologías cuantitativas y cualitativas parece existir un mundo de opciones prácticamente infinito. Es por ello que se amerita una formación serie en este proceso de investigación científica, que se traduzcan en forma de competencias de investigación que le permitan al usuario afrontar el proceso de forma adecuada sin sacrificar el rigor científico.

Esta realidad se complica aún más, cuando el investigador se encuentra frente a una gran variedad de métodos de investigación e intenta iniciarse en la laboriosa tarea de descifrar cuál es el método más adecuado y qué técnicas compatibles con éste pueden implementarse en su diseño de investigación, razón por la cual debe invertir largas horas para el estudio y revisión teórica del objeto abordado. Al respecto Babbie (2000) afirma “no hay sólo una manera de hacer investigación social.

En realidad, buena parte de la fuerza y el potencial de la investigación social radica en numerosos acercamientos válidos que comprende, por tanto, es lógico aceptar que existen varios acercamientos metodológicos para abordar un fenómeno específico, los cuales pueden presentar relaciones entre sí y en algunos casos pueden verse como opciones excluyentes, sin embargo un buen investigador debe dominar y evaluar todas las opciones disponibles para seleccionar los métodos y técnicas más adecuados para su estudio.

Cada vez se acepta más la idea de que necesitamos integrar diferentes enfoques en el análisis de datos obtenidos en nuestras investigaciones. Hoy día se dispone de un amplio conjunto de técnicas de recolección de datos que en algunos presentan una relación directa con los



métodos aplicados y en otros simplemente queremos forjar tal relación. Del mismo modo se encuentran también disponibles una amplia gama de herramientas tecnológicas que brindan un gran apoyo en la elaboración y gestión de los resultados obtenidos, éstas varían en grados de complejidad y potencialidad. En esta presentación se pretende discutir sobre la aplicación de distintas aplicaciones informáticas de software científico y su soporte en los distintos diseños de investigación.

Las competencias específicas que debe desarrollar el investigador para el manejo de software científico como apoyo a la investigación, va más allá del manejo operativo de complejas formulas y procedimientos y se centran en el dominio de conceptos, desarrollo de habilidades técnicas en el uso de ordenadores, conocimiento para la selección de técnicas y procedimientos adecuados y comprensión de los resultados para la realización de una interpretación adecuada de los mismos.

Para Hurtado de B (2000) “en el proceso de indagación, el investigador puede optar por traducir la información, que en su inicio es verbal, visual, auditiva, etc a patrones numéricos, asignándoles categorías y contando frecuencias o midiendo magnitudes; este es el paso que le permite aplicar técnicas de análisis estadístico, sin embargo, una vez aplicadas éstas, deberá retornar al lenguaje verbal para explicar términos de las situaciones y los eventos que estudia, el significado de esos datos numéricos. También puede tomar otro camino, y en lugar de traducir esta información a magnitudes, puede aplicar otros criterios de clasificación a fin de

analizar los datos desde la perspectiva de las cualidades únicamente.” (p.183). Esta afirmación muestra la presencia del dato holístico y señala los caminos que van del paso de información verbal a numérica y viceversa y el cuál es común en diversos contextos de investigación, con mayor incidencia en investigaciones de tipo descriptivo exploratorio, realización de diagnóstico y estudios de casos que involucren instituciones u organizaciones, aunque también Polit y Hungler (1997) señalan la integración de datos cualitativos en investigaciones experimentales.

Polit y Hungler (1997:547) sostienen que la combinación de datos ofrece múltiples ventajas entre los cuales destacan:

- ✓ Complementariedad: puede entenderse como la mutua aportación.
- ✓ Ampliación de la comprensión teórica: la combinación de datos permite la comprensión de la diversidad, ya que el mundo en que vivimos es complejo y multidimensional.
- ✓ Retroalimentación para el avance científico gradual: incorporar en el diseño de la investigación mecanismos de retroalimentación que aceleren el desarrollo de la comprensión. Por tanto, se recomienda aplicar diversas técnicas a través de las diversas fases de la investigación
- ✓ Incremento de la validez: cuando la hipótesis o el modelo de investigación se sustentan en datos de tipo múltiple y complementario, el investigador puede tener una mayor confianza en la validez de sus hallazgos.



✓ Ampliación de las fronteras de la investigación: el examen de los motivos de determinadas incongruencias puede llevar al investigador a considerar con mayor detenimiento los conceptos de investigación y tal vez a rediseñar el proceso de indagación. Las diversas formas y estrategias de integración dependen lógicamente del tipo, métodos y técnicas adoptados en la investigación, así como también de los objetivos de la misma.

Chacón (2003) presenta un resumen de estas técnicas de integración y vislumbra su aplicación en la práctica mediante el uso de paquetes de software para el análisis de los datos de diversa naturaleza Tomando en cuenta las diferentes interacciones entre la naturaleza de los datos, así como también la versatilidad y potencialidad de los diversos paquetes de software las estrategias de integración a considerar son: derivación, acoplamiento y triangulación de datos.

La derivación, se centra en el hecho de obtener datos cuantificables a partir de datos textuales o viceversa. Está caracterizada por:

- ✓ Pureza de los datos originales
- ✓ Obtención de datos independientes desde el punto de vista analítico.

Puede presentar una relación bidireccional, dada como:

Obtención de datos numéricos a partir de datos textuales: consiste en obtener datos categóricos (en niveles nominales u ordinales) a partir del análisis de textos, videos, imágenes o sonidos, representables en tablas de frecuencias, tablas de contingencia y estadísticos descriptivos en

general con la posibilidad de establecer aplicaciones de estadística no paramétrica o multivariante. Como herramientas de software se pueden mencionar el caso general de aplicaciones para ADT (Análisis de datos textuales) como el WORDSTAT y el MAXQDA, así como también el software para al análisis cualitativos de datos, como el ATLAS.TI y el N VIVO.

Obtención de datos textuales a partir de datos numéricos: Abarca aspectos relativos a la utilización del lenguaje verbal expresado a través de datos textuales para la interpretación y presentación de un corpus de datos numérico. Procedimiento de prueba de hipótesis en el paso de toma de decisiones contemplado por el Statadvisor de Statgraphics. Programas como el NVIVO permiten la lectura de archivos en SPSS, encuestas, redes sociales, gestores de referencias o tablas en general y las convierte a formato plano u otra variedad de formatos. para el posterior análisis de los datos textuales.

El Acoplamiento se refiere a la unión o fusión de datos textuales y numéricos obtenidos a través de la aplicación de técnicas variadas y con la finalidad de lograr una información sólida con carácter integral. Está caracterizada por: una notable necesidad de integración , naturaleza predominante de algún tipo de dato y un cuerpo de conclusiones coherentes como resultado de la fusión.

Una interesante aplicación de esta estrategia está plasmada en el trabajo de Martínez y otros (en línea), un equipo de investigación de la Universidad de Valladolid, quienes al presentar un Método mixto para la evaluación de Sistemas de Información adoptan tres herramientas de



Software: QUEST, SAMSA Y EL N VIVO, los cuales permiten una integración de información numérica, textual y de redes sociales (basadas en sociogramas) lograda a través de la compatibilidad de archivos en formatos XML y RTF.

La Triangulación de datos se basa en el establecimiento de relaciones de resultados de diversa naturaleza con el fin de proporcionar una base de convergencia para la contratación, verificación y confirmación de conclusiones. Para Serrano (1994:81) la triangulación implica también que los datos se recojan desde puntos de vista distintos y realizar comparaciones múltiples de un fenómeno único, de un grupo – y en varios momentos – utilizando perspectivas diversas y múltiples procedimientos. Presenta las siguientes características: naturaleza diversa de los datos , estado final de los datos y operaciones de distinción y verificación de información.

Todas estas estrategias encuentran un gran apoyo en disciplinas emergentes en el área del análisis de datos. Por ejemplo podemos mencionar el caso de la estadística textual o enfoques lexicométricos, Rodríguez (2003), o cuasiestadística Babbie (2000), Polit y Hungler(1997), los cuales encuentran un amplio respaldo en los trabajos de la Escuela Francesa de Análisis de Datos (Analyse des Données) encabezados por Jean P Benzécri, y cuyo propósito está centrado en la obtención de recuentos y porcentajes, de las unidades verbales ,generalmente palabras, y la aplicación de técnicas estadísticas sobre los resultados.

Para Rodríguez (2003) el desarrollo de las técnicas de la estadística textual ha

hecho que el análisis estadístico de textos se haya constituido en una herramienta interdisciplinar, integrada por: la estadística, el análisis del discurso, la lingüística, la informática, el procesamiento de encuestas, la investigación documental; y es cada vez más utilizada en diversos campos de las ciencias sociales: historia, política, economía, sociología, psicología, etc. Y específicamente en el análisis de los discursos sociales en la investigación del consumidor, del ciudadano, y en general, del sujeto mediático. Algunas aplicaciones en el uso de este software pueden verse en: Vivas, Chacón y Chacón (2010), Carrasquero y Chacón (2010) y Chacón y Chacón (2011)

Entre las ventajas atribuidas al uso de software en la investigación científica se encuentran:

- ✓ Apoyo a los trabajos de investigación
- ✓ Apoyo a trabajos técnicos
- ✓ Validación conceptual de técnicas y procedimientos metodológicos.
- ✓ Permite mayores niveles de profundidad en el análisis
- ✓ Proporciona herramientas para demostrar la fiabilidad y validez de la información
- ✓ Permite analizar y controlar el sesgo de los respondientes
- ✓ Apoyo a publicaciones científicas
- ✓ Facilita las tareas de disposición y transformación de los datos
- ✓ Proporciona técnicas para el análisis de los “Valores Perdidos”



Dados los anteriores planteamientos es importante reflexionar sobre la amplia gama de posibilidades y herramientas que nos presentan hoy día y sobre las tendencias del análisis de datos en investigación con carácter integral, principalmente en los momentos actuales en que existe una tendencia hacia los diseños mixtos de investigación.

REFERENCIAS

Armony, Víctor. El análisis de datos cualitativos en ciencias sociales: nuevos enfoques y herramientas. UQAM. Disponible en: <http://www.chairemcd.ca/>

Babbie, E. (2000). Fundamentos de la Investigación Social. Thomson Editores, primera edición, México.

Chacón, E (2003). Análisis de datos asistido por computador: una herramienta para la investigación holística. Medio Internacional, 13, pp 14-19

Carrasquero, E & Chacón, E(2010)Correspondencia entre los estilos de pensamiento y los estilos gerenciales: una evaluación desde la gerencia educativa. *Acción Pedagógica*. Disponible en <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/31932>

Chacón, E y Chacón, C (2011).Un Modelo para Medir el Sentido de Autoeficacia Docente en Profesores de Inglés como Lengua Extranjera en Secundaria. *Revista*

Evaluar. Disponible en:

<http://revistas.unc.edu.ar/index.php/revaluar/article/view/456/425>

Crotty, M. (1998). *The foundations of social research: Meaning and perspective in the research process*. Sage.

Hurtado de B., J. (2000) Metodología de la Investigación Holística Fundación Sypal, Tercera edición, Caracas Venezuela.

Martínez M, De la Fuente, Dimitriadis Y, Rubia B. (en línea) *Método Mixto de Evaluación de Sistemas de Información Aplicados al Aprendizaje Colaborativo*. Universidad de Valladolid, España. Disponible en: <http://kybele.escet.urjc.es/MIFISIS2002/Articulos%5CART01.pdf>

Polit D., y Hungler B. (1997). Investigación Científica en Ciencias de la Salud. Editorial Mc Graw Hill Interamericana, quinta edición, México.

Rodríguez R. (2003). Cómo analizar cuantitativamente datos cuantitativos. Sélter Consulting, Argentina.

Pérez S., (1994). Investigación cualitativa. Retos e interrogantes. Tomo II: Técnicas y Análisis de Datos. Editorial La Muralla S.A, Primera Edición, Madrid España.

Vivas, M, Chacón, M & Chacón, E (2010)Competencias socio -emocionales autopercebidas por los futuros docentes. *Educere*. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/32238>



6. COMUNIDADES DE APRENDIZAJE MÓVIL, MASTERY LEARNING Y EL PROBLEMA 2 SIGMA COMO ESTRATEGIAS PARA EL CONOCIMIENTO PREVIO EN LA RESOLUCIÓN DE ACTIVIDADES

¹CARLOS LUIS GÓMEZ VALDERRAMA
²ROSARIO HAYDÉE RAMÍREZ SÁNCHEZ

¹UPEL-IMPM Extensión Trujillo. Núcleo de investigación “Ramón David Sánchez Palomares”. Trujillo, Venezuela. carluisva@hotmail.com

²UPEL-IMPM Extensión Táchira. Núcleo de investigación Georgina Calderón. Táchira, Venezuela. rosario@ciegc.org.ve

Resumen

Esta experiencia es parte de una investigación sobre el futuro de las tecnologías dentro y fuera del salón de clase; se basa en una investigación acción, con la finalidad de planificar, actuar, observar y reflexionar, con el fin de transformar la situación de partida e innovar en nuevos espacios de enseñanza-aprendizaje e indagar estrategias mediadas por tecnologías para la resolución de actividades planteadas a los participantes del curso *La web: un espacio para el aprendizaje* de la edición UPEL-IMPM-Táchira, llevado a cabo durante junio, julio y agosto de 2016. A partir de una comunidad de aprendizaje móvil (WhatsApp), los participantes alcanzaron un alto nivel de aprendizaje según lo refiere el *Mastery Learning*, obteniendo un 90% de conocimientos previos, antes de continuar con la información subsiguiente, a través del apoyo de tutorías (Problema 2 Sigma), realizadas de manera síncrona mediante *Hangouts*. La puesta en marcha de discusiones grupales en una comunidad de aprendizaje móvil, con herramientas como WhatsApp, apoyado en Facebook y tutoría en línea, se implementa como estrategia anticipada a la resolución de actividades en cada unidad temática, para lograr una mayor comprensión de los contenidos al llegar con un 90% de conocimientos previos que permitan afrontar y realizar las actividades planteadas. Se logró, un aprendizaje personalizado, adaptativo y flexible, al realizar análisis del aprendizaje luego de cuatro semanas dentro del aula virtual, con la propuesta de otras tutorías en línea, para aquellos participantes con actividades atrasadas, obteniéndose un 85% de recuperación para una finalización exitosa del curso.

Palabras claves: comunidad de aprendizaje, Mastery Learning, problema 2 sigma, WhatsApp, TIC.

1. INTRODUCCIÓN

Los procesos formativos, en los distintos niveles y modalidades de educación, están considerando cambios

drásticos en la práctica docente por lo que se requiere una readaptación en sus prácticas, conocimientos y perspectiva de enseñanza en relación con los nuevos ambientes de aprendizaje indispensables para la



asimilación y acomodación de la información.

En consecuencia, el objetivo de este estudio es diseñar estrategias para que los participantes lleguen con un conocimiento previo óptimo, que les permita interactuar con los materiales didácticos en distintos formatos, para aplicarlos en la resolución de actividades y tareas a partir de una comunidad de aprendizaje móvil (WhatsApp), apoyada de algunas ideas del Mastery Learning y el Problema 2 Sigma; al tomar en consideración lo planteado, surgen las siguientes interrogantes: ¿Es más efectivo construir nuevos conocimientos con base en los anteriormente adquiridos? ¿Podría el facilitador utilizar una comunidad de aprendizaje móvil en WhatsApp, para fomentar una interacción dinámica entre el mediador y los estudiantes, de manera que las actividades a ser realizadas conjuntamente se conviertan en una oportunidad de creación de un alto nivel de aprendizaje, como resultado de dicha interacción? ¿La tutorización en línea, empleada como medio de orientación, guía y realimentación por parte del tutor, tendrá resultados como estrategia clave para garantizar los conocimientos necesarios en los estudiantes?

Todas estas interrogantes menores pudieran dar respuesta a una mayor, planteada como: ¿Pueden los mediadores idear comunidades de aprendizaje móvil, que permitan a la mayoría de los participantes, adquirir un alto nivel de conocimientos para la resolución de actividades planteadas, de manera que puedan ser alcanzadas en la actualidad por tutoría síncrona?

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo general. Proponer la creación de comunidades de aprendizaje móvil, Mastery Learning y el Problema 2 Sigma, como estrategias que permitan en los participantes, la adquisición de altos niveles de conocimientos previos en la resolución de actividades planteadas en el aula virtual, de manera que puedan ser alcanzadas a través de tutoría síncrona por parte de los facilitadores de los cursos en línea.

Objetivos específicos. Verificar en los participantes de los cursos en línea, si resulta más efectivo la construcción de nuevos conocimientos sobre la base de los saberes previamente adquiridos.

Determinar si con el empleo de una comunidad de aprendizaje móvil en WhatsApp, se fomenta la interacción dinámica entre el mediador y los estudiantes, de manera que las actividades a ser realizadas conjuntamente, se conviertan en una oportunidad de crear un nivel alto de aprendizaje como resultado de la interacción.

Precisar si la mediación pedagógica desempeña un papel primordial en el adecuado rendimiento de los participantes dentro de un curso eLearning.

Demostrar que la tutorización en línea empleada como medio de orientación, guía y realimentación, por parte del tutor, resulta una estrategia clave para garantizar los conocimientos necesarios en los estudiantes.

2. ASPECTOS TEÓRICOS BÁSICOS

A continuación, se exponen los aspectos teóricos que sustentan el proyecto, con la finalidad de ampliar la visión en la utilización de la propuesta de creación de comunidades de aprendizaje móvil, Mastery



Learning y el Problema 2 Sigma como estrategias para el conocimiento previo en la resolución de actividades aplicadas a los profesores participantes del curso *La web: un espacio para el aprendizaje*, edición UPEL-IMPMPM Táchira.

2.1 Comunidades de aprendizaje:

El ser humano, desde sus inicios, supo darse cuenta de que al unirse con otros podía lograr objetivos y metas a través de sus propias creencias según el contexto donde se desenvolvía cada uno, de acuerdo con sus propias costumbres; por ello, cada uno de estos grupos dio lugar a la cultura y a su vez, a la comunidad de individuos o animales sociales que tienen un rol definido, intereses comunes o comparten puntos de vista en su accionar, situación que se evidencia hasta nuestros días. Las comunidades de aprendizaje, podrían ser definidas como un grupo de personas que aprende en común, utilizando herramientas comunes en un mismo entorno; por tanto, “una red social puede ser perfectamente una comunidad.” (Fidalgo, 2014, s/p); con el interés común de obtener conocimientos previos para el desarrollo de temáticas afines con sus intereses profesionales.

Además, el autor argumenta que, una red social donde existen intereses comunes sobre un tipo de conocimiento, puede ser justamente una comunidad de aprendizaje, lo cual estaría en concordancia por lo planteado por Etienne Wenger, citado por García (2002, p. 1), quien señala que “...desde el principio de la historia, los seres humanos han formado comunidades que acumulan su aprendizaje colectivo en prácticas sociales...”; de igual manera señala, que el conocimiento es como un acto de participación.

De lo anterior, se deduce que la clave del aprendizaje dentro de las comunidades

de aprendizaje, es el dialógico y las interacciones que se producen dentro de las mismas. En ese mismo sentido, el mediador podría aprovechar dichas interacciones para propiciar a través de preguntas problematizadoras, socráticas, afirmaciones, entre otras, a través de discusiones grupales en tiempo real con métodos modernos mediante el uso de instrumentos móviles, tales como, los computadores portátiles, tabletas informáticas, teléfonos inteligentes (*smartphones*).

2.2 Mastery Learning: El aprendizaje, para el dominio *Mastery Learning*, es una estrategia instruccional y una filosofía educativa creada por Blomm en el año 1968, aunque tiene sus antecedentes en los trabajos de “Washburne y Morrison en los años 1922 y 1926” (Motamedi, 2006, p. 2), quien sugiere que para aprender un determinado material y conseguir un nivel alto de dominio y conocimiento, el profesional de la docencia debería en su “instrucción permitir el tiempo requerido” (Bloom 1982, p. 3) para que los estudiantes puedan aprender. Por tanto, el *Mastery Learning* o aprendizaje de dominio según Block y Anderson (1975, p. 4): “es un conjunto de estrategias basadas en grupos, individualizadas” de enseñanza y aprendizaje basados en que los estudiantes van a lograr un alto nivel de comprensión en un dominio determinado si se les da suficiente tiempo. En referencia con todo lo anterior y relacionándolo con la instrucción individualizada, el mediador debería aprovechar diferentes mecanismos proporcionados por Internet, tales como las videoconferencias a través de *Hangouts*, *Skype*, entre otros, con el fin de motivar a los participantes y que estos tengan la oportunidad de corregir los errores según avancen en sus estudios, por lo que la interacción y realimentación del profesor es



una ayuda necesaria para el logro de los objetivos y metas en el aprendizaje.

2.3 Problema 2 sigma: Bloom (1984, p.1) señala, que durante varios años estuvieron buscando soluciones a lo que llamaron el "problema 2 sigma", en el cual se idean las condiciones bajo tutoría para alcanzar altos niveles de logros en estudiantes con bajo rendimiento durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Del mismo modo el autor menciona, que los estudiantes con tutoría (uno-a-uno) o por dos o tres estudiantes simultáneamente, sorprendieron respecto con las condiciones de la instrucción convencional, así como cuando aplicaron solamente el Mastery Learning con grupos de treinta estudiantes, por maestro. La gran diferencia en logros cognitivamente obtenidos, así como las actitudes y el auto-concepto, arrojaron que el promedio del estudiante tutorizado se comportó mejor que el 98% de los estudiantes en el aula tradicional.

En consecuencia, se podría señalar que la tutorización permite la individualización del aprendizaje, proporcionando realimentación y formación correctiva, que toman en cuenta las necesidades del discente, tales como ritmo del aprendizaje, conocimientos previos, así como pasar más tiempo cuando sea necesario para asegurar en los estudiantes el dominio de los temas alcanzados antes de proseguir o continuar con otros contenidos.

Por su parte, Zapata-Ros (2013, p. 5) dice que "hoy día con la tecnología y las redes, el problema de las dos sigmas se puede interpretar de una manera más amplia". Por lo cual se deduce que la tutorización podría ser un factor de eficacia para el aprendizaje.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para llevar a cabo esta experiencia educativa, se utilizó el procedimiento propuesto por Kemmis (1989) citado en Latorre (2003), con el fin de proceder con un estudio bajo la modalidad de investigación-acción, donde se planifica una acción, se actúa o se lleva a la práctica, se observa la misma y por último, se reflexiona sobre lo ocurrido.

3.1. Fase de planificación. Se diseñó un curso en línea para los profesores de la UPEL-IMPM extensión Táchira; se preinscribieron sesenta (60) participantes e iniciaron cuarenta (40) de ellos. El ambiente virtual de aprendizaje fue diseñado con un entorno iconográfico, con estándares de accesibilidad, con los contenidos sobre competencias TIC para docentes de la UNESCO, además de la matriz de competencia TIC del MEN-Colombia. La estructura instruccional de este curso se basó en la comprensión del diseño (*Understanding by Design*), contrastada con una propuesta inversa como el Modelo ADDIE, propuesto por ESVI-AL, con el fin de evitar vacíos en el diseño del curso virtual.

Todo lo anterior se concibió para aprender a aprender *in situ* en un entorno personal de aprendizaje (PLE) que para Atwell (2007) indica, que los PLE no son "...un nuevo enfoque de cómo usar las tecnologías como medio de apoyo para el aprendizaje" sino que constituyen un nuevo enfoque para "aprender a aprender", donde "lo más importante son las personas", ya que se relacionan con otros (PLN - Personal Learning Network), Adell y Castañeda, (2010). Por esto se infiere que estamos aprendiendo conectados de manera informal y a través de una red personal de aprendizaje (PLN) a partir de nuestro PLE.



Dentro del proceso de planificación, se lleva a cabo el siguiente método de trabajo:

Se diseñan unidades temáticas. Se crea una comunidad de aprendizaje móvil con la aplicación WhatsApp para llevar a cabo las discusiones grupales, con el fin de que los participantes, a través del diálogo y las interacciones, adquieran un alto nivel de conocimientos previos para afrontar las actividades planteadas en cada unidad temática. Se crea en paralelo otra comunidad de aprendizaje en Facebook, con el fin de permitir la accesibilidad a otras discusiones. Se crea un *Hashtag* en Twitter y un espacio para las interacciones síncronas a través de *Hangouts* (Google+) para la tutoría de los participantes.

Cada discusión grupal efectuada en la comunidad de aprendizaje móvil, fue planteada como desafío problematizador, afirmaciones, con citas de autores, entre otros, tomando en consideración una perspectiva constructivista-dialógica con realimentación de doble vía en forma continua. Una vez terminada cada discusión grupal, se dieron a conocer las narrativas digitales de dicha discusión, las cuales se exhibieron en distintos artefactos digitales con el fin de que los participantes pudieran leerlas en línea o las descargaran.

3.2 Fases de acción y observación.

De acuerdo con Kemmis (1989), se exponen las etapas que corresponden a la puesta en marcha del plan elaborado, así como la observación. Las actividades se iniciaron en la cuarta semana del mes junio de 2016. El aprendizaje fue totalmente constructivista, dialógico, social, informal, colaborativo, entendiendo la importancia de las conexiones para construir conocimiento, a través de las interacciones para obtener los conocimientos previos para afrontar los

contenidos y actividades relacionadas con lo dado en cada unidad temática. Las discusiones se iniciaban con planteamientos problematizadores, con la idea de aplicar el principio de *primero problematizar y después explicar*, para promover el interés por la temática. Se comenzó problematizando, no explicando, en las distintas unidades temáticas; se hizo la discusión grupal en relación con las unidades temáticas, tales como: Características del profesor del siglo XXI; metáforas del docente 2.0; modelo TPACK para planificar actividades con las TIC; aula invertida (*Flipped Classroom*); herramientas digitales para el aprendizaje visual; aprendizaje activo, colaborativo y herramientas web 2.0, con el fin de hacer una revisión colectiva de herramientas web 2.0.

Todas estas actividades estuvieron centradas en lo que los estudiantes deseaban hacer y en la medida que se involucraban, se iban obteniendo resultados favorables. Es necesario acotar que, muchas veces, los participantes entraban tarde a la discusión grupal, leían lo que se debatía a través de los aportes de cada uno de los miembros y se incorporaban en dicha discusión, por medio de sus dispositivos móviles y la aplicación WhatsApp. Luego de hacer un análisis del aprendizaje dentro del aula virtual del curso, se propuso la tutoría en línea para aquellos participantes con actividades atrasadas, donde se tomó en cuenta el Problema 2 Sigma (tutoría) de manera síncrona, para que los que tenían menos de dos actividades, pudieran superarse.

3.3 Fase de reflexión. En esta fase para el análisis y reflexión, se fueron dando respuestas a los objetivos de investigación. A través del primero de ellos, se intentó verificar en los participantes del curso *La web: un espacio para el aprendizaje*, la



eficiencia en la construcción de nuevos conocimientos sobre la base de los saberes previamente adquiridos pudiéndose apreciar que la experiencia proporcionada a través de la comunidad de aprendizaje móvil, para la mayoría de los profesores universitarios participantes, fue una experiencia significativa, ya que desconocían que se podían aplicar estrategias por medio de discusiones grupales socializadas a través de la aplicación WhatsApp como comunidad de aprendizaje móvil.

Ahora bien, en referencia con lo anterior, se precisa que en el proceso de construcción, desarrollo y fortalecimiento de conocimientos previos en las diferentes temáticas, estos se alcanzaron en un grado alto, y los aportes y análisis fueron sustanciosos para la generación de conocimientos y como punta de partida en la transformación de las prácticas dentro de los ambientes virtuales de aprendizaje. A continuación, se presentan estratos de las interacciones de una de las diferentes discusiones grupales a saber:

A.C.: Buenas noches...usualmente cuando se piensa en un espacio de aprendizaje digital se focaliza la atención en los recursos tecnológicos, los equipos, aparatos, hardware, software...

C.G.V.: ¿por qué? ¿Cómo adaptamos a los espacios digitales?

A. C.: Es la primera asociación, pero particularmente considera que debe pensarse la cultura, el clima humano, lo relacional, las actitudes y disposición de las personas que se encuentran vinculadas a esos ambientes o espacios.

C.G.V.: Así es mi estimado profe A.C., pero ya en la escuela tenemos el modelo 1:1

R.: Crear vínculos, una cultura colaborativa...pero una debilidad del aula 1.0 fue que no se pensó en la persona humana y se creyó que la incorporación "per se" de la "tecnología" solucionaría todo. Hubo iniciativas interesantes pero sin suficiente fundamentación pedagógica y didáctica.

C.G.V.: grave error que los estamos pagando. Al dotar al salón... más no a lo humano.

N.B.: Desde un enfoque sistémico; creo que Santana tiene razón que se podrían adaptar espacio de aprendizaje digital

N. J.: Todavía no intervengo... me falta revisar el material...

A.C.: Yo no lo he revisado pero me "lance al ruedo".

C.G.V.: las discusiones grupales son algo previo a la temática, las mismas se orientan para llegar a la comprensión de la unidad en cuestión, así que intervenga profe.

N.J.: El ambiente de un espacio de aprendizaje digital en la web 2.0 debería tomar en cuenta (y adaptar según la necesidad y contexto) los elementos físicos mesas, sillas y paredes. Docente y alumno usan ambientes digitales en ambientes físicos probablemente distintos al aula.

C.G.V.: y cómo generamos un ambiente cómodo y agradable en la web.

N.C: En todo caso, el ambiente tecnológico, virtual siempre estará condicionado por los entornos reales.

Con las muestras de la intervenciones de los participantes en los párrafos anteriores, se determinó que con el empleo de una comunidad de aprendizaje



móvil en WhatsApp, se fomenta la interacción dinámica entre el mediador y los estudiantes; de manera que, las actividades a ser realizadas conjuntamente, se conviertan en una oportunidad de crear un alto nivel de aprendizaje como resultado de dicha interacción.

4. RESULTADOS

En las interacciones realizadas dentro de la comunidad de aprendizaje móvil se precisó, que la mediación pedagógica fue primordial, puesto que permitió orientar y regular las discusiones sobre los temas planteados, así como dar recomendaciones para garantizar la contribución de los participantes, llevando a los mismos a pensar por sí mismos y tener que exponer de manera consistente sus puntos de vista, con lo cual clasificaban los conocimientos previos para interactuar con el material didáctico, situación que sirvió para el desempeño en el rendimiento de los discentes dentro del curso *eLearning*.

Esa mediación en función tutorial del facilitador, permitió generar nuevos conocimientos al adaptar y actualizar *in situ* la información distribuida por el grupo de estudiantes para ponerla al alcance de todos; por ello, las tecnologías o plataformas virtuales por sí mismas, no tienen trascendencia si no existe una mediación, aplicación de un aprendizaje adaptativo en el entorno por medio de la tutoría personalizada o en grupos pequeños; quedó demostrado así y dio respuesta a lo formulado en el cuarto y último objetivo de investigación, de que la tutorización en línea empleada como medio de orientación, guía y realimentación por parte del tutor, resulta una estrategia clave para garantizar los conocimientos necesarios en los estudiantes o participantes; así como que exista una recíproca e interactiva comunicación durante

la tutoría, respalda el desarrollo del proceso formativo.

Algunas opiniones de los participantes al respecto:

Participante: A.H.E.R. (UPEL-IMPM Táchira) ...al Tutor Profesor C.G.V. Quien me acompañó, motivando siempre a seguir, sus orientaciones sirviendo de guía, en esta experiencia de aprendizaje significativo para mí. ... se me presentaron algunos inconvenientes que me limitaron estar al ritmo de todos.

Participante: L.B. de T. (UPEL-IMPM) ... Por un momento creí no lograrlo pero la motivación, la afectividad y la asertiva comunicación por parte de nuestro profesor C.G.V. fueron pieza fundamental. Sin duda alguna el trabajo colaborativo también jugó un papel importante.

Participante: L.A.G.A. (UNA-Centro Local Táchira). Referente al proyecto "La web un espacio para el aprendizaje" considero que es acorde a las necesidades constantes de innovación para quienes pretendemos mejorar nuestra praxis. Creo que se conformó una comunidad de aprendizaje. En cuanto al facilitador, desarrolló un proceso de mediación pedagógica excelente, giró instrucciones claras y precisas, estimuló la motivación de los participantes. El feedback, fue oportuno.

Participante: A.Y.G. (UPEL-IMPM, Sede Central). Mi opinión es un curso orientado a profesionales del sector aunque su estructura de contenidos lo hace apto para distintos niveles de conocimientos previos. El curso permite diferentes niveles de profundización; tanto puede servir para adquirir conocimientos generales sobre la calidad de la información y para profundizar sobre aspectos más concretos, la actitud de



los profesores ha sido de plena disponibilidad y colaboración permanente. Su compromiso es el de responder cualquier cuestión en cualquier momento que el participante lo necesitara. La sensación que he tenido es que la comunicación ha funcionado bien, posibilitando un flujo de trabajo ágil...., a Prof. C.G.V. y a la Dra. R.R. por su disposición al trabajo, su capacidad de respuesta, su dedicación y sobre todo dominio y claridad de los temas que allí se trataron.

Participante: N.B. (UPEL-IMPM Sede Central)... encontramos: instrucciones precisas, va desde actividades simples hacia las más complicadas, es atractivo visualmente, genera expectativas de aprendizaje, obliga a centrarse en lo que se hace, la interacción es fluida, se respetan los procesos y tiempos individuales, así como ofrece realimentación constante sobre las actividades.... su comprensión de los participantes no es tarea sencilla, exige dedicación, horas de trabajo, conocimiento y manejo profundo del tema...

Participante: L.J.P. (UPEL-IMPM YARACUY) "... El Proyecto es sin lugar a dudas EXCELENTE, la experiencia adquirida básicamente con esta "comunidad" me ha permitido interactuar... para comentar, compartir, logrando obtener un crecimiento gracias al aprendizaje interactivo que reflejan lo importante que ha sido para lograr mejorar nuestro desempeño docente... Considero brillante la constante participación del Profesor nos guió a conocer y manejar las novedades de un entorno en constante renovación para estar en contacto con el mundo digital."

De igual manera, junto a la medición, recopilación, análisis y presentación de datos sobre los estudiantes, dentro del contexto y las interacciones que allí se

generaron; es decir, analítica de aprendizaje, se comprendieron las necesidades del proceso de aprendizaje que se estaban desarrollando; optimizando de tal manera, los entornos en los que se produce, con el ofrecimiento de nuevas tutorizaciones para aquellos estudiantes que estaban atrasados; siendo para ello clave, la comunicación por los distintos canales de comunicación proporcionados dentro del ambiente virtual de aprendizaje.

Luego de hacer dicha analítica de aprendizaje, después de cuatro (04) semanas del curso, se aplica nuevamente el problema 2 sigma a participantes que tenían menos de dos actividades, obteniéndose un 85% de recuperación para la finalización exitosa del curso. Con referencia a ello, es necesario acotar además, que al aplicar el diseño de Mastery Learning (dominio del aprendizaje) apoyado de la estrategia del problema 2 sigma, se logró una mayor comprensión de los contenidos al llegar con un 90% de conocimientos previos para afrontar y realizar las actividades planteadas.

Para finalizar, se hace pertinente mencionar que, en el curso *La web: un espacio para el aprendizaje* (edición UPEL-IMPM Táchira 2016), se logró integrar el aprendizaje personalizado, adaptativo y flexible en los entornos de aprendizaje digitales, el aprender-aprender y la flexibilidad en la educación superior que va unido a la formación continua a lo largo de la vida, a través de la red personal de aprendizaje generada en las distintas comunidades de aprendizaje preparadas para tal fin, tales como *Facebook* y *Twitter*, por lo que, la conexiones sociales dadas por los distintos canales de comunicación síncrona y asíncrona, continúan siendo la clave para el aprendizaje.



REFERENCIAS

- Atwell, N. (2007). The reading zone: How to help kids become skilled, passionate, habitual, critical readers. New York: Scholastic.
- Block, J. H. y Anderson, L. W. Mastery Learning in Classroom Instruction. MacMillan. New York, 1975.
- Bloom, B. (1968). El Aprendizaje para el Dominio (Learning for Mastery). UCLA-CSEIP. Evaluation Comment.
- Bloom, B. (1984) The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring. Educational Researcher, 13:6(4-16). [Documento en Línea] Disponible en: <http://web.mit.edu/5.95/readings/bloom-two-sigma.pdf>
- Carroll, J. (1963) Un Modelo de Aprendizaje Escolar (A Model of School Learning). Teachers College Record.
- Castañeda, L. y Adell, J. (2013). Entornos Personales de Aprendizaje: claves para el ecosistema educativo en red. Alcoy: Marfil. [Documento en Línea] Disponible en: <http://www.um.es/ple/libro/>
- Fidalgo, A. (2014). Comunidad de Aprendizaje. [Documento en Línea] Disponible en: <https://innovacioneducativa.wordpress.com/2014/01/26/comunidades-de-aprendizaje/>
- García F., N. (2002). Sistema de Trabajo con las TICs en el Sistema Educativo y en la Formación de Profesionales: La Comunidad de Aprendizaje. [Documento en Línea] Disponible en: <http://www.um.es/ead/red/6/comunidades.pdf>
- Kemmis, S. (1989). Investigación en la acción. En Latorre, A. (2003) La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa. Barcelona: Ediciones Graó. España.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2013). Directrices para las Políticas de Aprendizaje Móvil. París, Francia. [Documento en Línea] Disponible en: <http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/UNESCO-1-aprendizaje-movil-politicas2013.pdf>
- Vygotsky (1978). El Método Instrumental en Psicología. Conferencia dictada en 1930 en la Academia de educación comunista N. K. Krúpskaia. Del archivo personal de L. S. Vygotski. Se publica por primera vez en el año 1978.
- Zapata-Ros, M. (2013). El “problema de 2 sigma” y el aprendizaje ayudado por la tecnología. [Documento en Línea] Disponible en: <http://eprints.rclis.org/18866/8/MOOCs.pdf>



7. APLICACIÓN DEL MODELO SERVPERF PARA LA MEDICIÓN DE LA PERCEPCIÓN SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE LA EDUCACION

FARID LUNA PEREZ¹

¹Universidad de Pamplona. faridlunaperez@hotmail.com
Especialista en estadística

RESUMEN

Este trabajo se basó en aplicar un modelo que sirve para medir la percepción de la calidad en el servicio de la educación, en caso particular a los estudiantes de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Pamplona, Extensión villa del rosario, a través del modelo SERVPERF, realizándose el respectivo ajuste del instrumento, el cual fue desarrollado y validado por DUQUE Y CHAPARRO 2012.

Se pudo evidenciar por medio de la investigación, que el ente Universitario obtuvo una percepción aceptable en términos generales por parte de los estudiantes de la Facultad, destacándose el programa de Administración de Empresa como el programa que mejor percibe el nivel de calidad en relación al servicio de educación, seguido del programa de Economía y Contaduría Pública. El modelo aplicado está compuesto por cinco (5) dimensiones como son: Fiabilidad, Empatía, Capacidad de respuesta, Tangibilidad, seguridad de las cuales Seguridad, Capacidad de respuestas y Fiabilidad obtuvieron el mayor nivel de aceptación, clasificadoras como fortaleza y por otro lado la Tangibilidad y Empatía arrojaron un menor grado de favorabilidad, las cuales fueron clasificadas como debilidades para el ente universitario.

Palabras claves: Calidad servicio educativo, Modelo SERVPERF.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo económico de cualquier empresa sin importar al sector al que pertenezca se basa en maximizar sus utilidades, las cuales crean planes estratégicos que buscan conocer el grado de satisfacción que sus productos y/o servicios provocan en los clientes, esto ha llevado a que muchas instituciones de los países desarrollados

elaboren indicadores estadísticos que midan la satisfacción. Guillén [1].

Conocer la percepción que tienen los individuos en relación a la calidad de los bienes y/o servicios es de suma importancia para las empresas, ya que permitirá conocer aspectos tanto positivos como negativos y así implementar estrategias sostenibles para su desarrollo y permanencia en el mercado.



El concepto de calidad es un término no solo exclusivo para las empresas dedicadas a la fabricación o producción de bienes o aquellas que pertenezcan a un sector específico de la industrial, por el contrario este término ha venido incursionado en todos los sectores productivos de la de la economía y el sector de la educación no ha sido la excepción, llegándose a escuchar términos como certificación o acreditación de calidad, tanto de programas como de instituciones.

Para las instituciones educativas se ha convertido en una obligación ya sea por iniciativa interna o externa ofrecer servicio de calidad, es por esto que conocer en algún momento la percepción que puedan tener los estudiantes en un momento determinado es de suma importancia, ya que dependiendo de esto se podrá mejorar los procesos académicos.

2. CUERPO DEL TRABAJO

Para medir la percepción de la calidad del servicio de la educación se deben tener claros conceptos tales como calidad, calidad del servicio, la relación que existe entre la calidad del servicio y satisfacción del cliente, y por otra parte los diferentes modelos que se han desarrollado a través del tiempo para medir la percepción de la calidad de los servicios.

Fegenbauna define calidad “como la totalidad de los rasgos y características de un producto o servicio respecto de su capacidad para satisfacer las necesidades establecidas o implícitas”. Córdoba [2]

Por otro lado Parasuraman, Zeithaml y Berry manifiestan que la calidad de servicio es lo que resulta del balance entre las expectativas y las percepciones del

desempeño que tiene el cliente hacia la calidad del servicio. Gelvez [3]

Por lo anterior la calidad es la diferencia que se tiene entre las expectativas y las percepciones, dependiendo de esa diferencia se emite el juicio de calidad del producto, si la percepción es mayor que las expectativas, se puede hablar de calidad del producto y en el caso contrario el juicio será diferente.

Respecto a la relación entre calidad del servicio y satisfacción del cliente se destaca a Cronin y Taylor los cuales afirman que la calidad de servicio puede ser una consecuencia o un antecedente de la satisfacción, se debe determinar si el propósito es tener clientes satisfechos en cuanto a la prestación del servicio o por el contrario brindar un máximo nivel de calidad de servicio percibida [3].

Por otro lado, haciendo referencia a los modelos de evaluación que se han desarrollado para medir la percepción de calidad de los servicios, se puede mencionar los nórdicos, americano entre otros. El Modelo nórdico o modelo de la imagen que relaciona la calidad con la imagen de la organización. Oliva y Gómez, [4]. Este modelo que se basaba en desarrollar modelos cualitativos, el cual cuenta con autores como Christian Gronroos quien realizó grandes aportes a la literatura, esta escuela europea se preocupó desde su inicio en medir los servicios, los cuales son considerados importantes para que toda empresa identifique y logre conocer el comportamiento de sus productos y la relación que estos tienen con los clientes.

Por otro lado, el modelo americano, con su escala SERVQUAL, permite evaluar la calidad del servicio percibida mediante la medición por separado de las expectativas y las percepciones [4]. Esta escuela se basó en



desarrollar modelos cuantitativos, dentro de sus principales representantes se encuentran Parasuraman, Zeithaml y Berry [4].

El modelo SERVQUAL (Service Quality, Calidad del Servicio por su siglas en Inglés) es una escala de ítems múltiples que sirve para medir las percepciones del cliente con respecto a la calidad del servicio (parasuraman *et al.*, 1985; 1988; 1991).

Este modelo contiene 22 preguntas que miden las expectativas del cliente y 22 frases similares que miden las percepciones del cliente y la calidad del servicio se establece mediante la diferencia de las puntuaciones que el cliente asignó a la expectativas y las percepciones. Las dimensiones que hacen parte de este modelo son:

- 1) *Tangibilidad*: las instalaciones físicas, equipos, y el aspecto del personal.
- 2) *Fiabilidad*: habilidad para realizar el servicio prometido en forma fiable y precisa.
- 3) *Capacidad de respuesta*: disposición para ayudar a los clientes y proporcionar rápido Servicio.
- 4) *Seguridad*: el conocimiento y la cortesía de los empleados y su capacidad para inspirar Confianza y seguridad.
- 5) *Empatía*: el cuidado, la atención individualizada que la empresa proporciona a sus clientes. Duque y Chaparro [5].

Otro modelo muy importante desarrollado por esta escuela es el modelo SERVPERF, el cual radica en medir el servicio basándose solo en la percepción del servicio que tienen los individuos, muy diferente al modelo SERVQUAL que tiene en cuenta tanto las percepciones como las expectativas.

También se pueden mencionar otros modelos que se relacionan con la escuela americana como son: El modelo de desempeño evaluado (EP), el modelo de la calidad normalizada (NQ) entre otros, además de los anteriores también se destacaron otros modelos independiente de estas escuelas como fueron el de creación de la calidad atractiva, modelo análisis importancia-desempeño IPA, método MUSA, modelo PRIEX, auditoria del servicio, los modelos de ecuaciones estructurales y los índices nacionales de satisfacción del cliente entre otros.

Uno de los conceptos importantes que gira el presente trabajo, es a lo referente a la calidad en la educación.

Al respecto Garbanzo expresa que “el concepto de calidad es relativamente reciente en la literatura pedagógica, concepto que se veía en el pasado de una forma más cuantitativa, vinculándosele especialmente con lo económico y social, pero también manifiesta que este concepto ha evolucionado, viéndolo desde un punto de vista más amplio, en el que no sólo se analiza desde un espectro cuantitativo, sino también cualitativo”. Castaño y Garcías [6].

Para la UNESCO hay dos principios que caracterizan lo que puede ser la definición de una educación de calidad, el primero “considera que el desarrollo cognitivo del educando es el objetivo explícito más importante de todo sistema educativo” y el segundo hace hincapié en “el papel que desempeña la educación en la promoción de las actitudes y los valores relacionados con una buena conducta cívica, así como en la creación de condiciones propicias para el desarrollo afectivo y creativo del educando”. Castaño y Garcías [6]. Por tanto el objetivo que se debe perseguir en todo proceso educativo



es el desarrollo intelectual dentro de un área del saber donde dicho conocimiento se articule en el beneficio de la sociedad y el país.

2.1 Modelo SERVPERF El modelo SERVPERF fue elaborado por dos autores Cronin y Taylor en el año 1992, elaborado por Cronin y Taylor ; “tiene como antecedente al SERVQUAL, del que ellos plantean, que es inadecuado, el rendimiento menos las expectativas es una base inadecuada para uso en la medición del servicio” (p. 125), los autores Cronin y Taylor en el año 1994, basándose en Carman afirman que la escala SERVQUAL (teoría de *gaps (diferencias)* de Parasuraman, Zeithaml y Berry no presentaba mucho apoyo teórico y evidencia empírica como punto de partida para medir la calidad de servicio percibida[5].

SERVPERF es útil para medir la percepción del servicio debido a su simplicidad, ya que solo se basa en la percepción del servicio que tiene los individuos y de esta manera haciendo más fácil la aplicación del instrumento (encuesta), disminuyendo de esta manera el nivel de fatiga al momento de encuestar, teniendo como referente varias investigaciones según Morillo, Morillo y Rivas [7].

2.2 Instrumento de medición guía. La investigación utilizo el instrumento desarrollado por Duque y Chaparro [5], denominada Medición de la percepción de la calidad del servicio de educación por parte de los estudiantes de la UPTC Duitama, debido a la similitud con dicho estudio, los cuales determinaron los factores o dimensiones claves que caracterizan el servicio de educación, construyeron la escala o instrumento para medir la calidad percibida del servicio de educación, como la comprobación empírica de fiabilidad y validez de constructo, el instrumento quedo conformado por 24

preguntas, distribuidos de la siguiente manera:

| DIMENSIÓN | ITEMS |
|------------------------|--------------------------|
| Tangibilidad | (1, 2, 3, 4) |
| Fiabilidad | (5, 6, 7, 8, 9) |
| Capacidad de respuesta | (10, 11, 12,13) |
| Seguridad | (14, 15, 16, 17, 18, 19) |
| Empatía | (20, 21, 22, 23, 24) |

El estudio realizado privilegió un enfoque cuantitativo y el tipo de investigación es descriptiva.

Tabla 1. Ficha técnica. Población objeto

| | |
|---|--|
| A continuación se presenta la ficha técnica. Población objeto | N=223 Estudiante matriculados de los semestre de sexto a décimo, en los programas académico de contaduría Pública, Economía y Administración de Empresa en la Universidad de Pamplona, Extensión Vila del Rosario. |
| Tamaño de la muestra | N = 105 |
| Error muestral | 5% |
| Nivel de confianza | Z = 1,96 p= q= 0,5 |
| Diseño muestral | Muestreo aleatorio estratificado según afijación proporcional por semestre |

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

El análisis se enfoca desde una análisis particular, con la variable género y Programas Académicos y el análisis global de Percepción que tiene los Estudiantes, en relación al Servicio de Calidad que perciben.

3.1 Percepción del género con



relación a las dimensiones. Se analizó el comportamiento del género en relación a cada componente o dimensión que hace parte del modelo SERVPERF

Capacidad de respuesta de acuerdo al género. El género femenino alcanzo un nivel de aceptación del 70%, en comparación del 61% que alcanzo el género masculino, además se puede afirmar que la opinión respecto a la capacidad de respuesta de la universidad depende del género (chisq= 8.5074, p.valor= 0.07466). **Seguridad de acuerdo al género** Los estudiantes del género femenino alcanzaron un 61%, en comparación el género masculino que obtuvo un nivel de percepción del 66%, además se afirma que la opinión respecto a la seguridad no depende del género (chisq = 7,5249, p.valor= 0.1106). **La tangibilidad de acuerdo al género.** Las mujeres alcanzaron un 50% de percepción, en relación al 49% que lograron los hombres. Además se puede afirmar que la opinión no depende del género (chisq = 3,9298 p.valor= 0.4156) **La empatía de acuerdo al género.** Con respecto a la empatía se observó que las mujeres alcanzaron un 54% de percepción frente a un 45% de los hombres. También se afirma que la opinión respecto a la empatía de la universidad no depende del género (chisq = 5,8451 p.valor= 0,211) **La fiabilidad de acuerdo al género.** El porcentajes de aceptación para las mujeres fue del 66% frente al 58% para los caballeros, además se afirma que la opinión respecto a la Fiabilidad de la universidad depende del género (chisq = 14,681, p.valor= 0.005411)

3.2 Percepción por programa.

Siguiendo con el análisis comportamental, se observó lo siguiente.

Tangibilidad de acuerdo a los programas académico. Los estudiantes de Administración de Empresas, alcanzando un

57%, seguido del programa de economía con el 50% y contaduría pública con un 45%, se afirma además que la opinión depende del programa académico (chisq = 17,69, p.valor= 0.02368). **Fiabilidad de acuerdo a los programas académicos.** Los estudiantes de Administración de empresa obtuvieron el 77% nivel de percepción, seguido del programa de Economía con el 63% y por último los estudiantes de Contaduría pública con un 58%, se afirma además que dicha opinión depende del programa académico (chisq = 26,789, p.valor= 0.0007688) **Capacidad de respuesta de acuerdo a los programas académicos.** Los estudiantes de administración de empresa alcanzaron un porcentaje del 70%, en relación al 64% que presentaron los de Economía y un 50% que alcanzaron los estudiantes de Contaduría pública. También se encuentra que la opinión depende del programa académico (chisq = 18,661, p.valor= 0.01678) **Empatía de acuerdo a los programas académicos.** El mayor nivel de percepción lo presento el programa de Administración de Empresas, con un 63%, seguido por Economía con el 48% y por ultimo contaduría pública con el 47%, se puede afirmar que dicha opinión depende del programa académico (chisq = 14,23, p.valor= 0.07597) **Seguridad de acuerdo a los programas académicos.** El mayor porcentaje en esta dimensión lo alcanzo por primera vez Economía con el 76%, seguido de administración de empresa y contaduría pública, con el 70% y 58% respectivamente. También se encuentra que la opinión depende del programa académico (chisq = 34.726, p.valor= 0.00003)

Percepción general de las dimensiones del modelo SERVPERF. En este orden de ideas, continuando con el análisis comportamental, se observó que las dimensiones que alcanzaron los mayores niveles de aceptación fueron: la seguridad con



un 67%, seguido de la capacidad de respuesta y la fiabilidad con un porcentaje de 66% y 64% respectivamente, además también se nota un bajo nivel de favorabilidad en relación a la Tangibilidad y la Empatía las cuales obtuvieron un porcentaje de 49% Y 51% respectivamente.

CONCLUSIONES

El estudio se basó en medir la Percepción de la calidad del servicio en los alumnos de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Pamplona, Extensión Villa del Rosario, aplicando un instrumento de medida, construido por DUQUE Y CHAPARRO, 2012, el cual desarrollo la respectiva comprobación empírica de validez y fiabilidad. El estudio realizado evidencio tres dimensiones que alcanzaron un nivel de aceptación o buena percepción por parte de los estudiantes, clasificándola de esta manera como fortaleza para el ente universitario y a su vez dos recibieron un bajo nivel de favorabilidad o de percepción, las cuales fueron clasificadas como debilidades. Además se evidencio que el programa que mejor percepción tiene del servicio de educación fue Administración de empresa, seguido de Economía y Contaduría pública, el cual demostró siempre una postura de cuestionamiento y no satisfacción en relación al servicio, en relación al género se observó en las mujeres una mejor percepción del servicio en casi todas las dimensiones a excepción de la seguridad.

En este orden de ideas las dimensionadas que mayor porcentaje de percepción obtuvieron fueron: Seguridad, lo cual significa que los estudiantes se sienten satisfechos, en relación a la confianza y seguridad que le ofrece la Institución, seguido de la Capacidad de Respuesta, lo cual relaciona la buena disposición y cortesía por parte del personal de la universidad en ayudar

o entregarle un servicio rápido y oportuno, por último la Fiabilidad, demostrando la habilidad que tiene el personal en realizar el servicio de forma fiable y precisas.

En lo referente a la Tangibilidad y la Empatía, las dimensiones que obtuvieron los más bajos porcentaje de percepción, clasificadoras como debilidades, denotando la falta de inversión en instalaciones y/o equipos que tiene el ente universitario y además la poca atención individualizada que reciben los estudiantes por parte del personal vinculado con el ente universitario.

BIBLIOGRAFIA

- Guillen casas, Mercedes y ROMEA, Julián. Los modelos de ecuaciones estructurales y su aplicación en el Índice Europeo de Satisfacción del Cliente 2001. 2001
- Córdoba Rodríguez, Janny Edinson. Evaluación de la calidad percibida del servicio en los centros asistenciales del departamento del choco. En: Universidad Nacional de Colombia. 2014.
- Gelvez, Carrillo Judith Susana. Estado del arte de modelos de medición de la satisfacción del cliente.
- Oliva, Edison Jair y Gómez, Y. D. (2014), 'Evolución conceptual de los modelos de medición de la percepción de calidad del servicio: una mirada desde la educación superior', Suma de Negocios Elsevier 5(14), 180–191.
- Duque, Edison Jair y Chaparro, R. (2012), 'Medición de la percepción de la calidad del servicio de la educación por parte de los estudiantes de la UPTC Duitama', Universidad Libre (16), 159–192.



Castaño Duque, German Albeiro y García Serna, L. (2012), 'Una revisión teórica de la calidad de la educación superior en el contexto colombiano.', 15(2), 219–243.

Morillo Moreno, Mil Ángela; Morillo Moreno, M. y. R. O. (2011), 'Medición de la calidad del servicio en las instituciones financieras a través de la escala de SERVQUAL', UNAM (234), 101–130.



8. EL TPACK COMO ENFOQUE PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICAS A NIVEL UNIVERSITARIO

¹MAYRA ALEJANDRA ARÉVALO DUARTE

²MIGUEL ÁNGEL GARCÍA GARCÍA

¹Docente UFPS. Doctoranda Universidad de Salamanca -España. Programa académico “TIC en educación: análisis y diseño de procesos, recursos y prácticas formativas.

mayraarevalo@ufps.edu.co

²Docente UFPS. Mg. En Educación Universidad de Pamplona –Colombia, Mg en Educación y TIC Universidad de Salamanca-España. miguelangelgg@ufps.edu.co

Resumen

El presente documento titulado “el *TPACK como enfoque para el desarrollo de la investigación en didáctica de la matemáticas a nivel universitario*” presenta algunos aspectos de la revisión de la literatura reciente en cuanto a enseñanza de las matemáticas con tecnología. Estos aportes se plantean como fundamentales por cuanto considera que orientan la investigación y la reflexión sobre los procesos actuales de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Palabras Clave: *TPACK, Didáctica de las Matemáticas, Conocimiento pedagógico tecnológico de contenido.*

INTRODUCCIÓN

Los adelantos tecnológicos han permeado la cultura social en todos sus campos y han llevado a que se usen de forma desmedida las tecnologías, pues no en todos los casos han facilitado las actividades cotidianas. Este fenómeno, no es ajeno al campo de la educación que ha impuesto que se consolide rápidamente la integración de las TIC en las prácticas educativas, visualizado a través de las políticas y proyectos educativos que se han desarrollado en los diferentes países e instituciones en torno a este tema. Vale la pena cuestionarse, cómo se ha llevado

a cabo este proceso de implementación y qué implicaciones ha traído consigo.

Frente a esta situación el MEN⁴ y el Estado Colombiano han demandado de las instituciones educativas en todos los niveles un esfuerzo y compromiso para que no sólo reciban capacitación en cuanto a la integración de las TIC, sino que además la pongan en práctica en sus procesos de enseñanza y aprendizaje y se vea reflejada en los resultados académicos y en la disposición de los estudiantes frente a su formación profesional.

⁴Ministerio de Educación Nacional de Colombia



Sin embargo, los enfoques que han asumido estos proyectos y políticas educativas han llevado a generalizar los procesos de formación docente a tal punto que no se contempla la importancia de la didáctica específica para la capacitación y desarrollo de los contenidos en cada área sino que se han abordado desde un enfoque instrumentalista de integración de las TIC en las prácticas educativas. Es así como se ve afectada no sólo la formación de los docentes sino también el desarrollo de un campo específico de conocimiento como lo es el de la didáctica de las ciencias en este caso, de las matemáticas, en torno a la integración de las tecnologías.

Desde el enfoque de las didácticas específicas se describe la importancia del conocimiento que deben tener los docentes sobre el contenido específico del área y el conocimiento pedagógico del proceso de enseñanza, lo que conlleva a que cada área estructure un constructo teórico y procedimental sobre la forma más eficaz de su proceso de enseñanza y las modificaciones que son necesarias plantear a la hora de integrar las TIC en la enseñanza del área.

Según, Mishra y Koehler (2006) las fuentes de conocimiento que deben tener en cuenta los docentes son: conocimientos de contenido, pedagógico y tecnológico, la interacción de estos tres conocimientos permite a los docentes utilizar la tecnología de manera estratégica en la enseñanza, ya que no se trata de enseñar simplemente matemáticas o tecnología, el propósito es enseñar matemáticas con tecnología. En este sentido cobra importancia la pregunta por *¿Cómo comprenden los profesores universitarios la enseñanza de las*

matemáticas con el uso de la tecnología según las características fundamentales de su conocimiento tecnológico pedagógico?

Se espera aportar a la generación de conocimiento pedagógico y didáctico que promueva el uso de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Así mismo, evidenciar el valor que le dan los profesores de matemáticas al uso de la tecnología en relación con sus prácticas de enseñanza. Mostrar experiencias innovadoras e interesantes que adelantan docentes universitarios de matemáticas con el uso de las herramientas tecnológicas.

Este artículo toma como marco referencial la investigación titulada *“Competencias TIC de los docentes de matemáticas en el marco del modelo TPACK⁵. Una perspectiva para el desarrollo de buenas prácticas pedagógicas”*. El contexto de estudio corresponde a la Universidad Francisco de Paula Santander – Cúcuta, la población seleccionada son los docentes de matemáticas adscritos al Departamento de Matemáticas y Estadística que estuvieron orientando alguna asignatura de matemáticas durante el primer semestre académico del año 2015.

Objetivo General. Determinar cómo comprenden los profesores universitarios el proceso de enseñanza de las matemáticas cuando usan las TIC a partir de las características fundamentales de su conocimiento tecnológico pedagógico.

Objetivos Específicos. Describir los elementos necesarios para el uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas a partir del conocimiento

⁵ Technological Pedagogical Content Knowledge. Para efectos de esta investigación su traducción es “Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido”.



tecnológico pedagógico y disciplinar de los docentes universitarios.

Identificar en el proceso de enseñanza las oportunidades de aprendizaje de las matemáticas que crean los docentes universitarios cuando usan la tecnología.

Valorar las posibilidades y limitaciones potenciales de la enseñanza de las matemáticas con el uso de la tecnología según el conocimiento tecnológico pedagógico y disciplinar de los docentes universitarios.

ELEMENTOS FUNDAMENTALES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS CON LA INTEGRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

El Conocimiento Pedagógico y Disciplinar - PCK⁶

Shulman (1986) distingue un nuevo conocimiento del docente al integrar el conocimiento del contenido y el conocimiento pedagógico. Afirma con Koehler y Mishra (2008) que el conocimiento disciplinar es condición necesaria pero no suficiente para la enseñanza y el aprendizaje del contenido que se desea aprender. Por lo tanto, orienta sus investigaciones en el campo específico del Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK). En el caso de las matemáticas, el conocimiento pedagógico del contenido se orienta a analizar la naturaleza conceptual y epistemológica, sus componentes, características y el grado de conocimiento matemático (genérico o específico) que tienen los profesores, así como sus relaciones con la enseñanza y el aprendizaje y con otros dominios de conocimiento.

Para Shulman (1986) otros conocimientos *per se* que deben poseer los docentes como elemento esencial y previo a su labor de enseñar incluye: el conocimiento didáctico general, conocimiento del currículo, conocimiento didáctico del contenido (pedagogía y materia), conocimiento de los alumnos y de sus características, conocimiento de los contextos educativos (funcionamiento del grupo o de la clase, gestión y financiación de la escuela, carácter de las comunidades y culturas), conocimiento de los objetivos, finalidades, valores educativos y sus fundamentos filosóficos e históricos.

Modelo de Razonamiento y Acción Pedagógica

Este modelo propuesto por Shulman (1987), consiste en mostrar los procesos de pensamiento y actuación pedagógica que debe realizar el docente para enseñar los contenidos, enmarcados en el contexto educativo en el que se encuentra y las interacciones sociales que allí se ejercen. Se configura a partir de un ciclo de procesos que se describen como:

- (1) *Comprensión*, el maestro establece la estructura del contenido específico, así mismo entiende la manera en que los contenidos a enseñar se relacionan con otras ideas del mismo campo del conocimiento y con ideas de campos del conocimiento diferente.
- (2) *Transformación*, parte del proceso de adaptar el conocimiento desde el sentido de cómo entiende el profesor la materia desde el pensamiento y el interés de los estudiantes para desarrollar un contenido enseñable. Este proceso implica:

⁶ PCK (Pedagogical Content Knowledge), sigla en inglés que denomina al Conocimiento Pedagógico del Contenido o Disciplinar.



a) Preparación, en la que se interpretan críticamente los materiales de instrucción.
b) Representación, en la que se reflexiona sobre las ideas y conceptos clave y las formas alternativas de representación de la información.

c) Selección, elección de un método y modelo de enseñanza dentro de un gran número y variedad de posibilidades de estrategias y recursos.

d) Adaptación y re-adaptación, corresponde al ajuste del material de acuerdo a las características de los estudiantes.

(3) *Formas de Enseñanza*, es el proceso de observación de la práctica pedagógica, atendiendo la organización, gestión en el aula, presentación de ideas y descripción de los contenidos, asignación y control de trabajos, interacción de los estudiantes a través de preguntas, participaciones y todas las técnicas heurísticas que favorecen el resolver problemas y generar soluciones creativas.

(4) *Evaluación*, es un proceso de verificación, recolección de información en la que se valoran los niveles de comprensión de los estudiantes y el manejo de la enseñanza de los contenidos por parte del maestro. Se hace una revisión de las comprensiones de los estudiantes y del desempeño del profesor.

(5) *Reflexión*, se encuentra organizada a partir de la revisión de la enseñanza teniendo en cuenta el grado en el que se alcanzaron los objetivos. Es un razonamiento adelantado por el docente en el que se reconstruye metódicamente, los acontecimientos, emociones, participaciones y logros para su valoración.

(6) *Nueva Comprensión*, a través de los actos de enseñanza razonada y razonable el maestro amplía una nueva comprensión de los fines educativos, profundiza sobre los temas a enseñar, de sus acciones pedagógicas y de la construcción del conocimiento por parte de sus estudiantes. La comprensión no se produce de forma automática, sino después de la evaluación y la reflexión por lo que se requiere la medicación de estrategias específicas que favorezcan la nueva comprensión.

En este sentido, la acción del razonamiento pedagógico envuelve el proceso de aprendizaje, permitiendo al docente ampliar la comprensión de las ideas, conceptos y preguntas centrales para reconocer las dificultades conceptuales específicas, los problemas o actividades que incitan al estudiante a cuestionarse. Así mismo, promueve el desarrollo de ideas previas, experimentos, problemas, proyectos que permite que los jóvenes exploren conceptos centrales, construyan explicaciones, analogías o metáforas que faciliten la comprensión de los conceptos abstractos. El diseño de actividades de evaluación a partir de la resolución de problemas favorece la aplicación de lo aprendido en contextos realistas, variados y específicos.

Conocimiento Tecnológico Pedagógico de Contenido - TPACK

Koehler y Mishra (2006) han desarrollado un marco que ofrece un enfoque para comprender y desarrollar prácticas que abordan el aprendizaje de las disciplinas utilizando la tecnología. Este marco denominado TPACK – conocimiento tecnológico pedagógico del contenido se basa inicialmente en la teoría de Shulman (1986, 1987) sobre el conocimiento pedagógico del contenido y lo trasciende incluyendo el conocimiento tecnológico necesario para

incorporar la tecnología en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

La figura 1, ilustra el modelo TPACK propuesto por Koehler y Mishra (2006), el cual surge de la intersección de todos los dominios de conocimientos que lo constituyen. Este modelo destaca la importancia de la interacción de los dominios de conocimiento base (contenido, pedagogía, tecnología) para la configuración de los dominios de conocimiento compuestos (pedagógico de contenido, tecnológico del contenido, tecnológico pedagógico).

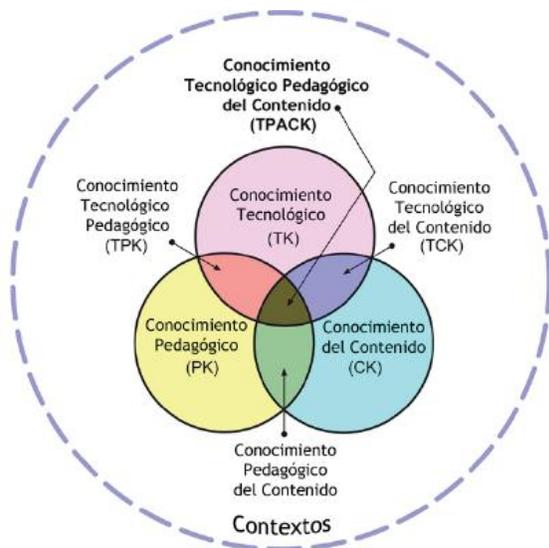


Figura 1. Representación del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK) (Mishra & Koehler, 2006).

El TPACK en Matemáticas

Niess, Sadri, y Lee (2007), propusieron un modelo de desarrollo del TPACK para profesores de matemáticas que surge del modelo “proceso de innovación-decisión” propuesto por Everett Rogers (1995, en Niess et al., 2009). Este modelo describe un ciclo de cinco etapas por las que un docente avanza de

manera progresiva cuando aprende a integrar la tecnología para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas como se muestra en la figura 2.

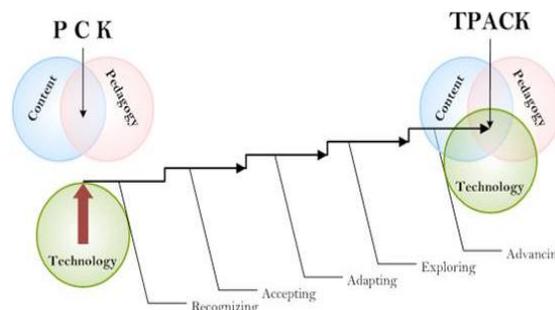


Figura 2. Descripción de los niveles de pensamiento y comprensión de los profesores de matemáticas en relación al TPACK (Niess et al., 2009).

Las cinco etapas se describen como:

- (1) Reconocer (conocimiento). Se reconoce y utiliza la tecnología pero no se integra en la enseñanza de las matemáticas.
- (2) Aceptar (persuasión). Los maestros toman una actitud favorable o desfavorable hacia la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas con la tecnología.
- (3) Adaptar (decisión). Se toma una decisión sobre la conveniencia o no de utilizar la tecnología en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.
- (4) Explorar (implementación). Se integra activamente una tecnología apropiada en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.
- (5) Avanzar (confirmación). Los profesores evalúan los resultados de su decisión de integrar una tecnología apropiada en la



enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

El Cuarteto del Conocimiento

El cuarteto del conocimiento es un marco para la observación, el análisis y el desarrollo de la enseñanza de las matemáticas, con especial atención en la contribución de los conocimientos de contenido del profesor de matemáticas. A diferencia del marco teórico de Shulman (1986), este enfoque se interesa en las situaciones en que tal conocimiento entra en juego con la categorización de los diferentes tipos de conocimiento del profesor de matemáticas.

En este enfoque se conciben según el conocimiento y las creencias que se evidencia en la enseñanza de las matemáticas cuatro categorías o dimensiones, llamadas: base, transformación, conexión y contingencia. La primera categoría consiste en el conocimiento y la comprensión de las matemáticas en sí mismas y de la didáctica específica de las matemáticas, así como las creencias sobre la naturaleza de las matemáticas, los propósitos de la educación matemática, y las condiciones bajo las cuales los estudiantes van a aprender mejor las matemáticas. La segunda categoría: transformación, se refiere a la presentación de ideas a los alumnos en forma de analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones. La tercera categoría, conexión, incluye hacer anticipación a la complejidad, tomar decisiones y hacer conexiones entre procedimientos, conceptos. La cuarta categoría: contingencia, corresponde al uso de oportunidades de aprendizaje, de ideas de los estudiantes y de visión durante la instrucción.

Esta conceptualización de cada una de las cuatro dimensiones es la síntesis de un

conjunto de códigos que surgieron del análisis fundamentado de los datos primarios durante el desarrollo de las investigaciones en matemáticas (Rowland, Jared, & Thwaites, 2011).

El conocimiento del contenido para la enseñanza de las matemáticas

Trascendiendo la teoría de Shulman, Ball (2008), propone un enfoque centrado en cómo los profesores tienen que conocer el contenido matemático, además, de determinar qué más necesitan saber los profesores acerca de las matemáticas, cómo y dónde los profesores pueden utilizar el conocimiento matemático en la práctica.

En este enfoque se estudia el trabajo que implica la enseñanza, orientado por interrogantes como ¿Qué necesitan hacer los profesores en la enseñanza de las matemáticas? en virtud de ser los responsables de la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos, ¿cómo este trabajo demanda de razonamiento matemático, comprensión, entendimiento y habilidad? ¿Cuáles son las actividades fundamentales exigidas y los objetivos generales de desarrollo en el aula? ¿Las matemáticas se tratan con integridad, las ideas de los estudiantes se toman en serio? ¿El trabajo matemático se desarrolla en colectivo o como un esfuerzo individual? Se busca comprender las formas en que la matemática se implica en el acontecer con lo habitual del día a día, momento a momento de las demandas de la enseñanza. Este análisis establece las bases para una teoría basada en la práctica del conocimiento matemático para la enseñanza (Ball & Bass, 2003).

Conclusiones



El marco teórico TPACK se plantea como una poderosa herramienta teórica que resuelve y articula el problema de la implementación instrumental de las TIC a través del conocimiento tecnológico pedagógico de contenido capaz de reorientar las prácticas de aula centradas en la tecnología.

En el ámbito de la planeación educativa, el TPACK colabora en la construcción de currículos pertinentes, amplios y adecuados a la cultura digital orientados a implementar nuevas políticas de gestión y cambios en las prácticas educativas.

Así mismo, tal como se plantea a través de este modelo se asegura la innovación de las prácticas, métodos y técnicas pedagógico-didácticas en la implementación de las TIC para superar el uso tradicional en el cual se ha adelantado, generalmente, su utilización.

En cuanto a la formación del docente de matemáticas, el conocimiento tecnológico pedagógico del contenido favorece el desarrollo de competencias digitales, necesidad aún urgente, por cuanto es necesario llevar a cabo la formación de futuros maestros desde fundamentos teóricos distintos de los planteamientos con los cuales se ha venido orientando.

Se requiere de la profundización en la aplicación del TPACK y la socialización de experiencias significativas en torno a este tema como oportunidad de aprendizaje para los profesores de matemáticas que se inician en este campo o que han tenido desventaja con el uso de las herramientas tecnológicas.

Finalmente, es necesario reconocer que los profesores tienen *per se* un conocimiento tecnológico pedagógico de los contenidos sobre el que es necesario

reflexionar, profundizar y articular para la enseñanza de las matemáticas.

Los profesores deben utilizar la tecnología para transformar la enseñanza y crear oportunidades de aprendizaje para los estudiantes.

Los profesores deben utilizar la tecnología estratégicamente para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

Lo que los profesores creen acerca del uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas influye en la forma en que enseñan y utilizan estas herramientas.

Referencias

- Ball, D., Hoover, M., & Phelps, G., (2008). Content Knowledge for Teaching. What Makes It Special? *Journal of Teacher Education* Volume 59 Number 5. Recuperado de https://www.math.ksu.edu/~bennett/online_hw/qcenter/ballmkt.pdf
- Ball, D. L., & Bass, H. (2003). Toward a practice-based theory of mathematical knowledge for teaching. In B. Davis & E. Simmt (Eds.), *Proceedings of the 2002 annual meeting of the Canadian Mathematics Education Study Group* (pp. 3-14). Edmonton, Alberta, Canada: Canadian Mathematics Education Study Group (Groupe Canadien d'étude en didactique des mathématiques).
- Koehler, M., & Mishra, P. (2008). *Introducing Technological pedagogical Knowledge*. En AACTE (eds). *The handbook of technological pedagogical content knowledge for educators*. Routledge/Taylor & Francis Group for the American Association of Colleges of Teacher Education.



- Mishra, P., & Koehler, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record, 108* (6), 38. Obtenido de http://punya.educ.msu.edu/publications/journal_articles/mishra-koehler-tcr2006.pdf
- Niess, M. L., Sadri, P., & Lee, K. (2007). Dynamic spreadsheets as learning technology tools: Developing teachers' technology pedagogical content knowledge (TPCK). Paper presented at the meeting of the American Educational Research Association Annual Conference, Chicago, IL.
- Niess, M. L., Ronau, R. N., Shafer, K. G., Driskell, S. O., Harper S. R., Johnston, C., Browning, C., Özgün-Koca, S. A., & Kersaint, G. (2009). Mathematics teacher TPACK standards and development model. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 9*(1), 4-24. Recuperado de: <http://www.citejournal.org/vol9/iss1/Mathematics/article1.cfm>
- Rowland, T., Jared, L., & Thwaites, A. (2011). Secondary Mathematics Teachers' Content Knowledge: The Case of Heidi. University of Cambridge, UK. Recuperado de http://www.cerme7.univ.rzeszow.pl/WG/17a/CERME7_WG17A_Rowland_et_al..pdf
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher, 15*(2), 4-14. Recuperado de: http://www.fisica.uniud.it/URDF/masterDidSciUD/materiali/pdf/Shulman_1986.pdf
- Shulman, S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review, 57*, 1-22.

9. ANÁLISIS DE WEIBULL PARA LA PREDICCIÓN DE FALLA EN RESTAURACIONES CERÁMICAS DE PREMOLARES HUMANOS

CLAUDIA PATRICIA CHAUSTRE SANCHEZ¹
ISMAEL HUMBERTO GARCIA PAEZ²
JHON ERICKSON BARBOSA JAIMES³

¹Ing. Civil. Catedrático. Universidad Francisco de Paula Santander. GIDIMA, Grupo Investigación en Diseño Mecánico, Materiales y Procesos. claudiapatriciacs@ufps.edu.co

²Ph.D. en Ciencias Químicas. Universidad Francisco de Paula Santander. GIDIMA, Grupo Investigación en Diseño Mecánico, Materiales y Procesos. ismaelhumbertogp@ufps.edu.co

³M.Sc. en Ing. Mecánica. Catedrático. Universidad Francisco de Paula Santander. GIDIMA, Grupo Investigación en Diseño Mecánico, Materiales y Procesos. jhonericksonbj@ufps.edu.co

Resumen

El comportamiento mecánico de los materiales cerámicos es menos predecible que el de los metales. Debido a que la cerámica es un material frágil se presenta gran dispersión en los resultados de los diferentes ensayos. Por este motivo, para el estudio de la resistencia de los materiales cerámicos es mejor tener en cuenta criterios de fallo apropiados no determinísticos, sino probabilísticos. La distribución de Weibull es una distribución versátil que se utiliza para modelar diversas aplicaciones en ingeniería, investigación médica, control de calidad, finanzas y climatología. Se utiliza en análisis de fiabilidad para modelar datos de tiempo para falla o probabilidad de falla a una determinada carga. En este trabajo se ha utilizado la distribución de Weibull para hacer el análisis estadístico de los datos de resistencia a la fractura de premolares restaurados con disilicato de litio por la técnica de la cera perdida y de óxido de zirconio mediante la metodología CAD-CAM. El trabajo contempló la fabricación de 10 muestras de premolares idénticas de cada material para su estudio. Los resultados obtenidos para el óxido de zirconio ($\sigma_0 = 2063,6$ N y $m = 2,28$) y para el disilicato de litio ($\sigma_0 = 1453,4$ N y $m = 2,85$), indican que aunque las restauraciones realizadas en óxido de zirconio presentan mejores resultados de resistencia, las restauraciones fabricadas en disilicato de litio presentan mayor fiabilidad. Así, pues queda a criterio del odontólogo definir la característica que considere de mayor importancia en su decisión.

Palabras claves: coronas premolares, disilicato de litio, distribución de weibull, óxido de zirconio, resistencia a la fractura.

1. INTRODUCCIÓN

El odontólogo se encuentra diariamente con el dilema de la elección de diferentes alternativas frente al



comportamiento de los dientes restaurados ante las fuerzas ejercidas por la masticación. Este trabajo de investigación contempla dar mayor información del comportamiento de coronas premolares sometidas a cargas o fuerzas externas, de manera que apoye a este profesional en la selección de un buen tratamiento restaurativo.

La restauración metálica de dientes premolares se ha utilizado por más de 40 años. Sin embargo, este material puede comprometer la salud buco-dental del paciente, además requiere de gran grosor de cerámica de estratificación para enmascarar el metal (Guzmán, 2007). Debido a estas razones, en la actualidad se han implementado diversos materiales de cerámica pura, que aseguran mejorar la resistencia, la estética y la biocompatibilidad de las restauraciones.

Un factor importante al restaurar los dientes es la resistencia del material restaurador. Esta propiedad mecánica del material permite que la restauración funcione de manera eficaz y durante el mayor tiempo posible.

Los materiales cerámicos tienen un comportamiento frágil, por lo que presentan una gran dispersión en los resultados de los ensayos mecánicos. Esta variación se debe a la presencia de imperfecciones, propias de los materiales cerámicos, por lo que para el estudio de resistencia a la fractura se prefiere usar criterios de fallo probabilísticos (Ramos, 2015). Por esta razón, para los dos materiales del presente estudio exclusivamente cerámicos, es mejor analizar la probabilidad de falla que la resistencia al material. La presente investigación determina el efecto de la preparación y el material en la probabilidad de falla por fractura de coronas premolares humanas *in*

vitro restauradas con dos preparaciones distintas, mediante un análisis estadístico de Weibull.

2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

2.1 Materiales. Se fabricaron 10 coronas premolares de disilicato de litio por el método de la cera perdida y 10 de óxido de zirconio por la metodología de diseño asistido por computador – manufactura asistida por computador (Computer-Aided Design -Computer-Aided Manufacturing (CAM) CAD-CAM). Las restauraciones se obtuvieron a partir del mismo modelo para evitar diferencias en la composición y forma, que pudieran afectar la interpretación de resultados.

2.2 Métodos.

2.2.1 Metodología de la cera perdida. La restauración se inicia con la obtención de un modelo en yeso de la preparación dental, sobre el cual se realiza un encerado que se reviste en un cilindro de silicona y es llevado al horno hasta una temperatura de 854°C por 50 minutos. Posteriormente se inyecta la cerámica en el molde obtenido del revestimiento. El producto se maquilla con cerámica de estratificación y se sinteriza para obtener la restauración total.

2.2.2 Metodología CAD-CAM. La elaboración de la restauración se realiza en tres fases: escaneo por láser del diente, diseño de la restauración mediante un software tridimensional y un fresado automático realizado en pocos minutos. Posteriormente se adiciona un material de maquillaje para dar el color adecuado y se realiza una cocción de la cerámica de maquillaje a 765°C por 10 minutos.

2.2.3 Prueba de Resistencia a la Fractura. La prueba se realizó en una máquina universal de ensayos mecánicos modelo EMIC DL2000 con una celda de 5 kN, a una velocidad regulada de 0.5 mm/min hasta rotura de la muestra. La carga fue aplicada mediante una esfera de acero inoxidable de 6 mm de diámetro unida a un vástago de acero en el área oclusal de los dientes, Figura 1.

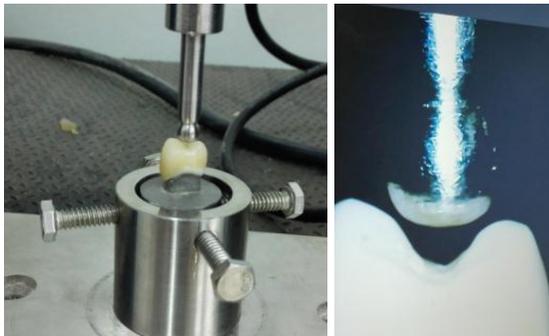


Figura 1. Montaje para el ensayo de resistencia a la fractura.

Los datos obtenidos corresponden a la carga de falla, F , puesto que no se puede calcular un esfuerzo, σ , debido a que el área que soporta la carga no puede ser definida con claridad, por ser ésta una prueba simulativa con probetas de forma irregular que hacen que las fuerzas cambien de dirección a medida que avanza el ensayo. Por tanto, en el presente documento se cambiará el símbolo de esfuerzo sigma, σ , presente en la norma, por la letra, F , que representa la fuerza de falla.

3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó mediante la norma europea UNE 843-5 parte 5 (2006) (Española, N. UNE-EN 843-5, 2006), para propiedades mecánicas de cerámicas técnicas avanzadas en términos

de una distribución de Weibull de dos parámetros mediante técnicas de estimación de la probabilidad máxima. La norma recomienda que la muestra no debería ser inferior a 30 especímenes, sin embargo, menciona que por razones de costo pueden usarse cantidades menores. En investigaciones similares se han propuesto estudios con 10 muestras (Guerra, 2012).

3.1 Procedimiento de cálculo. La función de distribución de probabilidad responde a la siguiente ecuación:

$$F(x, m, \beta) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{\beta}\right)^m\right] \text{Eq. (1)}$$

Donde m es el módulo de Weibull o parámetro de forma (>0) y β es el parámetro de escala (>0).

Las fuerzas obtenidas en cada ensayo se ordenan comenzando desde el menor valor hasta el mayor y se asigna un número correlativo "i" a cada valor de carga. A partir del valor del número correlativo "i", se asigna una probabilidad de fractura a cada muestra. La probabilidad de fractura (P_{f_i}), se calcula así:

$$P_{f_i} = \frac{i-0,5}{N} \text{Eq. (2)}$$

Donde N es el número total de datos de carga de fractura de las coronas.

Con los resultados de la Tabla 1, se procede a determinar los parámetros de Weibull.

3.1.1 Determinación de los parámetros de Weibull: Se representa el gráfico de los datos con la abscisa $x_i = \ln(F_{f_i})$ y la

ordenada: $y_i = \ln \left[\ln \left(\frac{1}{1-P_{f_i}} \right) \right]$ y se evidencia la linealidad. Si no es clara la linealidad puede que los datos no se ajusten al modelo de Weibull de dos parámetros. La norma permite que los puntos en los extremos alto y bajo de la probabilidad tengan un pequeño desplazamiento.

Tabla 1. Valores de las fuerzas de falla obtenidas en los ensayos de fractura.

| No. correlativo, i | Fuerza de falla, Carga F_{f_i} (N) | |
|----------------------|--------------------------------------|-------------------|
| | disilicato de litio | óxido de zirconio |
| 1 | 527 | 833 |
| 2 | 869 | 910 |
| 3 | 934 | 1067 |
| 4 | 1178 | 1240 |
| 5 | 1231 | 1722 |
| 6 | 1295 | 1822 |
| 7 | 1410 | 2234 |
| 8 | 1534 | 2501 |
| 9 | 1764 | 2748 |
| 10 | 2097 | 3051 |

Si se evidencia la linealidad, se procede a determinar el parámetro m de Weibull, mediante el método de probabilidad máxima. El cálculo se realizó en el programa “Free Statistics and Forecasting Software” disponible en línea en internet (Wessa, 2016).

3.1.2 Corrección del sesgo: El m obtenido por este método tiene un sesgo que proporciona un valor sobreestimado del módulo de Weibull real. Para corregirlo se hace necesario utilizar un factor no-sesgado $b = 0.859$, usando la tabla del anexo D de la

norma y que depende del número de muestras N .

$$m_{\text{corr}} = m \cdot b \text{ Eq. (3)}$$

3.1.3 Determinación de los límites del intervalo de confianza para σ_0 : En este estudio se consideró un nivel de confianza del 95%. Con este valor y $N = 10$, se determina el factor del límite superior e inferior del nivel de confianza, t_u y t_l , en la tabla del anexo E de la norma. ($t_u = -0,876$ y $t_l = 0,644$.)

Los valores superior e inferior de σ_0 correspondientes a los límites superior e inferior del intervalo de confianza, C_u y C_l , se determinan así:

$$C_u = F_0 \exp\left(\frac{-t_u}{m}\right) \quad \text{y} \quad C_l = F_0 \exp\left(\frac{-t_l}{m}\right) \text{ Eq. (4)}$$

3.1.4 Determinación de los límites del intervalo de confianza para m : El valor de confianza debe ser el mismo que el usado para el valor de σ_0 . Con este dato y el número de muestras, N , se determina el factor del límite superior e inferior del nivel de confianza, l_u y l_l , en la tabla del anexo F de la norma ($l_u = 0,676$ y $l_l = 1,602$). Los límites de los intervalos de confianza superior e inferior para m , D_u y D_l , se determinan así:

$$D_u = \frac{m}{l_u} \quad \text{y} \quad D_l = \frac{m}{l_l} \text{ Eq. (5)}$$

Donde m nuevamente es el valor sesgado.

3.1.6 Gráfica de las curvas de probabilidad: Probabilidad de falla P_{f_i} vs. σ_f , los datos reales se grafican mediante: $P_{f_i} = \frac{i-0,5}{N}$ y los datos calculados con el modelo:

$$P_{f_i} = 1 - e^{-\left(\frac{F_f}{F_o}\right)^{m_{corr}}} \quad \text{Eq. (6)}$$

Donde F_o , para este caso específico es el factor de escala β y se denomina carga característica.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2, se presenta un resumen de los resultados del análisis estadístico, y en las Figuras 2 y 3, se grafican las curvas para un intervalo de confianza del 95 % para cada uno de los dos materiales y en la Figura 4 se grafican las curvas de probabilidad de Weibull.

Tabla 2. Parámetros de Weibull

| Material | Disilicato de litio | Óxido de zirconio |
|----------------|---------------------|-------------------|
| m | 3,319 | 2,656 |
| m_{corr} | 2,851 | 2,282 |
| Cu, N | 1891,9 | 2869,8 |
| Cl, N | 1196,7 | 1619,3 |
| Du | 4,910 | 3,929 |
| DI | 2,072 | 1,658 |
| σ_o , N | 1453,0 | 2063,6 |

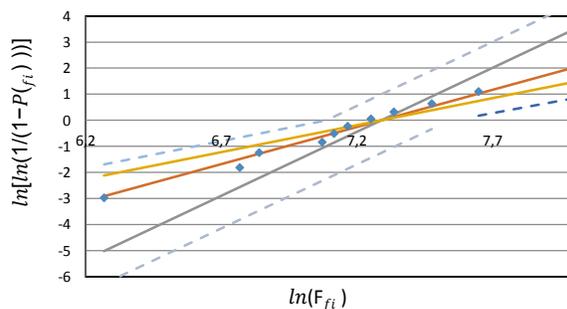


Figura 2. Curvas correspondientes a un intervalo de confianza del 95%, para el disilicato de litio

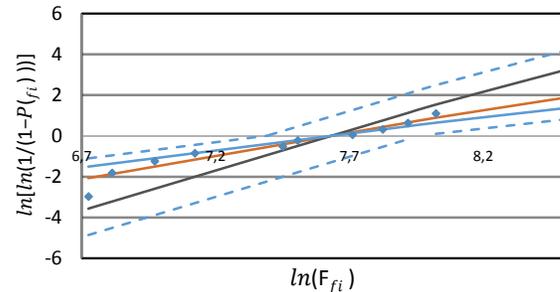


Figura 3. Curvas correspondientes a un intervalo de confianza del 95%, para el óxido de zirconio.

De las Figuras 2 y 3 se puede concluir que existe linealidad de los datos en los dos casos y por tanto se pueden considerar que tienen comportamiento de distribución de Weibull de dos parámetros y los resultados son válidos dentro del nivel de confianza del 95%.

Los resultados, Tabla 2 y Figura 4 indican que el óxido de zirconio presenta mayor resistencia (mayor F_o y una curva más desplazada a la derecha), y que el disilicato de litio es un material con más fiabilidad (mayor m , y mayor pendiente de la curva). Los resultados son similares a valores encontrados para materiales cerámicos en general (Luna, 2016), (García-Páez, 2014). Es importante aclarar que los valores que se pueden comparar son los de m , pues los valores de la fuerza de rotura encontrados dependen de la forma y el tamaño de la muestra. Así, pues los resultados son válidos sólo para premolares y no aplica a otros tipos de dientes con forma diferente.

En la Figura 4, se presentan las curvas de probabilidad de falla para los dos materiales, los puntos corresponden a los datos experimentales y la curva al modelo de Weibull obtenido.

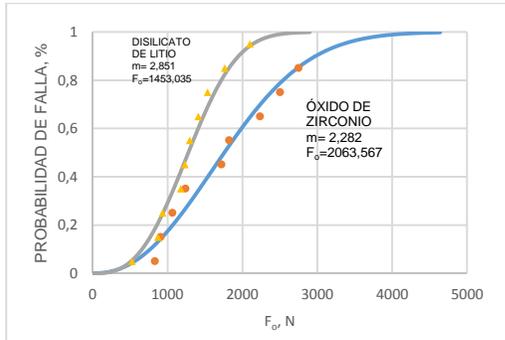


Figura 4. Curvas de Probabilidad de Weibull de los materiales estudiados

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis de Weibull es una herramienta útil para el estudio de las propiedades mecánicas de las restauraciones dentales y aportan información importante para la decisión del material a utilizar.

Las curvas de confianza demuestran que los datos de resistencia de los materiales tienen comportamiento de distribución de Weibull y por tanto los resultados son válidos dentro de este nivel de confianza.

Los resultados obtenidos fueron para el óxido de zirconio ($F_o = 1453,0$ N y $m = 3,319$) y para el disilicato de litio ($F_o = 2063,6$ N y $m = 2,656$). El odontólogo definirá a su criterio la característica que considere de mayor importancia en la decisión del material a utilizar.

REFERENCIAS

Española, N. UNE-EN 843-5. (01 de 01 de 2006). *Cerámicas técnicas avanzadas. Cerámicas monolíticas.*

Propiedades mecánicas a temperatura ambiente. Parte 5: Análisis estadístico.

García-Páez, I. H. (2014). Effect of Mg and Si co-substitution on microstructure and strength of tricalcium phosphate ceramics. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 30, 1-15.

Guerra, J. (15 de 07 de 2012). Estudio comparativo in vitro sobre la adaptación marginal en coronas de disilicato de litio: prensadas vs CAD/CAM (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León). *Rehabilitación oral*, 21-35. Obtenido de <https://scholar.google.es/scholar?q=Guerra+Delgado%2C+J.+C.+%282012%29.+Estudio+comparativo+in+vitro+sobre+la+adaptaci%C3%B3n+marginal+en+coronas+de+disilicato+de+litio%3A+prensadas+vs+CAD%2FCAM+%28Doctoral+dissertation%2C+Universidad+Aut%C3%B3noma+de+Nue>

Guzmán, H. (2007). *Biomateriales odontológicos de uso clínico.* Bogotá, Colombia: Litocamargo Ltda.

Luna, M. P. (2016). Resistencia a la fractura in vitro de incrustaciones cerámicas usando dos materiales como bases cavitarias. *Revista ADM* 73(3), 139-143.

Ramos, A. M.-C. (2015). Análisis probabilístico de elementos de vidrio recocido mediante una distribución triparamétrica Weibull. *Boletín de la sociedad española de cerámica y vidrio*, 153-158.

Wessa, P. (2016). *Free Statistics Software, Office for Research Development and Education, version 1.1.23-r7.* Obtenido de Free Statistics and



Forecasting Software:
<http://www.wessa.net/>

10. PRESENCIA DE SÍNTOMAS CLÍNICOS Y LA EXPOSICIÓN AL RIESGO BIOLÓGICO EN LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE

ZAIDA ROCIO CONTRERAS VELASQUEZ¹
PASTOR RAMIREZ LEAL²

¹ Departamento de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Francisco de Paula Santander. Grupo EULER zaidarociocv@ufps.edu.co.

² Departamento de Matemáticas y Estadística. Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Francisco de Paula Santander. Grupo EULER pastorramirez@ufps.edu.co

Resumen

Objetivos: Determinar el riesgo de aparición de síntomas clínicos ante la exposición al riesgo biológico en laboratorios de Campos Elíseos de la Universidad Francisco de Paula Santander **Metodología:** El diseño del estudio es de tipo transversal. Se aplicó la encuesta de Evaluación de Prácticas y Procedimientos relacionados con Bioseguridad y Riesgo Biológico en la que se preguntó por la presencia de algunos síntomas clínicos. **Población y muestra:** corresponde a 19 asistentes que laboran en los 24 laboratorios de la sede Campos Elíseos de la Universidad Francisco de Paula Santander **Resultados:** No se encontró asociación estadística por el método de Chi cuadrado y el estadístico la V de Cramer entre las variables relacionadas con la sintomatología, estos son cefalea ($p=0,305$), faringitis ($p=0,345$) infecciones respiratorias ($p=0,529$), infección de oído ($p=0,372$) salpullido ($p=0,259$) con la exposición al riesgo biológico; pero al realizar el análisis estadístico Odds ratio se determinó que aquellos asistentes que se exponen al riesgo biológico, tienen 3,75 veces más probabilidad de presentar cefalea y 2,7 más probabilidad de presentar faringitis. **Discusión:** Se hace necesario reforzar en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST en aspectos relacionados con las prácticas y procedimientos en los laboratorios así como, realizar un Sistema de Vigilancia Epidemiológica con miras a la prevención de enfermedades relacionadas con este tipo de riesgo.

Palabras claves: agente biológico, bioseguridad, enfermedad ocupacional, riesgo.

1. INTRODUCCIÓN

Según la Guía Técnica del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) Se entiende por exposición a agentes biológicos a la presencia de agentes biológicos o productos derivados de

éstos en el ambiente laboral, ya que ambos pueden generar enfermedad como consecuencia de la exposición de los trabajadores a tales agentes. Se distinguen tres categorías de exposición a agentes biológicos: la primera en la cual se manipulan o utiliza de manera deliberada un



agente biológico como ocurre en animales infectados, en diagnóstico microbiológico, industrias de biotecnologías, industrias farmacéuticas e industrias alimentarias; la segunda exposición ocurre cuando no se tiene contacto directo con agente biológico, en éste caso la exposición es incidental; y la tercera cuando la exposición no se deriva de la propia actividad laboral, por ejemplo el contagio de una infección respiratoria de un trabajador a otro.[1]

En la misma guía técnica del INSHT, define el agente biológico a aquellos microorganismos con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad o productos derivados de los mismos; que pueda generar enfermedad, como consecuencia de la exposición de los trabajadores a tales agentes. El concepto de agente biológico incluye, pero no está limitado a bacterias, hongos, virus, rickettsias, clamidias, endoparásitos humanos, productos de recombinación, cultivos celulares humanos o de animales, y los agentes biológicos potencialmente infecciosos que estas células puedan contener, priones y otros agentes infecciosos.

Infecciones debidas al trabajo no son comunes, pero las infecciones sistémicas son series y pueden pasar desapercibidas si no hay un alto índice de sospecha. Un cuidadoso estudio de la historia laboral del paciente puede revelar el diagnóstico de una enfermedad inusual. Infecciones superficiales no son tan graves pero se dificulta el diagnóstico y tratamiento, por lo que puede ser transmitida a otras personas. Algunas infecciones pueden causar una respuesta alérgica (pulmón del granjero), así mismo endotoxinas y micotoxinas pueden causar síntomas respiratorios agudos y

crónicos. Como toda enfermedad ocupacional, las infecciones ocupacionales son altamente prevenibles.[2]

La Universidad Francisco de Paula Santander, con el fin de llevar a cabo investigación, docencia y extensión; cuenta con los laboratorios ubicados en la sede Campos Elíseos en la que hay laboratorios de microbiología, biología molecular, operaciones unitarias, biotecnología vegetal, suelos, entomología, nutrición de peces, entre otros.

Dentro de las prácticas y procedimientos llevados a cabo en los laboratorios se hace necesaria la manipulación de agentes biológicos que implican un riesgo para el personal que asiste al complejo. Se hace importante un alto grado de responsabilidad para la correcta aplicabilidad de normas de bioseguridad que permita la prevención de enfermedades relacionadas con el riesgo biológico.[3][4]

En el marco del proyecto FINU, denominado “Validación estadística de un modelo para la evaluación del riesgo biológico en un laboratorio”, se hizo necesaria la aplicación de la encuesta de Evaluación de Prácticas y Procedimientos relacionados con el Riesgo Biológico, tal como lo establece el método Biogaval[5], entre otros[6] para la determinación del riesgo biológico.

Así mismo, se pretende determinar la asociación estadística entre la presencia de síntomas clínicos [7][8] como cefaléa, faringitis, otitis, infecciones respiratorias (bronquitis y bronconeumonía) y salpullido corporal con la exposición al riesgo biológico, entre los asistentes de la sede. Esto, teniendo en cuenta que en la sede, hay laboratorios donde se lleva a cabo exposición directa al riesgo biológico como



ocurre en los laboratorios de microbiología, biotecnología y el cepario.

2. MÉTODO

2.1 Diseño del estudio: de tipo transversal ya que se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su interrelación en un momento dado.

2.2 Población: constituida por los asistentes de todos los laboratorios de la Universidad Francisco de Paula Santander.

2.3 Muestra: Corresponde a 19 asistentes de los 24 laboratorios de la sede Campos Elíseos de la Universidad Francisco de Paula Santander, ubicada en el municipio de Los Patios, Norte de Santander.

2.4 Recolección de los datos:
Se diseñó una encuesta de evaluación de prácticas y procedimientos relacionados con bioseguridad y riesgo biológico.

El objetivo inicial de la encuesta era determinar las condiciones de infraestructura, dotación y equipos, documentación, prácticas y procedimientos generales y conocimientos en aspectos de higiene y seguridad industrial, pero se incluyeron otras preguntas directamente dirigidas a los asistentes en las cuales se determinó si recordaban haber presentado algunos síntomas clínicos como cefalea, faringitis a repetición, infecciones respiratorias (bronquitis y/o bronconeumonías) y salpullido en el cuerpo entre otras.

Así mismo se determinó las variables demográficas (edad, género), afiliación a la Empresa Promotora de Salud (EPS), esquema de vacunación actual y frecuencia de exposición en cada laboratorio.

A cada asistente se le preguntó las funciones que desarrollaba dentro del laboratorio a cargo y teniendo en cuenta esta información se evaluó si se encontraba o no expuesto directamente al riesgo biológico.

2.5 Análisis Estadístico: Los datos obtenidos fueron consignados en dos bases de datos diseñados para el análisis de la información.

Una base de datos de la encuesta que corresponde a aspectos relacionados con el cumplimiento de condiciones para los laboratorios y la segunda base de datos corresponde a la información relacionada con los asistentes de la sede.

Para el ingreso de los datos y el análisis de la información obtenida, se utiliza el programa SPSS versión 21.

Se hace análisis descriptivo de las variables cualitativas así como del cumplimiento de las prácticas y procedimientos en los laboratorios, determinando el porcentaje de cumplimiento de cada una de las preguntas establecidas en la encuesta.

De manera principal, se realizó la asociación de las variables cefaléa, faringitis, otitis, bronquitis o bronconeumonía y alergias respiratorias, con el hecho de que en sus laboratorios se lleve a cabo manipulación de riesgo biológico. Este análisis se llevó a cabo por medio de prueba de Chi cuadrado por coeficiente de Pearson y la V de Cramer para medir la potencia de las variables asociadas.

En éste caso, la hipótesis de correlación positiva si el valor $p < 0,05$.

Finalmente, se determinó el riesgo de padecer las manifestaciones clínicas a la exposición directa al riesgo biológico, utilizando el estadístico de Riesgo (Odds ratio), indicando de ésta manera el tamaño del efecto al tener exposición directa con el riesgo biológico.

3. RESULTADOS

Las características demográficas de los asistentes de la sede campos Elíseos, se puede visualizar en la Tabla 1.

Tabla 1. Características sociodemográficas y clínicas de los asistentes de la sede Campos Elíseos. UFPS

| VARIABLE | RESULTADOS OBTENIDOS |
|---|-----------------------------|
| Edad (años) | 35,9 IC 95%(31,2-40,6) |
| Tiempo laborado (meses) | 86,9 IC 95% (38,5-135,4) |
| Sexo % | |
| Femenino | 68,4 (n=13) |
| Masculino | 31,6 (n=6) |
| Afiliación EPS % | |
| Cafesalud | 42,1 (n=8) |
| Cooameva | 21,1 (n=4) |
| Nueva EPS | 36,8 (n=7) |
| Esquema de Vacunación % | SI NO |
| Sarampión, rubeola y paperas | 47,4 52,6 |
| Hepatitis B | 21,1 78,9 |
| Toxoide tetánico | 68,4 31,6 |
| Influenza | 31,6 68,4 |
| Síntomas durante el tiempo laborado en los laboratorios % | SI NO NR |

| | | | |
|----------------------------------|----------------|----------------|---------------|
| | 63,2 (n=12) | 36,8 (n=7) | |
| Cefalea | 15,8 (n=3) | 84,2 (n=16) | |
| Salpullido | 57,9 (n=11) | 42,1 (n=8) | |
| Faringitis | 10,5 (n=2) | 89,5 (n=17) | |
| Otitis | 5,3 (n=1) | 84,2 (n=16) | 10,5 (n=2) |
| Bronquitis y/o bronconeumonía | 36,8 (n=7) | 63,2 (n=12) | |
| Alergias respiratorias | | | |
| Exposición al riesgo Biológico % | SI | NO | |

| | | |
|----------------------------------|----------------|---------------|
| Exposición al riesgo Biológico % | 73,7 (n=14) | 26,3 (n=5) |
|----------------------------------|----------------|---------------|

Fuente: los autores

La asociación entre las variables de sintomatología y la exposición al riesgo biológico se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Asociación estadística entre algunos síntomas y la exposición al riesgo biológico

| Sintomatología | Chi ² (valor p) | V de Cramer (valor p) | OR |
|----------------|-------------------------------|--------------------------|-------------|
| Cefalea | 0,305 | 0,305 | 3,75 |
| Faringitis | 0,345 | 0,603 | 2,7 |

| | | | |
|--|-------|-------|-------------------------|
| Inf. Respiratorias (bronconeumonía o bronquitis) | 0,529 | 0,529 | No fue posible calcular |
| Otitis | 0,372 | 0,372 | 1,17 |
| Salpullido | 0,259 | 0,259 | 1,27 |

Fuente: los autores

De la base de datos relacionada con los 24 laboratorios, se determinó el porcentaje del cumplimiento en aspectos como infraestructura, dotación y equipos, disponibilidad de reactivos para llevar a cabo la limpieza y desinfección de áreas, señalización en especial en materia de riesgo biológico, documentación pertinente a bioseguridad y riesgo biológico y algunos aspectos de higiene y seguridad industrial como presencia extintores, plan de emergencias y desastres, capacitación y accidentes laborales.

Los resultados de los aspectos anteriormente nombrados se condensaron en la Tabla 3.

Tabla 3. Porcentaje de cumplimiento de las condiciones de los laboratorios de la sede Campos Elíseos de la UFPS

| EVALUACION DE CONDICIONES | % de cumplimiento | |
|---|-------------------|------|
| | SI | NO |
| Servicios Básicos (agua, energía, iluminación, ventilación) | 89,5 | 10,5 |
| Pisos | 92,7 | 7,3 |
| Paredes | 92,7 | 7,3 |
| Techos | 80,6 | 19,4 |

| | | |
|---|-------------|------|
| Mesones | 89,2 | 10,8 |
| Área Exclusiva (esterilización, lavado de material, lavado de manos, microbiología, área administrativa, materiales y reactivos) | 62,5 | 37,5 |
| Otros (lavado de manos a la salida del laboratorio, ducha lavaojos, estantería fijada, escalera o rampa, mesón de la centrífuga) | 46,7 | 53,3 |
| Almacenamiento de Residuos | 82,3 | 17,7 |
| Exigencia de EPP | 83,3 | 16,7 |
| Disponibilidad de material para limpieza y desinfección de áreas, equipos de pipeteo, etc | 55,1 | 44,9 |
| Recipientes de Residuos | 83,9 | 16,1 |
| Señalización | 47,2 | 52,8 |
| Documentación (normas de bioseguridad, limpieza y desinfección de áreas, esterilización, manejo de residuos, transporte de muestras, primeros auxilios, formato de evento adversos) | 31,0 | 70,0 |
| Procedimientos de manejo de residuos | 77,7 | 22,3 |
| Higiene y seguridad Industrial | 50,8 | 49,8 |

Fuente: los autores

4. CONCLUSIONES

Según las actividades desarrolladas por los asistentes, más del 70% de los asistentes se encuentra expuesto al riesgo biológico.



La prueba de Chi² y V de Cramer, no mostró asociación estadística, entre los síntomas clínicos evaluados a los asistentes como cefaléa, faringitis, otitis, infecciones respiratorias como bronquitis o brononeumonía y salpullido en el cuerpo; con la exposición al riesgo biológico.

Teniendo en cuenta que las variables no se encontraban asociadas o relacionadas, se tomó el estadístico de Riesgo (Odds Ratio), el cual indica el tamaño del efecto, y se determinó que los asistentes expuestos de manera directa al riesgo biológico tienen 3,75 veces más de padecer cefalea y 2,7 veces más de padecer faringitis a repetición, que aquellos que no se encuentran expuestos al riesgo biológico.

Las manifestaciones clínicas estudiadas pueden estar relacionadas a la presencia de partículas de hongos como *Mucor spp* y *Aspergillus spp*, como desencadenantes de alergias respiratorias las cuales pueden manifestarse como inflamación de vías respiratorias altas (faringitis), rinosinusitis (cefalea).[9]

La edad media de los asistentes se encuentra relacionada como adulto joven, la cual se caracteriza, según la OMS, en presentar hábitos de vida ya establecidos.

Los esquemas de vacunación se encuentran incompletos para la gran mayoría de los asistentes, lo cual aumenta el riesgo de padecer enfermedades para las que incluso se tiene protección inmunológica por medio de vacunas. [10][11]

De manera simultánea se puede concluir para los laboratorios de la sede Campos Elíseos, que en materia de infraestructura, gestión de residuos y exigencia de elementos de protección

personal se cumple en más de un 80%, aspecto favorable, teniendo en cuenta la inversión realizada por la institución educativa a la Facultad de Ciencias Agrarias, especialmente en esta sede.

Es importante mejorar en aspectos como la gestión documental en especial en protocolos de manejo en materia de bioseguridad, limpieza y desinfección de áreas, esterilización, transporte de muestras de tipo biológico.

5. RECOMENDACIONES

Se hace necesario reforzar en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST en aspectos relacionados con las prácticas y procedimientos en los laboratorios así como, realizar un Sistema de Vigilancia Epidemiológica con miras a la prevención de enfermedades relacionadas con este tipo de riesgo.

Se debe trabajar en la generación de documentos relacionados con bioseguridad, limpieza y desinfección de áreas, esterilización, primeros auxilios y formato de eventos adversos, los cuales deben ser acordes con los procedimientos y actividades que se desarrollan dentro del complejo.

Se debe notificar cualquier situación al SGSST, cualquier situación que altere las condiciones de riesgo y/o seguridad relacionadas con el riesgo biológico.

Es importante incentivar el esquema de vacunación completo entre el personal que asiste a los laboratorios, así como del personal docente y estudiantil de la UFPS.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 1997. Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los riesgos



relacionados con la exposición a agentes biológicos. Madrid. España: INSHT.

[2] Snashall, D. 1996. Occupational Infectious. ABC of Work Related Disorders. (313): 551-554.

[3] Fink, S. 2010. Bioseguridad: Una responsabilidad del investigador. Médica. No 3 (70): 299-302.

[4] Tapias, L. Tapias, L. Torres, S. Vega, A. Valencia, L. Orozco, L. 2010. Accidentes biológicos en estudiantes de medicina de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. Colombia. Salud UIS. (42): 192-199.

[5] Llorca, J. Soto, F. Laborda, R. Benaven, S. 2013. Manual Práctico para la Evaluación del Riesgo Biológico en Actividades Laborales diversas – BIOGAVAL. Valencia. España. INVASSAT.

[6] Aguilar, E. Campo, A. Morchon, R y Martinez, V. 2015. Diferencias de protección frente al riesgo biológico laboral en función del tamaño de la empresa. Revista de Salud Pública. No 2(17):195-207.

[7] Toloza, D. Lizarazo, M. 2011. Aeromicrobiología del Archivo Central de la

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Tunja- Boyaca). Acta Biológica de Colombia. No 1(16): 185-199.

[8] Rojas, M. Squillante, G. Espinoza, C. 2002. Condiciones de Trabajo y Salud de una Universidad Venezolana. Salud Pública de México. No 5(44): 413-421.

[9] Suresh, S. Arumugam, D. Zacharias, G. Palaninathan, S. Viswanathan, R. Venkatram, V. 2016. Prevalence and clinical profile of fungal rhinosinusitis. No2(7):115-120.

[10] Sanchez, J. Hernandez, I. Barrenengoa, J. Martinez, H. Camargo, R. Crtagen, L. Villanueva, C. Gonzalez, M. 2011. Determinación de la vacunación antigripal en personal sanitario. Gaceta Sanitaria. No1 (25):29-34.

[11] Marques Da Casa F. Eleuterio, A. Eleuterio, P. Nunes, D. Suarez, V. Concerçao, R. 2013. ¿La vacunación contra la hepatitis B es una realidad entre trabajadores de la atención primaria en Salud. Leista Latino-Am Emfermagem. No 1(21): 1-9.



11. DIFICULTADES CONCEPTUALES ENTORNO AL CONCEPTO DE DERIVADA EN ESTUDIANTES DE PRIMER SEMESTRE EN LA UFPS

EDDY CENAI DA ALVAREZ FERREIRA¹
 LUIS ALBERTO AVELLANEDA CÁ CERES²
 JACKSON JOE QUINTERO TIRADO³

¹²³Licenciatura en Matemáticas- Universidad Francisco de Paula Santander
 (Avance de Trabajo de Grado)

Resumen

Los estudiantes que ingresan al sistema de Educación Superior deben iniciar su formación académica enfrentándose a al menos un curso de Matemáticas en programas de formación Socio-Humanista, o tres o más cursos en programas de Ingeniería, en el que se abordaran diversos conceptos que ya han sido tratados en su formación Secundaria y Media Vocacional. Pero el haberlos visto en el colegio no les garantiza el éxito y la obtención de resultados positivos en la universidad, posiblemente debido a que la enseñanza se ha limitado a la realización de procesos mecánicos asociados con el pensamiento variacional lo que se convierte en un obstáculo en busca de la comprensión profunda de los conceptos matemáticos. Para el desarrollo la investigación se utilizó una metodología descriptiva, que incluye el análisis cuantitativo para caracterizar cada uno de los elementos constitutivos del triángulo didáctico (contenido-estudiante-docente) alrededor del concepto de la *derivada*. Con el fin de obtener un panorama global de los obstáculos que poseen los estudiantes, se seleccionaron intencionalmente grupos de primer semestre de dos facultades diferentes pero que sus programas se encuentran en el camino de la acreditación de calidad, por una parte el grupo de estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas y por otra parte, los estudiantes del programa de Licenciatura en Matemáticas.

PALABRAS CLAVES: Concepciones, conceptos y situación.

1. INTRODUCCIÓN

Las matemáticas en su proceso de enseñanza y aprendizaje ha sido siempre un tema de mucha dificultad pues no solo el desinterés por parte del estudiante, también se siente con un tabú de enfrentar ese reto de dominio en competencias y en algunos casos el docente no se encuentra adecuadamente

preparado para ayudar a enfrentar en esta dificultad al estudiante.

La intención de esta investigación no es generalizar el problema del aprendizaje de las Matemáticas en los estudiantes de educación superior, sino que se desea enfocar sobre el concepto de la Derivada. Es por ello que se tiene como punto de partida indagar



sobre el nivel de apropiación conceptual y entendimiento que poseen los estudiantes de la de primer semestre una vez egresan del colegio alrededor de este concepto con el fin de identificar las fortalezas y debilidades que existen alrededor de este tema tan importante en los cursos de Cálculo Diferencial.

2. CONTEXTO DEL PROBLEMA

Una pregunta que se hace con mucho interés los investigadores en el campo de la Educación Matemática es el bajo nivel académico que presentan los estudiantes alrededor de la conceptualización matemática, al finalizar su proceso de formación en educación media; una muestra de ello son los resultados obtenidos por Colombia en pruebas internacionales como por ejemplo el TIMSS (Trend in International Mathematics and Science Study), en donde el promedio de los estudiantes de Octavo grado fue de 380 en una escala de 0 a 1000, dónde la mayoría de los estudiantes se ubicaron entre 301 y 459, es decir, el mejor estudiante de Colombia no llega ni al promedio (500 puntos) quedando así nuestro país en la onceava posición por debajo de la media.

Las pruebas estandarizadas lideradas por el ICFES podrían ser otro punto de partida, para lograr tener un indicador de que el aprendizaje de los conceptos matemáticos en las instituciones educativas es bajo, independientemente de los factores que puedan influir sobre la instituciones, perfil del docente, tipo de institución, en fin cualquiera que afecte el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Contrario a ésta afirmación se podría pensar que los estudiantes que obtienen buenos resultados en pruebas académicas durante su proceso de formación no presentan dificultades cognitivas, pero el trabajo de Selden (2000) mostró que los estudiantes que han obtenido un promedio académico medio alto en sus cursos de

Cálculo, poseen dificultades cognitivas cuando se les enfrenta a problemas no rutinarios.

Con lo dicho anteriormente, queda en evidencia la existencia de dificultades académicas alrededor de diversos conceptos matemáticos, queda claro que las actuales prácticas docentes no son tan eficientes como se esperaría que lo fueran y ello está afectando los procesos formativos de los estudiantes evitando el desarrollo de las competencias que se esperarían deben alcanzar durante la formación secundaria para iniciar su camino en la educación superior.

3. METODOLOGÍA

Para la realización de la presente investigación sobre concepciones alrededor del concepto de Derivada en estudiantes universitarios de la Facultad de Ingenierías y de Licenciatura de Matemáticas con el propósito de obtener resultados confiables se desarrollará con un estudio de caso donde se busca analizar y explorar las distintas categorías y dimensiones que se relacionan con los pre saberes del uso y apropiación de dichos conceptos matemáticos.

Para definir el nivel en el que se encuentra la presente propuesta investigativa, se cita a Arias (2012): “El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda el fenómeno u objeto de estudio” (p. 23). A partir de la anterior definición se puede afirmar que el nivel de la investigación es descriptiva, la cual consiste en “buscar y especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice en grupo o población” (Hernández Sampieri, 2006), que nos permitirá examinar el problema de investigación y documentarlo.

Universo. Todos los estudiantes de pregrado de Ingeniería de Sistemas y



Licenciatura en Matemáticas de la Universidad Francisco de Paula Santander de Cúcuta, matriculados en el periodo 2016-2.

seleccionados en función de las fortalezas y debilidades, ello con el fin de identificar similitudes o diferencias entre los dos grupos.

Muestra. Una muestra no probabilística de 36 estudiantes de primer semestre grupo A de los programas de Ingeniería de Sistemas (26) y de Licenciatura de Matemáticas (10), de la Universidad Francisco de Paula Santander.

4. RESULTADOS

En la **Tabla.1** podremos evidenciar los diferentes rangos de edades en las que se encuentra la muestra.

| Programa Edad | Lic. en Matemática | Ing. de Sistemas |
|------------------|-----------------------|---------------------|
| 15-16 | 0 | 13 |
| 17-18 | 5 | 12 |
| 19-20 | 5 | 0 |

Tabla 1.

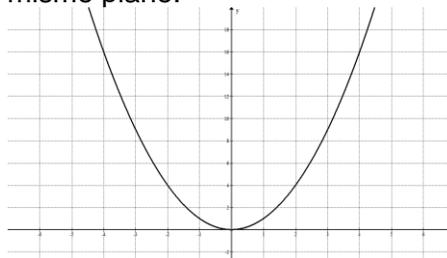
La **Tabla.1** nos muestra el semestre en el que fueron tomadas, por una parte Ingeniería de Sistemas ven el Cálculo Diferencial en el primer semestre del programa, mientras que Licenciatura en Matemáticas en primer semestre ven una asignatura llamada Matemática Básica y en el siguiente semestre desarrollan el Cálculo Diferencial.

Según Piaget por su edad cronológica se ubican en la etapa de las operaciones formales con desarrollo de la lógica, matemáticos y las reglas de inferencia usadas en el razonamiento avanzado, incluyendo el razonamiento acerca de ideas abstractas o respecto a posibilidades teóricas que nunca han ocurrido en la realidad.

Las tablas **3** y **4** permiten evidenciar el comparativo de los dos programas

Instrumento aplicado

- 1) A partir de la gráfica de la función $f(x)$, grafique su derivada $f'(x)$ en el mismo plano.

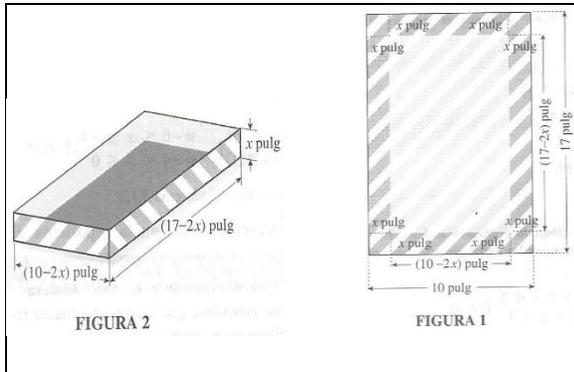


- 2) Calcule la derivada de la siguiente función utilizando los teoremas que sean necesarios:

$$g(x) = \frac{x^4 - 2x^2 + 5x + 1}{x^4}$$

- 3) Calcule la derivada de la función:
 $h(z) = \cos(8x^2 + 5x)^3$

- 4) Un fabricante de cajas de cartón quiere elaborar cajas abiertas a partir de trozos rectangulares de cartón con dimensiones de 10 pulgadas por 17 pulgadas, cortando cuadrados en las cuatro esquinas y doblando los lados hacia arriba. Se desea determinar la longitud del lado de los cuadrados que se deben cortar de modo que la caja tenga el mayor volumen posible. La figura 1 muestra uno de los trozos de cartón indicados y la figura 2 representa la caja.



| Fortalezas | | |
|------------|---|---|
| ÍTEM | Lic. Matemáticas | ing. Sistemas |
| #1 | <ul style="list-style-type: none"> -Abstrae información de la gráfica. Propone expresión algebraica para una función. -Deriva funciones de 2 grado. Grafica una función lineal. -Tabula a partir de una función. | <ul style="list-style-type: none"> -Abstrae información de la gráfica. Propone expresión algebraica para una función. -Deriva funciones de 2 grado. Grafica una función lineal. |
| #2 | <ul style="list-style-type: none"> -Identifica la derivación de un cociente. -Resuelve operaciones algebraicas. -Simplifica fracciones algebraicas. | <ul style="list-style-type: none"> -Identifica la derivación de un cociente. -Resuelve operaciones algebraicas. -Simplifica fracciones algebraicas. |
| #3 | <ul style="list-style-type: none"> -Selecciona el procedimiento adecuado. -Conoce las reglas de derivación. -Resuelve | <ul style="list-style-type: none"> -Selecciona el procedimiento adecuado. -Conoce las reglas de derivación. -Resuelve |

| | | |
|----|---|--|
| | operaciones algebraicas. -Simplifica expresiones algebraicas. | operaciones algebraicas. |
| #4 | <ul style="list-style-type: none"> -Plantea soluciones a un problema contextualizado. -Propone expresiones algebraicas relacionadas con el área y volumen. -Conoce el concepto de máximo y mínimo de la derivada. -Reemplaza valores en una ecuación. | <ul style="list-style-type: none"> -Plantea soluciones a un problema contextualizado. -Propone expresiones algebraicas relacionadas con el área y volumen. |

Tabla 2

En la tabla dos evidenciamos las fortalezas encontradas luego de la aplicación de La prueba en las muestras uno y dos.

| Debilidades | | |
|-------------|--|---|
| ÍTEM | Lic. Matemáticas | Ing. Sistemas |
| #1 | -La tabulación de una función lineal. | -No identifica la función dada (grafica). La tabulación de una función lineal. |
| #2 | Confunde la derivación de un cociente con la de un producto. Operaciones de números enteros. | <ul style="list-style-type: none"> -Confunde la derivación de un cociente con la de un producto. -Operaciones de expresiones algebraicas. -Operaciones de números enteros. -Simplificación de |



| | | |
|----|--|--|
| | | fracciones algebraicas. |
| #3 | -Operaciones de expresiones algebraicas. -Simplificación de fracciones algebraicas. | -Procedimiento adecuado. -Operaciones de expresiones algebraicas. -Simplificación de fracciones algebraicas. |
| #4 | Contextualizar los conceptos. | Plantear soluciones -Contextualizar lo conceptos -Desconoce las temáticas. |

Tabla 3

En esta tabla se muestran las debilidades encontradas luego de la aplicación de La prueba en las muestras uno y dos.

4. CONCLUSIONES

Los estudiantes presentan una mayor debilidad cuando se trata de problemas no rutinarios.

Los estudiantes que en sus estudios de educación media eligieron una técnica poseen bases más sólidas en los conceptos y procedimientos en la solución de problemas.

Los estudiantes de licenciatura en matemáticas demuestran mayor desempeño en la solución de problemas de gráficos y tabulaciones. Tal vez por las materias vistas con anterioridad, con el fin de afianzar conceptos.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. Bogotá: Mc Graw Hill.

Hernández Sampieri (2006). *Metodología de la Investigación*.

Selden, A., Selden, J. y Mason, A. (1994). Even good calculus students solve nonroutine problems?. In *Reserch Issues in Undergraduate Mathematics Learning*. (J. Kaput y De Dubinsky), *MAA Notes*, 33, 19-26.

Trends in International Mathematics and Sciences Study "TIMSS" (2007). *International Mathematics Report*. Recuperado de: <http://nces.ed.gov/timss/>



12. IMPLEMENTACIÓN DE APLICATIVOS MÓVILES COMO ALTERNATIVA DE EVALUACIÓN PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS

JOSÉ ALEXANDER ARGUELLO ALBA¹
CESAR AUGUSTO HERNANDEZ SUAREZ²

¹ Docente Departamento de Pedagogía, Andragogía, Comunicación y Multimedia. Universidad Francisco de Paula Santander. josealexanderaa@ufps.edu.co

² Director Grupo de Investigación en Pedagogía y Prácticas Pedagógicas. Docente Departamento de Pedagogía, Andragogía, Comunicación y Multimedia. Universidad Francisco de Paula Santander. cesaraugusto@ufps.edu.co

Resumen

La propuesta pretende implementar el aplicativo móvil en las instituciones educativas y busca medir la efectividad de evaluar a través del recurso los conocimientos adquiridos en el aula de clase especialmente en el área de Matemáticas sobre el uso de las nuevas tecnologías, en especial de las TIC, en el desarrollo de la utilización los aplicativos móviles en los estudiantes de secundaria. El desarrollo de dichos procesos es fundamental debido a que las matemáticas son de vital importancia en el desarrollo tecnológico, pero estas no solo se deben ver desde el punto de vista de sus aplicaciones, sino como una herramienta fundamental para el que los estudiantes desarrollen capacidades de interpretación y razonamiento, que no solo son relevantes en el proceso matemático.

Palabras claves: *App móviles, evaluación de aprendizajes, mediaciones tecnológicas de aprendizaje.*

1. INTRODUCCIÓN

La cuestión de la evaluación relacionada al uso de TIC no se refiere sólo a transferir modelos de evaluación tradicionales a nuevos ambientes mediados por la tecnología. Por lo que la evaluación debe cambiar a la par que los procesos de enseñanza y de aprendizaje también lo hagan. Al utilizar tecnologías en el aula, las evaluaciones clásicas quedan desfasadas perdiendo tanto datos cualitativos como cuantitativos, hecho que puede recuperarse con una nueva evaluación ahora en

escenarios tecnológicos. Como la evaluación es un elemento constitutivo de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y como tal, resulta fundamental para producir información que les permita a los estudiantes reconocer aciertos y dificultades en su proceso y actuar en consecuencia, implementando estrategias de estudio y aprendizaje.

Al mismo tiempo, brinda información vital para que el docente reoriente su diseño de enseñanza. Desde esta perspectiva, la evaluación se realiza en diferentes



momentos del proceso educativo y sobre diferentes elementos y situaciones. Es necesario considerar una evaluación congruente con la concepción del proceso de aprendizaje de partida. De allí la importancia de interesarse por los fundamentos pedagógicos y de incluir la evaluación en los cambios metodológicos asociados al uso de estrategias centradas en el estudiante mediante el uso de la TIC.

La necesidad de cambiar las formas de evaluación está siendo cada vez más necesaria dentro de las aulas. En varias ocasiones diseñar una evaluación innovadora y alternativa supone dificultad (Cázares y Cuevas, 2008). Esta dificultad es tratar de ver al conocimiento que se obtiene en un proceso educativo con un enfoque práctico, en el que se sepa hacer algo con el conocimiento más que con la memorización.

La cuestión de la evaluación relacionada al uso de TIC no se refiere sólo a transferir modelos de evaluación tradicionales a mediaciones tecnológicas o analizar si es necesario generar nuevas concepciones relacionadas con los propósitos y formas de evaluación. Lo que debe interesar son los fundamentos pedagógicos que sustentan una evaluación auténtica en los entornos mediados con TIC, que oportunidades de aprendizaje y evaluación se pueden crear mediante TIC, o en qué aspectos se enriquecen o empobrecen actuaciones tanto de los profesores como de los estudiantes. Como señala Camillioni (1998), el proceso de evaluar atraviesa los procesos de enseñanza y de aprendizaje de manera tal, que si se analizara y modificara en profundidad la idea de evaluar se modificarían sustancialmente los procesos de intervención de los docentes.

La evaluación de aprendizajes en las mediaciones tecnológicas implica un proceso de carácter sistémico que obliga al docente a revisar el modelo pedagógico que sustenta su actividad formativa. El diseño de la evaluación forma parte de la estrategia didáctica del docente. En función de cómo la evaluación sea considerada al diseñar el proceso, puede ser percibida como un juicio taxativo sin posibilidad de cambio o mejora o como una ocasión para aprender. Por ello las metodologías centradas en el estudiante no son ajenas a los procesos de evaluación de los aprendizajes.

2. LAS TIC Y LOS NUEVOS MODOS DE ENSEÑAR, APRENDER Y EVALUAR

La influencia de la tecnología en los modos de enseñar y aprender genera nuevos desafíos para la evaluación. La tecnología por sí sola no provoca cambios, no realiza aportes mágicos. A partir del diseño, la implementación y evaluación de propuestas de formación en las mediaciones tecnológicas por parte del profesor y en cogestión con el estudiante, se pueden potenciar buenas prácticas de aprendizaje y de construcción conjunta de conocimiento. Se plantean básicamente dos posicionamientos y/o paradigmas sobre la relación con la tecnología. Éstos traen diferentes consecuencias en las decisiones y estrategias didácticas elegidas por los docentes.

Si se parte del supuesto que el hombre necesita de la tecnología, el estudiante podría sobrevalorar adecuadamente el rol de la tecnología y considerarla de manera instrumental como un medio que le ayuda a obtener logros personales en forma más rápida, sin respetar pautas de un proceso. Los docentes, en particular, percibirían, desde esta perspectiva, la tecnología como una ayuda para proponer tareas, exámenes



y actividades de evaluación. En cambio, si se considera que la tecnología necesita del hombre, los pilares y los principios básicos varían. El criterio humano es y seguirá siendo la fuente principal de la toma de decisiones y de transferencias de conocimientos y aprendizajes. La infraestructura tecnológica puede permitir el registro flexible y exhaustivo de los datos de los procesos y el seguimiento de los progresos y avances del desarrollo cognitivos de los estudiantes, de construcción de conocimientos y la adquisición de habilidades y competencias.

Trabajar con tecnología genera un nuevo reto, donde su utilización, requiere que se generen nuevos problemas (Saidón, Negro y Bertúa, 2007). Las tecnologías transforman la ecología del aula y las funciones docentes, estos cambios están induciendo una mutación sistemática en las teorías y en las prácticas didácticas (Fernández, 2003).

La evaluación educativa es entendida como un “proceso sistemático de recopilación de información (cualitativa y/o cuantitativa) para enjuiciar el valor o mérito de algún ámbito de la educación (aprendizajes, docencia, programas, instituciones, sistemas nacionales de educación), previa comparación con unas normas o criterios determinados con anterioridad y que responden a instancias de referencias específicas” (Pimienta, 2008, p.4).

Al hablar de una nueva evaluación donde la tecnología es la mediadora, requiere que el evaluador desde la perspectiva tecnológica focalice aspectos como la organización, la estructura, las estrategias y habilidades (Mateo, 2006).

Desde esta perspectiva el proceso innovador requiere formación y práctica que permita mejorar las técnicas empleadas. Mejorar conlleva a detectar las posibles fallas y eliminarlas de las posteriores prácticas evaluativas. Con ello no se quiere decir que todas las debilidades se superarán; si el sistema es frágil y por más que se intente mejorar este no funciona adecuadamente, lo idóneo sería suplirlo por uno nuevo que represente mayores oportunidades.

Una idea relacionada es la que López y Hinojosa (2000) conocen como evaluación alternativa, la cual es considerada como los nuevos procedimientos y técnicas que pueden ser usados dentro del contexto de la enseñanza e incorporados a las actividades diarias el aula. Esta evaluación incluye una variedad de técnicas de evaluación, entendiendo estas como “cualquier instrumento, situación, recurso o procedimiento que se utilice para obtener información sobre la marcha del proceso” (Zabalza, 1991, p.246, citado en López y Hinojosa, 2000, p. 3).

En el caso de la evaluación de matemática en mediaciones tecnológicas, un error común, es considerar que la secuenciación de contenidos y actividades, la apertura de foros de discusión y la entrega de tareas en forma sistemática y regular son la solución para alcanzar buenos aprendizajes. Siguiendo a autores ya mencionados (Milevich y Lois; 2010) la enseñanza y evaluación de aprendizajes de nociones matemáticas en mediaciones tecnológicas, requiere de un entorno que permita interactuar con las representaciones de los objetos matemáticos de manera sencilla, a través de representaciones graficas interactivas, tablas de datos, diversidad de situaciones problemáticas que faciliten luego la transferencia de los nuevos



aprendizaje, que faciliten la ejemplificación y atribución de propiedades a los distintos objetos, etc.

Las actividades para alcanzar este cometido son muchas: resolución de problemas, exploración, planteo de hipótesis sobre la propuesta dada, análisis de un problema desde varias perspectivas, revisión de las estrategias que se emplea para la resolución de situaciones problemáticas, modificación de las mismas si fuera necesario, planteo de los pasos claves para la solución de las situaciones, explicitación de las soluciones escritas con claridad suficiente, dejarse guiar por el docente en la conversión entre distintas representaciones y los procesos de revisión en la búsqueda de la solución al problema o situación planteada.

3. USO DE APP EN PROCESOS EVALUATIVOS

En la actualidad, los dispositivos móviles se han convertido, de manera progresiva conforme han ido evolucionando y por así decirlo, en una extensión más del cuerpo humano, pues están con él la mayor parte del día, incluso cuando se duerme. Un dispositivo móvil actual no se limita a las simples funciones de comunicación que ofrecían los antiguos teléfonos móviles; un “Smartphone” es una pequeña computadora de bolsillo, y proporciona una enorme cantidad de funciones y servicios, que a través de aplicaciones se puede explotar de diversas maneras y en general de forma sencilla e intuitiva. Como respuesta a estos usos, surgen aplicaciones, que servirá para facilitar el estudio de exámenes de tipo test de toda índole, aprovechando las horas que una persona pasa con el móvil para algo productivo como es el estudio. Supóngase que se tienen exámenes de años anteriores, con preguntas y respuestas, y las soluciones

por otro lado. Usualmente, para el estudio, se suelen ir apuntando en una hoja las respuestas que se creen correctas y luego se comprueban las soluciones. Esta aplicación vendría a ser el sustituto de esa hoja de papel, eliminando de la ecuación el papel y el bolígrafo, y haciendo más cómodo el estudio. El presente cursillo se centra en el estudio de aplicaciones sencillas e intuitivas para ser usada por todo tipo de usuarios sin importar sus conocimientos, que ofrezca la posibilidad de gestionar asignaturas y tests de las mismas para el autoestudio.

Aplicaciones para el estudio de exámenes tipo test. Actualmente existen diversas aplicaciones para el repaso o estudio de exámenes tipo test en dispositivos móviles, se van a ver a continuación algunas de ellas.

MyCQs. Es una aplicación con la que se pueden crear exámenes tipo tests, con las preguntas y respuestas y compartirlas con los amigos, o descargar tests hechos por otros usuarios desde la propia aplicación, disponible para iOS y Android. Además de poder crear test con preguntas y respuestas en la propia app, se pueden crear desde la web de la aplicación.

CAQ (Create a Quiz). Esta aplicación permite la creación de exámenes tipo test directamente desde el móvil, además de importar y exportar tests. CAQ es una aplicación de prueba por lo que le da la capacidad de crear, tomar y compartir sus pruebas de una manera fácil, rápida. Sus Características: crear hasta 6 pruebas, crear un máximo de 30 preguntas por cuestionario, pruebas de importación, actividades de concurso. La app posee cinco tipos de pregunta: opción múltiple, pregunta estándar (respuesta escrita), cuestión de imagen, grupos de tarjetas y pregunta dibujo. Para



obtener una funcionalidad completa hay que comprar una clave que tiene costo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Entre los puntos a destacar de estas aplicaciones, es que son: sencillas e intuitivas, ya que cualquier persona podrá usarla sin mayor dificultad; comodidad para el estudiante porque podrá estudiar sin necesidad de papel y lápiz. Además de tener centralizados los resultados de los test; ahorro de papel pues el papel utilizado para repasar exámenes tipo test suele acabar en la basura y comodidad para el profesor, incluyendo todas las respuestas de los test, para facilitarle el estudio a los estudiantes.

La evaluación en escenarios tecnológicos, debe permitir visualizar a la tecnología como un instrumento a favor. Los estudiantes se sienten a gusto con la utilización de la tecnología y se logran cumplir los aprendizajes esperados de los temas estudiados y les permite interactuar y formar lazos de trabajo como los que futuramente tendrán para cumplir una tarea en determinada empresa cual sea, así mismo permite apreciar el desempeño de cada integrante y las capacidades que tiene.

En este sentido el aprendizaje de los conceptos matemáticos con mediaciones tecnológicas requiere la incorporación de simulaciones, modelos y herramientas de visualización, esto facilitará la asimilación de contenidos cada vez más abstractos y complejos.

REFERENCIAS

Camillioni, A. y otros. (1998). La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo. Buenos Aires: Paidós.

Cázares, I. y Cuevas, J. (2008). Planeación y evaluación basadas en competencias: Fundamentos y prácticas para el desarrollo de competencias docentes, desde preescolar hasta el posgrado. México: Trillas.

Fernández, R. (2003). Competencias profesionales del docente en la sociedad del siglo XXI. Recuperado de <http://www.uclm.es/profesorado/ricardo/cursos/competenciaprofesionales.pdf>

López B. y Hinojosa E. (2000). Evaluación del aprendizaje. Alternativas y nuevos desarrollos. México: Trillas.

Mateo, A. (2006). La evaluación educativa, su práctica y otras metáforas. Barcelona: Alfaomega.

Pimienta, J. (2008) Evaluación de los Aprendizajes. Un enfoque basado en competencias (pp.11-21). México: Pearson.

Saidón, L., Negro G. y Bertúa, J. (2007). Perspectivas de exploración de problemas clásicos con nuevas herramientas. Paper de respaldo de la Conferencia dictada en las Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales (UNLP - 2007 - Argentina). Recuperado de <https://archive.geogebra.org/static/publications/2007-saidon-exploracion.pdf>



13. DISEÑO DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA EL PRONOSTICO DE LA DESERCIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA EN LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

OMAR CASTELLANOS SORIANO¹
 JHAN PIERO ROJAS SUAREZ ²
 CESAR AUGUSTO HERNANDEZ SUAREZ³

¹ Docente Departamento de Matemáticas y Estadística - UFPS. omarcs@ufps.edu.co

² Decano Facultad de Ingenierías - UFPS. jhanpierorojas@ufps.edu.co

³ Director Programa Licenciatura en Matemáticas. cesaraugusto@ufps.edu.co

Resumen

Esta propuesta de investigación aborda un problema muy importante a nivel mundial como lo es la deserción de los estudiantes en las IES. Donde se utilizara un modelo estocástico matemático con las cadenas de markov para el pronóstico de la deserción de estudiantes. Se tomará como objeto de estudio los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Francisco de Paula Santander ya que esta oferta el mayor número de programas académicos y en índice de matrícula genera el 45% de los estudiantes en primer semestre. Con la identificación de variables de tipo demográfico, socio afectivas, socioeconómicas, académicas y administrativas se emplea una metodología cuantitativa no experimental utilizando las cadenas de Markov para el diseño de un modelo matemático que permita el pronóstico de la deserción de los programas de ingeniería de la Universidad Francisco de Paula Santander.

El estudio se limita los programas de la facultad de ingeniería. Identificadas las variables se hará un análisis de ubicación de los estudiantes en un semestre académico con el fin de identificar el semestre o cohorte a que pertenecen para el estudio de su posible deserción. Se efectuará con la base de datos obtenida en registro y control, se realizara un estudio de regresión en el que se identifica y validan las variables de mayor incidencia a tener en cuenta en el modelo. Este modelo fortalecer los referentes estadísticos y ser un apoyo que permita la elaboración de estrategias y toma de decisiones para evitar la deserción de los estudiantes de la universidad.

Palabras claves: Deserción, estocástico, modelo matemático

1. INTRODUCCIÓN

La deserción de estudiantes de las instituciones de educación superior se ha convertido en problema mundial, nacional y regional. Según el (Ministerio de Educación Nacional, 2013) la deserción anual en Colombia se encontraba en el 11,1%, siendo comprada con países como Reino unido 8,6% y otros países con una tasa más alta pero con una oferta académica mucho

mayor como Brasil 18% y Estados Unidos 18.3%.la tasa de deserción por cohorte indicador que ilustra la cantidad de estudiantes que desertar de cada 100 estudiantes que ingresan a un programa académico a la universidad Colombia alcanza una tasa de deserción del 45,3% superando a países con cifras cercanas como México y argentina con el 42% y 43% mientras que otros países como Venezuela y Chile presentan deserción de 52% y 54% y



Costa Rica con el 62%. Esto indica que en la actualidad de cada 100 estudiantes que ingresan a la universidad cerca de la mitad se gradúan y los demás desertan durante el transcurso de la carrera.

El gobierno Nacional avanzado enormemente en cobertura entre los años 2012 y 2014 (MEN, 2015) la tasa de cobertura aumento de 24,4% al 46,1%, los logros obtenidos nos presentan retos pues la calidad, pertenencia y la inclusión implica el mejoramiento y la permanencia de los nuevos estudiantes.

La deserción, aunque aceptada se ha convertido en un problema que atrae la atención tanto de universidades públicas y privadas como también de los organismos que regulan la educación superior según Castaño , Gallón , Gómez , & Vasquez,(2008) la larga duracion de los estudios de pregrado ademas de aumentar los costos de los estudiantes genera gastos adicionales (en la educacion publica) ocasionado retraso al mercado laboral, costos sociales y economicos. Existen estudios estadisticos realizados por : Sistema de información que recoge la información de las Universidades e Instituciones Técnicas para generar índices sobre la deserción en Colombia (SPADIES) donde hace referencia al analisis de la desercion por periodos y por cohorte donde ha habido en la educacion universitaria un mejoramiento en el periodo con el 9,3% pero no ha ocurrido lo mismo con con las cohortes donde hay un aumento en la tasa de desercion al 46,1%. Para Norte de Santander la deserción por periodo se encuentra en 8,84% y la de cohorte en 50,81% lo que evidencia que mas de la mitad de los estudiantes que ingresn a la educacion superior universitaria no culminan con éxito sus estudios.

Son múltiples las variables que pueden incidir en el problema de la deserción de la

(IES) y ellas pueden diferir de una institución a otra, entre regiones o de acuerdo a las características socio económicas del estudiante entre otras.

La Universidad Francisco de Paula Santander (UFPS) no es ajena a esta problemática como también al compromiso de disminuir estos índices en su plan de mejoramiento de la calidad de la educación.

Como antecedente para el presente trabajo de investigación se puede citar en trabajo titulado Diseño de un modelo estocástico usando cadenas de markov para pronosticar la deserción académica de estudiantes de ingeniería. caso: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, donde propone el diseño de un modelo matemático que aporte información que ayude a encontrar una probabilidad de deserción y tiempo de permanencia para poder crear estrategias que conlleven a la permanencia y terminación de la formación superior del estudiante. Ya que en su contenido propicia referentes básicos que se pueden adaptar y mejorar para ser aplicados al contexto en la Universidad Francisco de Paula Santander.

Son varios los métodos que se pueden utilizar para el análisis y pronóstico de deserción de los estudiantes de educación superior y en algunos casos no se logra obtener unos resultados satisfactorios. Por tanto, la importancia de utilizar como alternativa las cadenas de Markov para verificar su eficacia y poder resolver los siguientes interrogantes:

¿Cuáles son las variables que inciden en la deserción de los estudiantes de ingeniería de la Universidad Francisco de Paula Santander?, ¿Que probabilidad de deserción tiene un estudiante de la Universidad Francisco de Paula Santander



de acuerdo a las variables en contexto encontradas?

Concepto de la deserción en las IES en Colombia. Para el MEN la definición de desertor se contempla desde tres instancias principalmente:

- Se considera a un estudiante como desertor de programa si abandona un programa académico durante dos periodos consecutivos y no registra matrícula en otro programa de la IES.
- Un estudiante se considera desertor de la universidad si abandona la universidad durante dos periodos consecutivos o registra matrícula en otra IES sin que siga vinculado a la primera.
- Un estudiante se considera desertor del sistema de Educación Superior si abandona la institución y no registra matrícula en otra IES.

Cadenas de Markov

Modelo Estocástico. Un proceso estocástico es un modelo matemático que describe el comportamiento de un sistema dinámico, sometido a un fenómeno de naturaleza aleatoria. La presencia de un fenómeno aleatorio hace que el sistema evolucione según un parámetro, que normalmente es el tiempo t cambiando probabilísticamente de estado. En otras palabras: al realizar una serie de observaciones del proceso, en diferentes ocasiones y bajo idénticas condiciones, los resultados de las observaciones serán, en general, diferentes. Por esa razón para describir el comportamiento del sistema es necesario definir una variable aleatoria: $X(t)$ que represente una característica mesurable de los distintos estados que puede tomar el sistema según sea el resultado del fenómeno aleatorio, y su correspondiente probabilidad de estado asociada: $p_x(t)$.

Luego el proceso estocástico queda

definido por el conjunto: $X(t), p_x(t), t$

Los procesos estocásticos se clasifican de diversas maneras, pero para la elaboración de la investigación se va a tener en cuenta los procesos sin memoria denominados también tipo Markov.

Hace más de un siglo el matemático Ruso Andréi Andréyevich Márkov que hasta la actualidad constituye en una herramienta muy útil en la modelación estocástica. Esta importancia radica a su gran campo de aplicaciones en fenómenos físicos, biológicos económicos y sociales que pueden ser descritos por ellas ya que son modelos sencillos con una teoría bien fundamentada.

Se conoce como cadena de Markov o modelo de Markov a un tipo especial de proceso estocástico discreto en el que la probabilidad de que ocurra un evento depende *solamente* del evento inmediatamente anterior. Esta característica de falta de memoria recibe el nombre de *propiedad de Markov*.

En esta investigación se pretende contribuir con un aporte práctico, presentando información que permita orientar la toma de decisiones a la Universidad Francisco de Paula Santander en el problema de la deserción de sus estudiantes y así desarrollar estrategias que permitan disminuir de manera significativa esta deserción en la universidad.

También fortalece la investigación en el Departamento de Matemáticas y Estadística, propiciando investigaciones similares en el tratamiento de este tipo de problemas. Siendo los estudiantes favorecidos por la creación de estas estrategias y la institución que con la implementación de estas políticas estimula la disminución de estos índices y el fortalecimiento en la acreditación de la calidad educativa.

Inicialmente se va a beneficiar los programas de la facultad de ingeniería, pero esta investigación puede motivar a que



estudios similares se realicen en las demás facultades.

Con una conceptualización teórica e investigaciones previas se pretende el mejoramiento en el diseño del modelo matemático y la identificación de las variables de incidencia en la deserción, haciendo mas eficientes estos pronósticos y aumentando sus beneficios.

Por tanto esta investigación se suscribe a la identificación de las variables de incidencia de la deserción en la Universidad francisco de paula Santander y a la creación de un modelo matemático con las cadenas de Markov que pronostique la probabilidad de deserción en el contexto de las variables encontradas en los programas de ingeniería.

2. METODOLOGÍA

2.1 Población y muestra. Para la población se contará con los registros y bases de datos de la Universidad Francisco de Paula Santander de los últimos 5 años que son equivalentes a 10 cohortes, Complementando esta base de datos con información socio económica de tipo administrativo.

Para la muestra se tomará los estudiantes pertenecientes a los programas de ingeniería ya que por índices institucionales constituyen casi la mitad de los estudiantes que ingresan a primer semestre debido a la cantidad de programas que oferta los cuales que reposan en las bases de datos de la universidad en los últimos 5 años.

Esta investigación se realizará como estudio de caso de carácter cuantitativo donde se identificarán las variables de tipo demográfico, sociafectivo, socioeconómico, académicas y administrativas más relevantes utilizando técnicas de regresión estadística para depurar dichas variables y así diseñar de Modelado matemático utilizando las cadenas de Markov para pronosticar la deserción de los estudiantes

en los programas de ingeniería de la universidad. También consta de un diseño no experimental ya que las variables identificadas carecen de control alguno por parte del investigador al ser causadas con anterioridad. Depurado y validado el modelo se procede al análisis de la información pronosticada.

2.2 Resultados/productos esperados y potenciales beneficiarios. Identificación de las variables que pueden incidir en la deserción de los estudiantes de un programa académico de la facultad de ingeniería, siendo u referente estadístico que permita el análisis y la toma de decisiones ante el problema de la deserción universitaria.

Pronósticos de deserción de los estudiantes de ingeniería mediante un modelo matemático con la utilización de las cadenas de Markov, donde se identifiquen probabilidades de tiempos y características representativas de los estudiantes pueden desertar de los programas ingeniería de igual manera las probabilidades de aquellos que logran graduarse.

Un informe donde se caracterice los estudiantes que desertan y logran graduarse de los programas de ingeniería que motive a realizar investigaciones similares en los demás programas académicos de la universidad y ser referente investigativo para el análisis y la toma de decisiones en otras universidades de la región y del país.

3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, M. (2008). Modelo Markoviano para el estudio de la evolucion de cohortes de estudiantes de un programa academico. Medellin: Universidad EAFIT.
- Bean, J. (1980). Dropouts and turnover: The synthesis and test of a causal model of student attrition. *Research in Higher Education*, 2, 155-187.
- Cabrera, A., Nora, A. & Castañeda, M. (1993). College persistence: structural



equations modeling test of an integrated model of student retention. *The Journal of Higher Education*, 2, 123-139.

Castaño, E., Gallón, S., Gómez, K. & Vásquez, J. (2004). Desercion estudiantil universitaria: una aplicacion de modelos de duracion. *Lecturas de Economía*, 60, 39-65.

Castaño, E., Gallón, S., Gómez, K. & Vasquez, J. (2008). Análisis de los factores asociados a la deserción estudiantil. *Lecturas de Economía*, 65, 9-36.

CEDE. (2007). Investigación sobre deserción en las Instituciones de Educación Superior en Colombia. Bogotá: Universidad de los Andes.

Cuevara, J. & Sandoya, F. (2000). Medidas alternativas en el analisis de datos aplicada al rendimiento estudiantil, desarrollo de modelo de Markov. Tesis de grado,

Guayaquil, Escuela Superior Politecnica del Litoral.

Giovagnoli, P. (2002). Determinantes de la deserción y graduación universitaria: una aplicación utilizando modelos de duración. Tesis de grado, La Plata, Universidad Nacional de La Plata.

Giraldo, A., Zapata, C., Toro, C. & Mirledy, E. (2008). Modelo probabilistico para fenomenos de transfeencia entre programas de pregrado y de desercion estudiantil. *Scientia et Technica*, 39, 212-217.

Rodriguez, C. (2012). Diseño de un modelo estocástico usando cadenas de markov para pronosticar la deserción académica de estudiantes de ingeniería. caso: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Tesis de grado, Bogota, Pontificia Universidad Javeriana.



14. MODELIZACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES EMITIDAS POR LOS HORNOS COLMENA EN EMPRESAS DE CERÁMICAS DEL MUNICIPIO ZULIA, NORTE DE SANTANDER

SONIA MARITZA MENDOZA LIZCANO¹
CESAR ORLANDO VARGAS MANTILLA²

¹ Facultad de Ciencias Básicas. Docente UFPS. soniamaritza@ufps.edu.co

² Facultad de Ingenierías. Docente UFPS. cesarvargas@ufps.edu.co

Resumen

El sector de la arcilla es uno de los más representativos de la industria en Norte de Santander ya que su participación en el Producto Interno Bruto (PIB) se encuentra en el 12,8 por ciento. En la actualidad, en el departamento se encuentran legalmente establecidas 87 empresas dedicadas a este oficio, que generan fuentes laborales para la economía regional. Estas empresas se caracterizan por la fabricación de productos en arcilla, para el sector de la construcción como tabletas, ladrillos, tejas, bloques, adoquines entre otros, siendo estos los de mayor comercialización nacional o internacional de la región. En su proceso de elaboración, se emiten algunos contaminantes a la atmósfera a través de las chimeneas de los hornos colmena que utilizan para la elaboración de los productos. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial estableció las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera para las industrias de fabricación de productos de cerámica refractaria, no refractaria y de arcilla, así como su seguimiento y control. Estos controles establecen realizar seguimientos a las fuentes fijas contaminantes en una periodicidad de un año o en menor tiempo si los resultados lo ameritan. Estos análisis solo se pueden realizar en laboratorios especializados que se encuentran ubicados fuera del departamento. Se considera implementar métodos alternativos que faciliten los procesos de control, a través de un modelo predictivo para determinar la concentración de contaminantes emanados por los hornos colmena en la fabricación de productos cerámicos del sector del Zulia Norte de Santander.

Palabras claves: Contaminación, hornos colmena, modelos.

1. INTRODUCCIÓN

El Sector Cerámico en el departamento, tiene una visión a largo plazo de fortalecerse, actualmente existen algunas empresas legalmente constituidas, dedicadas a la producción de materiales de construcción y un número significativo de chircales y ladrilleras con baja tecnología en sus procesos, principalmente en su proceso de cocción, donde el horno más utilizado es el

horno colmena, considerado uno de los menos eficientes, los cuales emanan una serie de contaminantes a la atmósfera a través de sus chimeneas.

La investigación se desarrollará en el municipio del Zulia, donde la problemática del sector se ha evidenciado en los inconvenientes presentados por las limitaciones en la ubicación, la oferta y el



costo elevado de las instituciones responsables de los estudios de evaluación de emisiones atmosféricas en fuentes fijas, otro aspecto a considerar. Estos inconvenientes reflejan un precario control de los contaminantes atmosféricos en estas empresas y sobre todo que en algunas ocasiones no se cumple con los estándares impuestos por el ministerio.

Por lo tanto se plantea establecer un modelo matemático que permita estimar la concentración de los contaminantes que salen de la boca de la chimenea de los hornos colmena identificados, con base en las variables que inciden en el proceso de cocción y basado sobre las ecuaciones de conservación de masa propias del proceso.

El enfoque de la investigación es cuantitativo, de tipo explicativo correlacional, con un muestreo no probabilístico de tipo intencional, ya que se trabajará con los estudios isocinéticos de algunas fábricas que evidenciaron interés en la participación en el proyecto y poseen las mediciones de las emisiones atmosféricas en las chimeneas (estudios isocinéticos). Una vez desarrollado el modelo matemático se hará una prueba piloto para verificar y ajustar el modelo propuesto.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACION

Norte de Santander y principalmente el área metropolitana de Cúcuta se ha caracteriza por ser una región rica en producción de arcilla y carbón, siendo sus principales productos de comercialización y exportación. No obstante la contaminación generada por las plantas de fabricación de artículos cerámicos es una fuente de emisiones muy importantes, la elaboración de productos cerámicos está estrechamente relacionada con impactos ambientales desfavorables para el entorno, teniendo

como aspecto más relevante la emisión de gases a la atmosfera provenientes de las etapas de cocción, dependiendo en gran medida del combustible que sea utilizado para la combustión en los hornos ([1] García y Molina, 2011) El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en la resolución 909 de 2008 [2], estableció las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera para las industrias de fabricación de productos de cerámica refractaria, no refractaria y de arcilla (ver tabla 1), así como su seguimiento y control, lo que estableció el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas. mg/m^3

Tabla 1. Estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire para las industrias existentes de fabricación de productos de cerámica refractaria, no refractaria y de arcilla, a condiciones de referencia (25 °C, 760 mm Hg) con oxígeno de referencia del 18%.

| Combustible | Estándares de emisión admisibles (mg/m^3) | | |
|-------------|---|-----------------|-----|
| | MP | SO ₂ | NOx |
| Sólido | 250 | 550 | 550 |
| Líquido | 250 | 550 | 550 |
| Gaseoso | NO APLICA | NO APLICA | 550 |

Fuente: Resolución 909 DE 2008, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Estos controles establecen realizar seguimientos a las fuentes fijas contaminantes en una periodicidad de un año o en menor tiempo si los resultados lo ameritan y de análisis que solo se debe realizar en laboratorios especializados que se encuentran ubicados fuera del departamento.

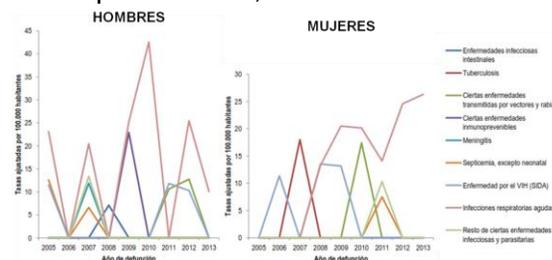
El contexto demográfico referente de la investigación corresponde al municipio del Zulia, donde la problemática del sector se ha evidenciado en los inconvenientes

presentados por las limitaciones en la ubicación, la oferta y el costo elevado de las instituciones responsables de los estudios de evaluación de emisiones atmosféricas en fuentes fijas, otro aspecto a considerar es el número significativo de chircales y ladrilleras con baja tecnología en sus procesos, principalmente en su proceso de cocción, donde el horno más utilizado es el horno colmena, considerado uno de los menos eficientes. Estos inconvenientes evidencian un precario control de los contaminantes atmosféricos en estas empresas y sobre todo que en algunas ocasiones no se cumple con los estándares impuestos por el ministerio, lo que conlleva a estar contaminando más de lo permitido y la afectación de la sostenibilidad de la empresa con sanciones, cierres parciales o permanentes.

Otra problemática que se presume tiene incidencia el sector cerámico pero sin ninguna relación confirmada públicamente, se evidencia en el informe de la Alcaldía del municipio del El Zulia, del análisis de situación en salud con determinantes sociales municipio del Zulia, Norte de Santander, año 2015 [3], en dicho informe se establece que “respecto a la mortalidad ajustada por edad y subgrupos de causas en la población masculina, en las infecciones respiratorias agudas ocupan el primer lugar en la carga de mortalidad por dichas subcausas, evidenciándose un comportamiento variable en el período del 2005-2013, siendo el año más crítico el 2010 con una tasa de 42,56 muertes por cada 100.000 hombres; En cuanto a la mortalidad por enfermedades transmisibles en mujeres, al igual que en la población masculina, las infecciones respiratorias agudas son las más representativas, cuya tasa ha presentado un comportamiento en aumento en esta población a partir del 2008, pasando de una

tasa igual a 13.24 en ese año a una tasa igual a 26.28 en el año 2013”. (Ver figura 1).

Figura 1 Tasa de mortalidad ajustada por edad para las enfermedades transmisibles en hombres y mujeres en el municipio del Zulia, 2005 – 2013



Fuente: DANE – Estadísticas Vitales 2005 – 2013.

La resolución 909 de 2008 exhorta en su artículo 73, a considerar métodos alternativos que faciliten los procesos de control, y por ello es interesante tener en cuenta, por lo que es necesario crear otros métodos para contribuir a controlar las emisiones de las chimeneas de los hornos colmena y evitar el deterioro del ambiente.

3. METODOLOGÍA

El enfoque de la investigación es cuantitativo ya que usa la recolección de datos para probar una hipótesis, con base en la medición numérica en el proceso de cocción y el análisis estadístico de los históricos de los estudios de evaluación de emisiones atmosféricas en fuentes fijas de los chircales, con el propósito de establecer patrones de comportamiento y probar la teoría del modelo matemático.

El tipo de investigación a trabajar es exploratoria. El proyecto busca desarrollar un método alternativo de estimación de la concentración de los contaminantes de los hornos colmena, en la industria cerámica en



Norte de Santander y de lo cual no se tiene investigación relacionada alguna.

3.1 Diseño de la Investigación. La investigación a realizar es de corte no experimental cuantitativa, ya que no se manipulará deliberadamente las variables del proceso, puesto que se observaran situaciones ya existentes, ya sea en los reportes históricos de los protocolos de control de emisión o los procesos en su ambiente natural para después analizarlos. Para lo cual será un diseño transeccional exploratorio debido a que el conjunto de variables son dadas en una situación real.

La investigación, en consecuencia, es de tipo explicativo correlacional, pues a partir de la correlación entre variables se busca explicar el comportamiento de la variable dependiente en función de las varias variables independientes consideradas.

3.1 Población y Muestra. La población objeto del proyecto corresponde a las empresas cerámicas que se encuentran ubicados en el municipio del Zulia, respecto a la muestra, se presume que no es necesario obtener una muestra representativa de alguna población para aplicar un algoritmo matemático ya sea para optimizar un proceso o controlar unas variables. No obstante a pesar que tanto el diseño, la construcción y operación de los hornos colmena es la misma en todos las empresas cerámicas del municipio del Zulia, según opinión de los expertos en este campo existen variantes significativas entre los hornos ya que cada fabrica realiza ajustes al diseño, la construcción y la operación de los hornos a su conveniencia.

Por tal motivo para efectos del proyecto y con base en las limitaciones de disponibilidad de información de estudios isocíneticos realizados y el interés de participación en el proyecto de las plantas de fabricación se tiene un muestreo no

probabilístico de tipo intencional y se plantea realizar la investigación en las fábricas, dadas en la tabla 2.

Tabla 2 Número de Hornos colmena de la empresas cerámicas colaboradoras

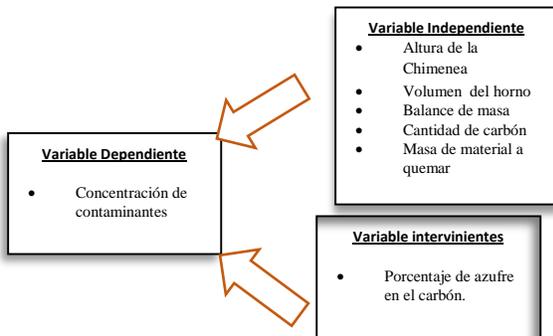
| EMPRESA CERÁMICA | NUMERO DE HORNOS COLMENA |
|-----------------------------------|--------------------------|
| MERKGRES | 4 |
| SOLO BARRO S.A.S. | 2 |
| ECOBEMENT S.A.S. | 2 |
| ARCILLAS DE COLOMBIA E & M S.A.S. | 4 |
| TEJAR SANTA MARIA LTDA. | 4 |
| ARCILLAS CASTILLA | 2 |

Fuente: Autor

3.2 Sistema de variables. En el momento de predecir un modelo para la concentración de contaminantes se debe especificar las variables y las relaciones de causalidad.

Específicamente para el modelo predictivo de través de hornos colmena del sector cerámico del municipio del Zulia, la variable dependiente hace relación a la concentración de contaminantes, las variables dependientes son: aaltura de la chimenea, volumen del horno, el balance de masa, la cantidad de carbón y la masa de material a quemar. Como variable interviniente en este caso se toma Porcentaje de azufre en el carbón. Donde la relación se expresa mediante la figura 2.

Figura 2. Sistema de variables en el Modelo predictivo de Concentración de Contaminantes



Fuente: Autor

3. RESULTADOS ESPERADOS

Una vez propuesto el modelo predictivo se puede estimar el valor de la concentración de contaminantes de cada uno de los Hornos con el sólo conocimiento de las variables independientes que considera el modelo. Esta información podrá ser el punto de partida para el control por parte de los organismos del Estado al exigirle a las empresas nuevas metas en la concentración de contaminantes y por supuesto la modificación de de variables independientes como la altura y volumen de la chimenea

para la construcción de nuevos hornos de carácter más ecológico.

Por otra parte, a lo interno de cada empresa, al conocer su realidad podrán revisar sus líneas y metas de producción y establecer políticas más pertinentes con los lineamientos nacionales e internacionales en conservación del ambiente.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1]García, J. I. D., & Molina, J. S. (2011). Introducción a los hornos utilizados en la industria cerámica tradicional. Editorial Universidad Francisco de Paula Santander.

[2] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 909 de 2008. Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.

[3] Alcaldía del municipio del El Zulia (2016). Análisis de Situación en Salud con Determinantes Sociales municipio del Zulia, Norte de Santander, año 2015.



15. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS CÓMO ESTRATEGIA DE AULA

EDGAR ALFONSO SANTOS CONTRERAS¹

¹I.E. Monseñor Jaime Prieto Amaya
 Coordinador Pedagógico
 Universidad Francisco de Paula Santander
 Docente Catedrático
 Maestrante en Educación Matemática
edgaralfonsosc@ufps.edu.co

Resumen

En la I.E. Monseñor Jaime Prieto Amaya de la ciudad de San José de Cúcuta, preocupada por las dificultades marcadas que los estudiantes vienen presentando en el área de matemáticas y con el apoyo del movimiento de educación popular integral y promoción social Fe y Alegría, se ha ocupado desde 2012 en la inserción de estrategias de aula innovadoras que permitan un aprendizaje en función de la solución de problemáticas del contexto para que de esta manera los estudiantes encuentren el verdadero sentido de la necesidad de aprender a desarrollar competencias y capacidades desde la aplicabilidad de la matemática.

La presente investigación se encuentra en una etapa de implementación, en donde se han desarrollado pequeños espacios de compartir experiencias entre los educadores del centro, y se busca en efecto, realizar foros abiertos a la academia de las mismas para con sus aportaciones hacer un ejercicio de deconstrucción del paradigma de la enseñanza y fortalecer un paradigma más centrado en el aprendizaje de la disciplina.

En síntesis, sólo presentaremos resultados parciales que, motivados por la mitigación sustancial del índice del fracaso escolar en nuestra institución educativa como consecuencia de la aplicación de estrategias innovadoras, es un deber ser como actores de un proceso elemental de nuestra sociedad, dar a conocer para que sea motivo de estudio y mejora de la didáctica de la matemática en la escuela.

Palabras clave: aula, didáctica, estrategia, matemática, problemas, solución.

INTRODUCCIÓN

El punto de partida de la estrategia de aula: solución de problemas es el desarrollo del pensamiento que, desde lo cognitivo, incluye procesos de pensamiento, operaciones mentales y funciones del intelecto por medio de los cuales perciben la

información sistemáticamente, reformulan el conocimiento y lo aplican a la solución de problemas concretos involucrando en este acto cognitivo, las dimensiones comunicativas, socio-afectiva, ética, estética y técnica. [1]



Los procesos de pensamiento se fortalecen a través de los años gracias a las prácticas pedagógicas y didácticas que estimulan la inteligencia e impulsan un aumento gradual en los niveles de pensamiento crítico, reflexivo y creativo [2]. Este desarrollo del pensamiento se fortalece cuando los niños, niñas y jóvenes realizan actividades específicas al interior de un grupo de trabajo con el fin de explorar alguna situación problémica, desglosarla en sus partes, relacionarlas y reconstruir los saberes en nuevos conocimientos [3].

Estas estrategias de aula pretenden no sólo el desarrollo del pensamiento desde lo cognitivo, sino que plantea el fundamento social del conocimiento como principio de los procesos de enseñanza-aprendizaje desde el enfoque socio-cultural, “el cual plantea que el proceso del conocimiento y el sistema de representaciones se dan al interior de la cultura y del acumulado social del medio social en el cual está el individuo.” [4] En este medio cultural es en donde los niños, niñas y jóvenes se preguntan y se responden generándose una serie de mediaciones que posibilitan la puesta en marcha de estas estrategias de aula [5].

Es por ésto que la enseñanza y el aprendizaje colaborativo son fundamentales para establecer una relación dialógica entre docente, estudiante y conocimiento en el desarrollo de cualquier estrategia, fomentando la autonomía y la capacidad de trabajo en equipo. Los docentes tienen la misión de generar una cultura de exploración a partir del planteamiento de preguntas, problemas o inquietudes que surgen de la observación, del trabajo sistemático y de las necesidades de los estudiantes acerca de su realidad [6].

En esta estrategia también es relevante el aprendizaje problematizador

porque permite que se asuma una perspectiva crítica reflexiva, se forman sujetos autónomos, críticos, creativos y desde su postura trata de superar la disociación entre teoría y práctica, se favorece el aprendizaje grupal recuperando los conflictos cognitivos que se generan en la búsqueda de respuestas a preguntas que surgen de la realidad de los estudiantes, lo que en la problematización se generan lógicas de aprendizaje por descubrimiento porque estos conflictos permiten construir problemas de investigación [7].

Como resultado, se pretende que, a través de la implementación de esta estrategia de aula, se logre una transformación de la educación básica y media al permitir la interacción holística de las diferentes metodologías de las disciplinas escolares desde la innovación en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Los docentes se constituyen, entonces, en mediadores en la construcción de aprendizajes reales en la vida escolar y por eso, es indispensable su papel desde la concepción epistemológica de cada disciplina ligada a la pedagogía en la acción escolar, generando campos de saber y actuando como agentes centrales de la reconstrucción de conocimientos en la escuela [8].

Lo anteriormente expuesto, finalmente busca una mayor y mejor atención de los estudiantes en el aprendizaje de la matemática y que ésta deje de ser el área que aumenta el índice de fracaso escolar en la escuela y que, por el contrario, se convierta en aquella que posibilita la solución de problemáticas sociales, económicas, familiares y demás, es una utopía que cada vez queremos hacer realidad.



Llama la atención, como todos los educadores de la disciplina siempre están pensando en actividades que ayuden a que sea una asignatura más amable desde su aprendizaje y que su impacto sea más productivo en la vida de cada uno de los estudiantes, actividades que buscan convertirse en estrategias didácticas que en primera instancia desarrolle competencias disciplinares pero que a su vez desarrolle competencias ciudadanas y laborales, desde una pedagogía dialógica y socio-crítica, es decir, un aprendizaje dialogado en clase en busca de soluciones de problemáticas que tocan a nuestros estudiantes de una manera crítica y propositiva como actores activos de una sociedad que se quiere justa y equitativa.

Al respecto, esta ocupación de los educadores de pensarnos la escuela que queremos y soñamos, en donde la influencia de la tecnología misma ha de hacernos un llamado a la resignificación de nuestras prácticas pedagógicas, es el fundamento esencial para repensarnos y crear estrategias innovadoras a través de las cuales el estudiante le encuentre el verdadero sentido y necesidad de aprender matemáticas lo que conllevaría, supone, al desarrollo de estudiantes competentes con motivación y deseos de aprender.

Un poco de historia. Aunque la solución de problemas como estrategia de aula tiene sus orígenes en la Universidad de McMaster en Ontario Canadá y en la Escuela de Medicina de la Universidad de Case Western Reserve en los Estados Unidos a mediados de los años sesenta, debido al interés de algunos investigadores en educación médica por el desarrollo de los procesos intelectuales que permitieran a sus estudiantes realizar un diagnóstico médico acertado y tomar la mejor medida terapéutica ante este diagnóstico [9] no

podemos desconocer que, previamente en 1945, el reconocido matemático George Polya publica un libro titulado “Cómo plantear y resolver problemas” donde estudia las reglas y los métodos del descubrimiento y la invención naciendo a partir de allí un notable interés por los procedimientos heurísticos entendidos como las operaciones mentales típicamente útiles en el proceso de resolución de problemas [10].

En sus estudios, Polya estuvo interesado en el proceso del descubrimiento de los resultados matemáticos; su enseñanza enfatizaba en el proceso de descubrimiento aún más que simplemente desarrollar ejercicios apropiados. Para involucrar a sus estudiantes en la solución de problemas, generalizó su método en cuatro pasos [11]:

Entender el problema: haciendo referencia a si se tiene o no la suficiente información del mismo para iniciar procesos de identificación y diferenciación entre otros problemas similares.

Configurar un plan mediante el uso de alguna de las siguientes técnicas: Ensayo y error. Usar una variable, Buscar un Patrón, Hacer una lista, Resolver un problema similar más simple, Hacer una figura, Hacer un diagrama, Usar razonamiento directo, Usar razonamiento indirecto, Usar las propiedades de los Números, Resolver un problema equivalente, Trabajar hacia atrás, Usar casos, Resolver una ecuación, Buscar una fórmula, Usar un modelo, usar análisis dimensional, Identificar sub-metas, Usar coordenadas, Usar simetría.

Ejecutar el plan: Implementar la o las técnicas seleccionadas hasta solucionar



completamente el problema o hasta que la misma acción sugiera tomar un nuevo curso.

Mirar hacia atrás: Nos invita a realizar una revisión al respecto del plan ejecutado para establecer si la solución fue la más acertada.

Conozcamos la estrategia. Una de las principales características de la solución de problemas está en fomentar en los niños, niñas y jóvenes la actitud positiva hacia el aprendizaje. En esta estrategia se respeta la autonomía del estudiante, quien aprende sobre los contenidos y la propia experiencia de trabajo; en la dinámica de la estrategia, los estudiantes tienen, además, la posibilidad de observar en la práctica aplicaciones de lo que se encuentran aprendiendo en torno al problema. Igualmente son características de la estrategia de solución de problemas las siguientes [12]:

El problema. Un problema es una situación retadora planteada por los docentes o reconocidas por el grupo de estudiantes que sirven para estimular el aprendizaje, es una situación incierta que conlleva una necesidad de resolverla, pero que desconocemos la forma de hacerlo. Ante ello, la solución de problemas como estrategia de aula es entendida como el camino mediante el cual la situación, inicialmente incierta, es clarificada requiriendo para ello la organización de los saberes previos y la movilización de nuevos conocimientos y procedimientos por parte de quienes resuelven la situación o el reto planteado [13].

El marco didáctico de la solución de problemas como estrategia de aula [14] El proceso de resolución de problemas representa un conjunto de actividades mentales y prácticas, así como la presencia

de factores de naturaleza afectiva y motivacional en quien lo intenta resolverlo. El mismo planteamiento del problema, el saber de dónde partimos y qué es lo que queremos es ya un gran problema para los individuos.

El conjunto de actividades o pasos que sigue la utilización de esta estrategia en el aula son:

1. Formulación de la situación problema.
2. Análisis de la situación y delimitación del problema.
3. Recopilar y analizar información.
4. Plantear posibles soluciones y elegir la más adecuada.
5. Planificar el diseño y la construcción de la solución.
6. Evaluar la solución adoptada.,
7. Elaboración de informes y documentos.
8. Dar a conocer el proceso seguido y los resultados obtenidos.

Rol del docente y del estudiante [15]: es muy importante indicar a los estudiantes el papel que desempeñarán durante la aplicación de la estrategia. En primer lugar, los estudiantes deben tener en cuenta que la solución de problemas es completamente diferente a métodos tradicionales y que ésta comenzará con una etapa de aprendizaje autónomo para después reunirse a trabajar colaborativamente. De la misma manera, el docente se convierte en un facilitador y un guía que diseña y provee problemas, y con sus cuestionamientos ayuda a identificar las claves para llegar a una solución exitosa.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En síntesis, en nuestra institución se vienen abriendo espacios de reflexión pedagógica constante, necesarios por cierto para procesos de innovación pedagógica, a



partir de los talleres de las estrategias de aula que se vienen realizando desde 2012, espacios de socialización de experiencias significativas de la aplicación de las estrategias de aula de manera anual, procesos de observación y acompañamiento en el aula en forma periódica que permiten realizar procesos de metacognición y retroalimentación de lo observado en la misma, con el fin de resignificar la práctica pedagógica y con ello la didáctica de la matemática y buscando que la aplicabilidad de la estrategia sea más pertinente y asertiva.

Unas ideas y reflexiones de lo que se ha realizado al momento en esta investigación se enunciarán a continuación,

1. Un trabajo reflexivo y pedagógico constante de los educadores para su planeación.
2. Se ha logrado disminuir el índice de fracaso escolar en el área de matemáticas.
3. Se promueve el trabajo colaborativo entre los estudiantes, desde el diálogo intercultural que tanto es necesario para procesos de desarrollo del pensamiento crítico.
4. Se han impulsado y multiplicado los liderazgos entre pares.
5. Se desarrollan competencias y habilidades comunicativas, disciplinares, laborales y ciudadanas de manera constante.
6. El trabajo colaborativo se ha venido fortaleciendo desde la aceptación de los demás, sus ideas y argumentos.
7. La imaginación y creatividad tanto de educadores como de estudiantes está a la orden del día para la solución de las problemáticas.
8. El rol activo del estudiante y el rol orientador del educador está más claro.

Si bien es cierto, que se ha avanzado mucho en la apertura de los espacios para la reflexión pedagógica necesarios en la construcción colectiva de un ideario de innovación didáctica, también es cierto que es imprescindible la voluntad de querer innovar de los educadores. Se ha venido mejorando a pasos lentos pero seguros, todavía queda mucho por aprender, mucho por entender y mucho por crear, porque en este momento histórico, una era dominada por la tecnología y el detrimento de los valores y principios humanos, las escuelas tienen que dar respuestas nuevas a generaciones nuevas con estrategias didácticas nuevas para seguir en este camino de educar para transformar.

Soñamos con una escuela en donde los estudiantes verdaderamente competentes, es decir, aprendan la aplicar de los conocimientos disciplinares en la solución de problemáticas sociales de una manera holística, razonada y razonable, en donde el educador deje de ser el centro de la escuela y se convierta en agente orientador del aprendizaje

Seguiremos en constante reflexión, seguiremos construyendo esa escuela de las posibilidades y oportunidades porque somos fieles creyentes que una educación de calidad es posible, una educación justa, equitativa, participativa, constructora y gestora de hombres y mujeres de paz.

REFERENCIAS

- [1] BENJUMEA, PAMPLONA, Jaime. Estrategias de aula en los centros de fe y alegría. Solución de problemas. ISBN: 978-958-8365-48-0. Ed. 1, Bogotá, 2013. Pág. 25.



[2] IANFRANCESCO, VILLEGAS, G.M. La investigación en educación y pedagogía. Ed. Magisterio. Bogotá, 2003.

[3] BENJUMEA, PAMPLONA, Jaime. Estrategias de aula en los centros de fe y alegría. Solución de problemas. ISBN: 978-958-8365-48-0. Ed. 1, Bogotá, 2013. Pág. 25

[4] OSORIO ROJAS, R.A. El desarrollo de los procesos psíquicos superiores en Vygotsky Ed. Grijalbo. México, 1988.

[5] BENJUMEA, PAMPLONA, Jaime. Estrategias de aula en los centros de fe y alegría. Solución de problemas. ISBN: 978-958-8365-48-0. Ed. 1, Bogotá, 2013. Pág. 26

[6] BENJUMEA, PAMPLONA, Jaime. Estrategias de aula en los centros de fe y alegría. Solución de problemas. ISBN: 978-958-8365-48-0. Ed. 1, Bogotá, 2013. Pág. 26

[7] BENJUMEA, PAMPLONA, Jaime. Estrategias de aula en los centros de fe y alegría. Solución de problemas. ISBN: 978-958-8365-48-0. Ed. 1, Bogotá, 2013. Pág. 27

[8] BENJUMEA, PAMPLONA, Jaime. Estrategias de aula en los centros de fe y alegría. Solución de problemas. ISBN: 978-958-8365-48-0. Ed. 1, Bogotá, 2013. Pág. 27

[9] ORTIZ PÉREZ, Silvia Cristina. Aprendizaje Basado en Problemas. Tesis

[10] GARCÍA CRUZ, Juan Antonio. La Didáctica de las Matemáticas: una visión general. Disponible en internet en: <http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/rtee/didmat.htm>. Fecha de consulta, noviembre 20 de 2011

[11] POLYA, G. Cómo plantear y resolver problemas. Trillas, México. (1965)

[12] BENJUMEA, PAMPLONA, Jaime. Estrategias de aula en los centros de fe y alegría. Solución de problemas. ISBN: 978-958-8365-48-0. Ed. 1, Bogotá, 2013. Pág. 33

[13] BENJUMEA, Jaime. Educación en Tecnología: Donde comienza el futuro. Caracas Venezuela. Federación Internacional de Fe y Alegría, 2006. P. 49.

[14] BENJUMEA, PAMPLONA, Jaime. Estrategias de aula en los centros de fe y alegría. Solución de problemas. ISBN: 978-958-8365-48-0. Ed. 1, Bogotá, 2013. Pág. 52

[15] BENJUMEA, PAMPLONA, Jaime. Estrategias de aula en los centros de fe y alegría. Solución de problemas. ISBN: 978-958-8365-48-0. Ed. 1, Bogotá, 2013. Pág. 64

16. DETERMINACIÓN DEL FACTOR TEÓRICO DE CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS EN PLACAS PLANAS ESTRUCTURALES SOMETIDAS A CARGAS DE FLEXIÓN EMPLEANDO EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS

GERMAN ADOLFO JABBA C.¹

¹ Facultad de Ingenierías. Departamento de Diseño Mecánico. Universidad Francisco de Paula Santander. germanadolfojc@ufps.edu.co

Resumen

Debido a que todos los elementos de máquinas y de estructuras cuentan con discontinuidades geométricas propias de la función para la cual fueron diseñados (cambios de sección, ranuras, filetes, roscas o perforaciones) es de suma importancia conocer el valor del parámetro que modifica la distribución de esfuerzos en dichas discontinuidades; este es el factor teórico de concentración de esfuerzos (K_t). Este estudio hace referencia al caso de una placa plana estructural con dos agujeros sometida a cargas flexionantes. Cabe resaltar que no hay evidencia de estudios desarrollados para determinar el factor K_t para estas condiciones. Por consiguiente, el objetivo de esta investigación es obtener el factor teórico de concentración de esfuerzos para placas planas con dos agujeros sometida a cargas de flexión; empleando el modelo de elementos finitos. Se proyecta hacer el análisis de esfuerzos en la discontinuidad geométrica causada por los agujeros con cuatro valores diferentes del radio r y cuatro valores de la distancia entre centros (C) para determinar así, el valor de factor teórico de concentración de esfuerzos en función de la relación (C/r). Se hará la simulación computacional de los esfuerzos para el modelo geométrico de placas planas delgadas con el fin de obtener el K_t como la razón entre los esfuerzos reales máximos en el área de la discontinuidad y los esfuerzos nominales. Esta información será muy importante para el diseño de elementos de máquinas y para futuras investigaciones.

Palabras claves: *Factor teórico de concentración de esfuerzos, método de elementos finitos, placas planas estructurales, simulación computacional.*

1. INTRODUCCIÓN

Toda apreciación de las matemáticas como solo conceptos teóricos no tiene ningún tipo de fundamento. Por ejemplo, en la ingeniería todas las soluciones están

basadas en la aplicación de las ciencias exactas y siempre se expresan en modelos matemáticos. Este trabajo, que se enmarca en lo que se conoce como matemática aplicada surge con la necesidad de determinar el factor teórico



de concentración de esfuerzos (Kt) en placas planas estructurales con dos agujeros sometidas a cargas de flexión. Se pretende encontrar la solución se al aplicar el método de los elementos finitos por medio de simulación computacional.

Con esta investigación se pretende encontrar la relación que hay entre el factor de concentración de esfuerzos y el radio de los dos agujeros y la distancia entre sus centros ya que solo se cuenta con documentación para los casos de geometrías y cargas más comunes que se presentan en la ingeniería. En este artículo se hace la presentación del proyecto de investigación que está en desarrollo y aún no se cuenta con proposiciones propias de la conclusión.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general. Determinar el factor teórico de concentración de esfuerzo en una placa plana estructural con dos agujeros sometida a flexión.

2.2 Objetivos específicos. Estudiar por el método de elementos finitos la distribución de esfuerzos en una placa plana estructural con dos agujeros sometida a cargas de flexión.

Analizar la variación del factor de concentración de esfuerzos según el radio de los agujeros y la distancia entre sus centros.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Debido a que todos los elementos de máquinas y de estructuras cuentan con discontinuidades geométricas propias de la función para la cual fueron diseñados (cambios de sección, ranuras, filetes, roscas perforaciones) es de suma

importancia conocer el valor del parámetro que modifica la distribución de esfuerzos en dichas discontinuidades; este es el factor teórico de concentración de esfuerzos.

Existen tablas y gráficas con el valor del factor de concentración de esfuerzos para las discontinuidades más comunes. Sin embargo, este no es el caso de las placas planas con dos agujeros sometidas a flexión ya que no se han desarrollado estudios para encontrar el valor de Kt para estas condiciones específicas.

No obstante, esta investigación toma como referente trabajos que se han desarrollado para determinar el factor teórico de concentración de esfuerzos para ciertas geometrías y que han recurrido al análisis por el método de elementos finitos. El resultado de esta investigación estará a disposición para futuros estudios en el campo del diseño o de la investigación por la publicación de los resultados de esta investigación.

4. ESTADO DEL ARTE

Roldan y Bastidas [1] estudiaron el factor de concentración de esfuerzos en una placa plana de espesor constante sometida a tensión. Verificaron por tres métodos la distribución de los esfuerzos, aplicaron la teoría de la elasticidad, el análisis por elementos finitos y experimentalmente.

Martínez [2] hizo un estudio sobre el factor de concentración de esfuerzos en ejes cortos con cambio de sección y sometidos a flexión empleando el método de los elementos finitos.

Boada, Troyani y Sterlacci [3] utilizaron los elementos finitos para estudiar el compartimiento del factor



teórico de concentración de esfuerzos en piezas planas sometidas a tensión con ranuras en “U” en uno de sus lados.

$$K_t = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_{nom}} \quad \text{Eq. (1)}$$

Por medio del método de elementos finitos, Meimer Peñaranda [4] encontró el factor teórico de concentración de esfuerzos K_t para una placa plana sometida a cargas de tensión con dos agujeros cuyos radios fueron de 2, 5, 7.5 y 10 mm. Pudo concluir que a medida que la distancia entre centros se hace menor, se tiene los valores más altos de K_t para cada uno de los radios.

Isabel Meza y Javier Jaya [5] realizaron experimentalmente dos tipos de pruebas, una denominada alta velocidad y otra denominada baja velocidad para estudiar el comportamiento del factor teórico de concentración de esfuerzos en placas planas largas con dos agujeros sometidas a tensión. Encontraron que el valor del K_t converge a un determinado valor a medida que C/r disminuye.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 Factor teórico de concentración de esfuerzos. Se puede afirmar que el factor de concentración de esfuerzos es el parámetro que indica qué tan mayor es el esfuerzo real en una discontinuidad en la geometría de una pieza en comparación con el esfuerzo nominal. Mott [6] afirma que el valor de K_t depende de la forma de la discontinuidad, de la geometría específica de la pieza y del tipo de esfuerzo y Budynas [7] explica que el material particular no tiene efecto en el valor de K_t . Esta es la razón por la que se llama factor teórico de concentración de esfuerzos y se define como se muestra en la ecuación Eq. (1):

Dónde:

- K_t es el factor de concentración de esfuerzos

- σ_{max} es el esfuerzo máximo real en la discontinuidad.

- σ_{nom} es el esfuerzo nominal en la sección de la pieza mecánica.

5.2 Modelo de elementos finitos.

Meimer Peñaranda [4] afirma en su trabajo de grado de maestría que este método de análisis toma una región compleja que define un continuo para discretizarla en formas geométricas simples llamadas elementos finitos, sobre los cuales se consideran las propiedades del material y las relaciones gobernantes. Estas últimas, son expresadas en términos de valores desconocidos en los bordes del elemento. Finalmente, al considerar adecuadamente las cargas y restricciones, se da lugar a un conjunto de ecuaciones cuya solución ofrece el comportamiento aproximado del continuo. El método de los elementos finitos consta básicamente de los siguientes pasos:

- Discretización del continuo.
- Generación de matrices y vectores elementales.
- Generación de la matriz de rigidez global.
- Aplicación de las condiciones de contorno o de frontera.
- Solución del sistema.
- Otras soluciones.

6. METODOLOGÍA

En primer lugar, se hará la definición geométrica de la placa teniendo en cuenta la distancia entre centros C y el



radio de los agujeros r así como la longitud L y ancho de la placa w . Se debe definir las propiedades del material y las condiciones de carga según las teorías de diseño evitando exceder el límite elástico. Posteriormente, se definirá el elemento a utilizar en el software para el análisis por el método de elementos finitos. Se evaluará las mejores condiciones para la aplicación del modelo en el software, incluso, se contempla la posibilidad de hacer el análisis a solo una fracción de la placa ya que por las condiciones de simetría en la geometría y en la aplicación de las cargas esto es posible.

Se tomará cuatro valores diferentes para el radio de los agujeros y para la distancia entre sus centros de manera que al hacer la combinación de las variables, se pueda obtener el factor teórico de concentración de esfuerzos en función de la razón entre la distancia entre centros y el radio de los orificios (C/r).

Figura 1. Matriz de relación C/r para el estudio.

| C/r | r_1 | r_2 | r_3 | r_4 |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| c1 | | | | |
| c2 | | | | |
| c3 | | | | |
| c4 | | | | |

Fuente: Autores

Para calcular el factor de concentración de esfuerzos se recurrirá a la ecuación Eq. (1) y a los valores del esfuerzo máximo en la región de la discontinuidad obtenidos del software. De esta forma se tabulará el valor de K_t como función r y C/r y para finalmente, generar curvas que puedan ser consultadas en investigaciones futuras o en casos de diseño en los que se requieran.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este trabajo no cuenta aún con resultados, recomendaciones ni conclusiones ya que está en etapa de desarrollo. Los resultados que se obtendrán luego de procesar la información arrojada por la simulación serán presentados a manera de K_t en función de la relación C/r y permitirán tener como conclusión la tendencia del valor del factor teórico de concentración de esfuerzos para la geometría y cargas particularmente estudiadas.

8. REFERENCIAS

- [1] Roldan, F. y Bastidas, U. (2002) *Estudio experimental y por elementos finitos del factor de concentración de esfuerzos producido por un agujero en una placa plana*. Dyna, Vol 69 pp. 1-8.
- [2] Martínez, A. A. (2004). *Obtención del factor de concentración de esfuerzos en árboles cortos, con radio de acuerdo sometidos a flexión*. Puerto La Cruz, Venezuela. Universidad del Oriente Núcleo de Anzoátegui. Escuela de Ingenierías y Ciencias Aplicadas. 62 p.
- [3] Boada, I. Troyani, N. y Sterlacci, G. (2004), *Factor teórico de concentración de esfuerzos en piezas planas con ranura en U de un solo lado sometidas a tensión de material anisotrópico*. Puerto La Cruz, Venezuela. Universidad del Oriente Núcleo de Anzoátegui. 80 p
- [4] Peñaranda, M. *Determinación del factor teórico de concentración de esfuerzo de una placa infinita con doble agujero*. San Cristóbal, Venezuela. Universidad Nacional Experimental del Táchira. 79 p.



[5] Jaya, A. y Meza, I. (2014). *Estudio de la deformación en placas largas con dos agujeros, bajo la acción de fuerzas axiales, para determinar los concentradores de esfuerzos Kt*. Cúcuta. Universidad Francisco de Paula Santander. 53 p.

[6] Mott, R. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. México. Pearson Educación.

[7] Budynas, R. y Nisbett, K. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. México: Mc Graw Hill.

17. EVALUACIÓN CONTEXTUALIZADA COMO ESTRATEGIA DOCENTE PARA POTENCIAR EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS MATEMÁTICAS EN PRUEBAS SABER

SANDRO JAVIER VELÁSQUEZ LUNA¹
JORGE LEONARDO CELIS GUTIERREZ²

¹ Jefatura de Área de Matemáticas
Colegio Santo Ángel de la Guarda

² Presidencia Confederación Nacional Católica de Educación. CONACED Cúcuta.

¹ Director Red de Experiencias Matemáticas de Norte de Santander. Docente catedrático departamento de Matemáticas y Estadística Universidad Francisco de Paula Santander. Grupo de investigación en Pedagogía y Prácticas pedagógicas UFPS. sandrojavievl@ufps.edu.co

² Presidente Confederación Nacional Católica de Educación. CONACED Cúcuta. Colegio Santo Ángel de la Guarda Cúcuta. leocelis@angelinoscucuta.edu.co

Resumen

La presente investigación tiene como propósito plantear la evaluación contextualizada como estrategia docente para potenciar el desarrollo de competencias matemáticas en las pruebas saber. Sus objetivos específicos: Diagnosticar qué estrategias emplean los docentes de matemáticas para mejorar resultados obtenidos en pruebas saber, determinar la factibilidad y proponer un proceso de evaluación contextualizada para desarrollar competencias matemáticas según los lineamientos de la prueba saber. La propuesta se realiza con la finalidad de que el docente logre fomentar y desarrollar habilidades y destrezas en sus estudiantes para el razonamiento cuantitativo, y las competencias matemáticas que evalúa la prueba saber: Interpretación y representación, Formulación y ejecución y Razonamiento y argumentación, mediante los contextos dados en la nueva alineación del sistema nacional de evaluación estandarizada. Para el logro del mismo fue necesario observar la realidad existente, por lo tanto; la presente investigación se ubica dentro del paradigma cuantitativo de tipo proyecto factible, su diseño de investigación es no experimental de nivel descriptivo y su modalidad es de campo. El análisis realizado en la presente investigación ha permitido observar resultados y comparativos de las pruebas saber 11 en diferentes instituciones de educación básica y media, como también la realidad de procesos evaluativos implementados por los docentes, los cuales necesitan formación continua en procesos de evaluación. Es necesario un cambio en la forma de evaluar y procesos de acción en cuanto a estrategias de mejoramiento se refiere. En este sentido, la evaluación contextualizada como propuesta para



potenciar el desarrollo de competencias matemáticas se plantea como una respuesta al empeño por mejorar los índices de calidad y cambiar la manera de evaluar, de igual manera intenta tomar la evaluación para transformarla en un proceso formativo que sea mucho más significativo y aplique estrategias de mejoramiento con acompañamiento docente.

Palabras claves: *Evaluación, Competencias Matemáticas, Pruebas saber*

INTRODUCCIÓN

El conocimiento y las situaciones de aprendizaje de las matemáticas se presentan como un pilar que sostienen las vivencias del ser humano, la globalización y la nueva era del conocimiento en todas las áreas muestran que el proceso de enseñanza necesita cada vez más de estrategias que permitan fomentar los aprendizajes necesarios para aplicarlos en situaciones de la vida diaria y estimular el deseo de aprender por sí mismo. Por lo tanto, la educación matemática exige un nuevo enfoque fundamentado en un buen proceso evaluativo que permita incorporar el desarrollo de competencias desde contextos adecuados a situaciones interesantes a cada estudiante.

Con respecto a la evaluación contextualizada Arredondo (2010) afirma que “la práctica evaluadora, no es solo el desarrollo de la instrucción o transmisión de conocimientos, sino, sobre todo, la formación intelectual en contenidos y estrategias cognitivas, el logro de competencias y la educación en valores y actitudes de los alumnos como estudiantes y como ciudadanos de nuestra sociedad”. [1]. Es así como la evaluación plantea la aplicación de las matemáticas en contextos reales, donde el docente evalúa para formar. Luego, el propósito principal de la evaluación es beneficiar al estudiante de una cultura matemática que le permita comprender y solucionar situaciones reales de la mejor manera posible en su entorno personal, social y profesional.

Así mismo, Tobón (2008) define las competencias como: “Procesos complejos de desempeño con idoneidad en determinados

contextos, integrando diferentes saberes (saber ser, saber hacer, saber conocer y saber convivir), para realizar actividades y/o resolver problemas con sentido de reto, motivación, flexibilidad, creatividad, comprensión y emprendimiento ...”[2]. Lo que explica que las competencias se basan en la aplicación de diferentes saberes en contextos variados y ambientes de aprendizaje enriquecidos por situaciones problema, que propician el avance de niveles de competencia cada vez con mayor nivel de complejidad. Es decir, las competencias se manifiestan en un conjunto de habilidades que posee el ser humano para facilitar su desempeño y aplicarlo en actividades contextualizadas a situaciones individuales.

En este sentido Yepes (2010) explica que “La evaluación puede servir como un motivador para el desempeño de los estudiantes. Si estos aprenden a valorar la evaluación como indicador de desempeño, se esforzarán por lograr cada vez un mejor rendimiento”. [3]. Este autor afirma que la evaluación es útil siempre y cuando exista retroalimentación entre maestros, estudiantes y padres de familia, luego así puede ser un gran factor de motivación entre todos los actores del proceso educativo para alcanzar desempeños de alto nivel y obtener un rendimiento adecuado.

Sin embargo, Contrasta la poca atención que recibe la evaluación formativa en el aula con la importancia que se le ha dado a los exámenes estandarizados, puesto que los resultados en las competencias matemáticas obtenidas en la prueba del (Programa Internacional de valuación de Estudiantes)



PISA realizadas en los últimos años no son satisfactorios, ya que “en el año 2006 el menor desempeño se registró en matemática, donde la quinta parte (18%) de los evaluados alcanzó el nivel mínimo (dos)” [4], la mayoría de los estudiantes colombianos sólo demostró capacidad para identificar información y llevar a cabo procedimientos matemáticos y responder a preguntas relacionadas con contextos conocidos. Para Núñez (2002) La baja calidad de la educación en Colombia es preocupante. Las pruebas SABER, realizadas por el Ministerio de Educación Nacional, revelaron que en secundaria una cuarta parte de los estudiantes de colegios públicos no logró superar el nivel mínimo de las pruebas de matemáticas y menos del 20% alcanzó el nivel óptimo [5]. Además los resultados sobre las pruebas del año 2012 por parte del Instituto Colombiano Para el Fomento de La educación Superior ICFES(2013), indican que, al igual que los demás países latinoamericanos participantes, tiene desempeños inferiores al promedio de los países de (La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) OCDE. Por lo que “solo dos de cada diez estudiantes pueden hacer interpretaciones literales de los resultados de problemas matemáticos” [6]. Aunque estos resultados en las pruebas saber que evalúan competencias matemáticas no son favorables para los esfuerzos que viene realizando el gobierno nacional.

Así mismo, El Ministerio de Educación Nacional de Colombia (Plan Sectorial 2006–2010) señala que uno de los indicadores más importantes del nivel de calidad de la educación en el país es, sin lugar a dudas, el desempeño de los estudiantes en pruebas que miden el nivel de desarrollo de competencias.[7], es decir, que las pruebas saber indican en gran parte la calidad de los procesos de enseñanza aprendizaje en cada una de las instituciones del país, puesto que los resultados están enfocados en la evaluación por competencias. Al mismo

tiempo, se observó la ausencia de procesos formativos dentro de la evaluación y falta de aplicación de problemas para desarrollar niveles de competencias matemáticas para motivar el aprendizaje en los jóvenes de instituciones educativas de la ciudad de Cúcuta.

Esta situación afecta notablemente los resultados, avances y metas de calidad propuestas en las diferentes instituciones educativas y por consiguiente en la entidad territorial, consecuencia de la falta de preparación, investigación y actualización docente en cuanto a estrategias de evaluación se refiere. Todo lo anterior, evidencia que se debe propiciar ambientes de aprendizaje dentro de procesos de evaluación formativa y contextualizada que permitan implementar estrategias que promuevan el desarrollo de competencias para potenciar la motivación del estudiante y por ende buen rendimiento académico.

En concordancia con lo anterior, Bustinza (2006) afirma “lograr elevados niveles de aprendizaje supone saber que cada estudiante aprende según sus propias motivaciones, su nivel de desarrollo cognitivo–académico y su propio estilo de aprendizaje” [8]. Lo que explica que se requiere que el estudiante se apropie de su proceso cognitivo y que el docente evalúe según su ritmo de aprendizaje, analicen juntos situaciones contextualizadas con las matemáticas en los diferentes niveles de competencia y logren alcanzar los estándares de competencia propuestos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN). Además, el decreto 1290 de 2009 propuesto por el MEN explica que son propósitos de la evaluación institucional de los estudiantes “Identificar las características personales, intereses, ritmos de desarrollo y estilos de aprendizaje del estudiante para valorar sus avances” [9]

Expuestos los argumentos teóricos se diagnosticaron estrategias empleadas por docentes de diferentes instituciones de la



ciudad de Cúcuta y se realizó la propuesta atendiendo a su factibilidad.

2. MARCO METODOLÓGICO

La presente investigación se ubica dentro del paradigma cuantitativo de tipo proyecto factible, su diseño de investigación es no experimental de nivel descriptivo y su modalidad es de campo.

2.1 Sujetos objeto de estudio. Esta investigación se realizó con docentes de matemáticas de diferentes instituciones educativas de la ciudad de Cúcuta, del sector público y del privado que asisten a los encuentros de la Red de Experiencias Matemáticas de Norte de Santander, anualmente en el colegio Santo Ángel de la Guarda Cúcuta. La Población está conformada por los docentes de educación básica y media que trabajan en el área de matemáticas en la secretaría de educación de San José de Cúcuta. La muestra está conformada por 25 docentes para conocer las opiniones con respecto a la evaluación y estrategias de mejoramiento que ellos conocen y utilizan con los estudiantes de básica y media académica en cuanto al desarrollo de competencias matemáticas y pruebas saber. Además para este estudio se tuvo en cuenta los promedios de matemáticas en pruebas saber de 2015 de la entidad territorial de la ciudad de Cúcuta y la media Nacional.

2.2. Etapas del –proyecto. Por ser un proyecto factible este se desarrolla mediante etapas o fases.

2.2.1. Fase I Diagnóstica: En esta fase se elaboró una encuesta (escala de Likert con respuestas de selección) que fue aplicada a los docentes para conocer las opiniones con respecto a los procesos de evaluación y estrategias de mejoramiento que ellos conocen y utilizan con respecto a los resultados que

obtienen los estudiantes en las pruebas saber en matemáticas. Esto, permitió comprobar la necesidad de diseñar una propuesta: Evaluación Contextualizada Para Potenciar el Desarrollo de Competencias Matemáticas en Pruebas Saber, con el objeto de aumentar los índices de calidad de las instituciones educativas de la región.

2.2.2. Fase II Diseño: Dentro del diseño se consideraron los siguientes aspectos:

El componente Disciplinar: Se Seleccionaron las competencias correspondientes a cada nivel educativo de acuerdo a los estándares, derechos básicos de aprendizaje y matrices de referencia propuestas por el gobierno nacional para el mejoramiento de las pruebas saber en matemáticas.

El componente pedagógico: Recursos de diseño curricular en relación a las actividades para la enseñanza, Procesos de evaluación formativa, rubrica, el aprendizaje y la evaluación, el uso del portafolio como evidencia de avances del proceso.

2.3. Aspectos a tener en cuenta en la aplicación de la estrategia. Para aplicar la propuesta que corresponde a la aplicación de la estrategia Evaluación Contextualizada Para Potenciar el Desarrollo de Competencias Matemáticas en Pruebas Saber es importante tener en cuenta que el docente debe conocer detalladamente los estudiantes y sus ritmos de aprendizaje, estudiar las competencias básicas propuestas para cada estándar, diseñar procesos de evaluación diagnóstica y evaluación formativa. De acuerdo a ello se debe tener en cuenta diseñar las evaluaciones atendiendo a los contextos propuestos por el ICFES en el sistema nacional de evaluación estandarizada: Contextos de matemáticas Financieras, contextos de divulgación



científica, contextos sociales y contextos ocupacionales. Asimismo el diseño de preguntas que promuevan la práctica de las competencias matemáticas: Interpretación y representación, Formulación y ejecución y Razonamiento y argumentación. Además se propone aplicar los formatos de resultados esperados en el plan de mejoramiento propuesto.

Finalmente hay que concientizar al estudiante de la importancia que tiene su papel activo en la evaluación mediante la rúbrica y el portafolio de evidencias.

3. RESULTADOS

La información obtenida hace parte de un estudio de estadística descriptiva, es decir se tabularon los datos obtenidos y se aplicaron fórmulas estadísticas para obtener comparaciones teniendo en cuenta el instrumento de recolección de datos. Además se tuvo en cuenta el siguiente baremo para calcular los resultados

| Rango de actuación | Categorías | Criterios |
|--------------------|--------------------|------------|
| 1-1,99 | Nunca (N) | Deficiente |
| 2-2,99 | Casi nunca (CN) | Regular |
| 3-3,99 | Algunas veces (AV) | Bueno |
| 4-4,99 | Casi siempre (CS) | Muy Bueno |
| 5 | Siempre (S) | Excelente |

Fuente: Velásquez (2016)

Se analizaron aspectos teóricos y metodológicos para sustentar la propuesta. A continuación los resultados de acuerdo a cada uno de los objetivos y las variables en estudio

3.1. Evaluación Contextualizada. Los resultados obtenidos muestran que los docentes conocen diferentes tipos de evaluación, implementan en su praxis docente procedimientos diagnósticos, y de evaluación sumativa pero no están preparados para aplicar un proceso de evaluación formativa, puesto que esta variable tiene una media de 2,7 con criterio regular. En relación a la definición de contextualización y practica de una evaluación que potencie el desarrollo de competencias matemáticas este indicador muestra poco avance a pesar de los esfuerzos que se hacen por mejorar los resultados de las pruebas en algunas instituciones, teniendo en cuenta que se obtuvo una media de 2,88 que corresponde al criterio regular.

3.2. Competencias Matemáticas. Para Leyva(2006) “El Dominio de Competencia en Matemáticas concierne a la capacidad de los estudiantes para analizar, razonar y comunicar eficazmente sus ideas al tiempo que se plantean, formulan, resuelven e interpretan tareas matemáticas en una variedad de contextos”[10]. Al respecto, Los resultados muestran que los docentes en cuanto concepto de competencias en general, obtuvieron una media aritmética de 3,88 con relación a su definición, lo que quiere decir que es un criterio bueno, pero se debe profundizar aún mas. Es decir, que casi siempre existen docentes con conocimiento pertinente en los aspectos teóricos que tienen que ver con competencias. De igual manera, los datos logrados en cuanto a competencias como saber hacer en un contexto corresponden al criterio regular, puesto que competencia como habilidades se representa con una media de 2,9 y el indicador estándares de matemáticas con una media de 3,46 corresponde a un criterio bueno según el análisis estadístico operado.

3.3. Pruebas Saber. Con respecto a los conocimientos que tienen los docentes sobre la prueba saber y el análisis de resultados en sus



respectivas instituciones se obtuvo una media de 3,5 ubicado en el criterio bueno. Sin embargo con respecto al desarrollo de planes de mejoramiento funcionales y aplicados con seguimiento adecuado los docentes manifestaron poca credibilidad y poca funcionalidad a estos procesos con una media de 1,7 que es deficiente, es decir, que para los docentes el seguimiento a resultados a la prueba saber con planes de mejoramiento no es un elemento primordial para mejorar procesos de enseñanza aprendizaje en cuanto a potenciar las competencias matemáticas.

En cuanto a la factibilidad de ejecutar una propuesta de Evaluación Contextualizada Para Potenciar el Desarrollo de Competencias Matemáticas en Pruebas Saber los docentes señalan que los colegios cuentan con herramientas técnicas, legales y políticas para llevar a cabo las mismas, ya que alcanzó un promedio de 4,2 con criterio Muy bueno, eso quiere decir; que se cuenta con lo necesario para desarrollar actividades implementando la propuesta, luego existe factibilidad educativa, los profesores alcanzaron a señalar que es factible realizar pedagógicamente la propuesta con una media de 4,4.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se verificó con base en los resultados mostrados en las tablas estadísticas y gráficos, que para aplicar la propuesta es importante tener en cuenta que la evaluación contextual debe estar inmersa en el proceso educativo y transformarse en instrumento de acción pedagógica que permita, adaptar el proceso de enseñanza aprendizaje a las características individuales de los alumnos. De igual manera el docente debe conocer detalladamente los estudiantes y sus ritmos de aprendizaje, estudiar las competencias básicas propuestas para cada estándar, diseñar procesos de evaluación diagnóstica y evaluación formativa.

De acuerdo a ello, el docente debe tener en cuenta diseñar las evaluaciones atendiendo a los contextos propuestos por el ICFES en el sistema nacional de evaluación estandarizada: Contextos de matemáticas Financieras, contextos de divulgación científica, contextos sociales y contextos ocupacionales. Asimismo el diseño de preguntas que promuevan la práctica de las competencias matemáticas: Interpretación y representación, Formulación y ejecución y Razonamiento y argumentación. Además se propone aplicar los formatos de resultados esperados en el plan de mejoramiento propuesto. Finalmente hay que concientizar al estudiante de la importancia que tiene su papel activo en la evaluación mediante la rúbrica y el portafolio de evidencias.

Con respecto a los resultados obtenidos en la aplicación del instrumento, se concluye que existe factibilidad institucional, educativa y pedagógica para implementar la propuesta.

Se concluye que se requiere el planteamiento de una propuesta que permita integrar la evaluación contextual en el proceso educativo como instrumento de acción pedagógica según las características individuales de los alumnos. Asimismo, el docente requiere preparación y actualización en cuanto a la contextualización de las matemáticas enfocadas a la prueba saber y la ejecución de planes de mejoramiento y seguimiento a los resultados.

Para finalizar, se propone, establecer los desempeños, indicadores, evidencias, capacidades y habilidades pueden activar los alumnos en la solución de problemas, es decir, evaluar hasta qué punto son matemáticamente competentes para desarrollar problemas en situaciones reales, para el diseño de una evaluación formativa y real.

REFERENCIAS

- [1] Arredondo, S. C., Diago, J. C., & Cañizal, A. (2010). Evaluación educativa de



aprendizajes y competencias. Pearson Prentice Hall.

[2] Tobón, S. (2008). La formación basada en competencias en la educación superior: el enfoque complejo. México: Universidad Autónoma de Guadalajara.

[3] Yepes, R. L. G. (2010). Calidad Educativa: Más que resultados en pruebas estandarizadas. *Revista Educación y Pedagogía*, 16(38).

[4] Sarmiento G. V. (2008). Colombia: qué y cómo mejorar a partir de la prueba PISA. [Documento en Línea] Periódico Altablero No. 44, enero-marzo 2008 del Ministerio de Educación Nacional. Disponible: <http://www.mineduacion.gov.co/1621/propert-yvalue-37909.html> [Consulta: 2015, Noviembre 03]

[5] Núñez, J. et al., 2002, "¿Qué pasa con los colegios públicos?", Cuartillas de Economía, N.º 1, pp. 2-3.

[6] ICFES (2013, Diciembre). Colombia en PISA 2012. [Datos en Línea]. En ICFES: Informe nacional de resultados Resumen ejecutivo. Bogotá, D.C. Disponible: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/2304/2/BeltranCastroArietaCecilia2015.JP.G.pdf>. Consulta: 2015, Noviembre 03

[6] Núñez, J. C., González-Pienda, J. A., Alvarez, L., González-Castro, P., González-Pumariaga, S., Roces, C., ... & Da Silva, E. H. (2005). Las actitudes hacia las matemáticas: perspectiva evolutiva. In *Actas do VIII Congreso Galaico-Portugués de Psicopedagogía* (pp. 2389-2396).

[7] Educativa, R. (2008). Plan Sectorial 2006-2010. Ministerio de Educación Nacional. Disponible en:

http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-152025_recurso_1_pdf.pdf

[8] Bustinza, C., Durán, D. y Quintasi, J. (2006). Diagnóstico de estilos de aprendizaje de estudiantes del IV Ciclo de la especialidad de educación inicial. Resultados de investigación educativa. Recuperado el 12 de octubre de 2008, de http://ww.tarea.org.pe/modulos/pdf/ClaudiaBustinza_DiagnosticoEstilos.pdf

[9] Ministerio de Educación Nacional (2009). Decreto 1290. Por el cual se reglamenta la evaluación del aprendizaje y promoción de los estudiantes de los niveles de educación básica y media.

[10] Leyva, J. L. L., & Garrido, Y. P. (2006). Reflexiones sobre la calidad del aprendizaje y de las competencias matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 41(1), 3.



18. EL CONOCIMIENTO SEMÁNTICO EN LA REPRESENTACION DE ECUACIONES DIFERENCIALES LINEALES DE SEGUNDO ORDEN COMO MODELOS MATEMÁTICOS

LUIS FERNANDO MARIÑO¹
ROSA VIRGINIA HERNANDEZ²

¹Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Matemáticas y Estadística. Universidad Francisco de Paula Santander. fernandoml@ufps.co

²Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Matemáticas y Estadística. Universidad Francisco de Paula Santander. rosavirginia@ufps.edu.co
Grupo Euler

Resumen

La resolución de problemas y modelación matemáticas son áreas críticas en la enseñanza y aprendizaje de la matemática. Allí se deben poner en juego, conceptos, habilidades y procedimientos provenientes de la experiencia matemática en cursos anteriores. La mayoría de los estudiantes tienen dificultades para llegar a entender el lenguaje de las matemáticas; relacionadas con el conocimiento inadecuado del lenguaje especializado que incluye palabras técnicas, no técnicas, y notación simbólica, específicamente en la formulación de modelos matemáticos. El propósito del estudio estuvo centrado en analizar los resultados sobre el conocimiento semántico que un grupo de estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Francisco de Paula Santander evidencia en la representación de ecuaciones diferenciales lineales de segundo orden como modelos matemáticos. Los fundamentos teóricos de que dieron soporte a la investigación fueron: La teoría de dos etapas propuesta por Mayer (1986), el ciclo de modelación bajo la perspectiva cognitiva de Ferri (2006) y las representaciones externas de Goldin y Kaput (1996). Se diseñó y aplicó un cuestionario de 17 reactivos con respuestas cerradas y abiertas. Los hallazgos muestran que cada participante hace su propia representación interna y externa a conceptos como: sistema masa-resorte, peso, masa, punto de equilibrio, Ley de Hooke, fuerza amortiguadora, fuerza externa, Ley de Newton inmersos en la situación mediante un problema de palabra.

Palabras claves: Problemas matemáticos, ciclo de modelación, representaciones externas, modelación matemática.



1. INTRODUCCIÓN

La representación de situaciones del mundo real o problemas de palabra es una etapa crucial en la formulación de modelos matemáticos. Un alto porcentaje de los estudiantes no “llega a entender el lenguaje de las matemáticas, relacionado con el conocimiento inadecuado del lenguaje matemático especializado que incluye palabras técnicas, no técnicas, y notación simbólica” (p. 2). Para Sabagh S. (2008) la dificultad “parece ser la representación del problema; es decir, moverse de las palabras en el problema a una representación mental coherente con éste” (p. 218). Según Calle (2013) el problema semántico del lenguaje matemático es muy complejo, debido a la diversidad de registros semióticos utilizados en la actividad matemática, como: “el uso del lenguaje ordinario oral y escrito, símbolos específicos, representaciones gráficas de objetos materiales y un sinnúmero de signos” (p. 22). Mientras que para (Blum & Borromeo Ferri, 2009) las posibles causas de las “dificultades en los procesos de modelación radica en las demandas cognitivas en las tareas, puesto que se encuentran ligadas a otras competencias matemáticas como la lectura, la comunicación, el diseño y la aplicación de estrategias para la resolución de problemas” (p. 46).

Investigadores como Haghverdi, Majid, Semnani, Ahmad Shahvarani, & Seifi, Mohammad (2012), Calle (2013), Bassanezi, R., y Biembengut, M. (1997) coinciden en que los errores de los alumnos en la resolución de problemas son resultado de falta de conocimiento lingüístico, semántico, estructural y comunicacional, el empleo del proceso semántico y del lenguaje matemático es deficiente, no interpretan ni relacionan signos ya aprendidos con los nuevos, desconocen el proceso semántico

del significado de las palabras. Para Berdugo Oviedo (2004) la dificultad reside en el emparejamiento entre la comprensión del texto, la situación constituida en el texto y la representación matemática. Según Wright (2014) la mayor dificultad se encuentra en la fase de traducción del lenguaje humano al simbolismo matemático.

La ingeniería necesita de las matemáticas para lograr sus propios fines ya que estas le permiten dar solución a los problemas planteados que provienen de la industria o del diario vivir, Guerrero (2012). Los programas académicos para la formación de ingenieros se caracterizan por tener un amplio componente de matemáticas especialmente en el ciclo básico, esto pone de manifiesto lo que afirma Toro (2009, p. 7), “comparativamente con otras áreas, las matemáticas presentan una característica particular: son un conocimiento acumulativo”. Ecuaciones diferenciales es una de las asignaturas que más aporta en la formación del ingeniero. También quizá una de las que más dificultad les presenta; cuando un estudiante se enfrenta a problemas de modelado debe poner en juego, conceptos, habilidades y procedimientos provenientes del cálculo diferencial, integral, álgebra lineal, estadística e incluso de lo visto en el nivel educativo precedente.

Según (Blum & Borromeo Ferri, 2009) la modelación matemática es el proceso de traducción entre el mundo real y las matemáticas en ambas direcciones. Para Camarena (2009), “la modelación matemática es aquel modelo que se concibe como el proceso cognitivo que se tiene que llevar a cabo para llegar a la construcción del modelo matemático de un problema u objeto del área de contexto” (p. 20). Según Mayer (1986) para resolver un problema se debe pasar por las etapas: traducción y solución. Para la primera se requiere conocer el



significado en el lenguaje natural de cada una de las palabras que aparecen en el enunciado (conocimiento lingüístico) y conocimiento de los hechos acerca del mundo real (conocimiento semántico), para la segunda conocimiento operativo y estratégico; estos procesos cognitivos requieren y destacan la importancia del tránsito que tiene que hacer el resolutor del lenguaje natural al lenguaje matemático. En esta fase se presentan grandes dificultades que pueden originar malentendidos, que se producen cuando el solucionador de problemas construye un modelo mental de la situación problemática que entra en conflicto con la información en el enunciado del problema (Mayer, Lewis, & Hegarty, 1992)

Estos investigadores coinciden en muchos aspectos, pero el relevante para la investigación es el primer paso: entender el problema y formular el modelo. Según Polya (2011) esto requiere que el resolutor entienda el significado del problema, si puede replantear o escribir el problema utilizando sus propias palabras, identificar datos conocidos y variables. Entre tanto para Schoenfeld (1980), citado por Pino (2012), lo primero es la categoría de recursos entendida como conocimientos previos que posee el individuo, la forma en que el profesor accede a los conceptos que tiene el estudiante, circunstancias estereotípicas que provocan respuestas como un simple procedimiento y los recursos defectuosos (algún conocimiento mal aprendido, así sea una fórmula).

Por la trascendencia que tiene esta etapa en los procesos de modelación, la investigación se centra en éste elemento fundamental, analizando la estructura del lenguaje natural que requiere ser matematizado, y en el marco del planteamiento de Mayer (1986) acerca de los estadios para resolver problemas, se formuló el siguiente objetivo para orientar la

investigación: Analizar los resultados sobre el conocimiento semántico en la representación de ecuaciones diferenciales lineales de segundo orden como modelos matemáticos evidenciado por un grupo de estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Francisco de Paula Santander.

2. METODOLOGÍA

La investigación fue cuantitativa de tipo exploratorio descriptivo. La población estuvo conformada por estudiantes que cursaron Ecuaciones Diferenciales en los programas de la Facultad Ingeniería de la Universidad Francisco de Paula Santander durante el II semestre académico 2016. Para la selección de los participantes se utilizó muestreo probabilístico.

Para recolectar la información se diseñó un cuestionario de 17 reactivos con respuesta cerrada y abierta a partir de un problema de palabra que involucra contenidos del ciclo básico de ingeniería, donde el resolutor tiene que representar ecuaciones diferenciales ordinarias de segundo orden como modelos matemáticos.

El siguiente problema de palabra fue tomado de Ecuaciones Diferenciales con problemas con valores en la frontera de Zill y Cullen (2009), se realizaron algunas modificaciones, sirviendo como base para la elaboración del cuestionario:

Considere un resorte de longitud l sujetado con firmeza a un punto fijo (como el techo). Una masa que pesa 16 libras se fija en el extremo inferior del resorte y lo alarga $8/3$ pie. La masa se libera inicialmente desde un punto 2 pies debajo de la posición de equilibrio y el movimiento posterior ocurre en un medio que ofrece una fuerza de amortiguamiento igual a $1/2$ de la velocidad



instantánea. Formule la ecuación diferencial que rige el movimiento del sistema masa-

resorte si se aplica una fuerza externa igual a $f(t) = 10 \cos 3t$.

3. RESULTADOS

La Tabla 1 muestra resultados parciales acerca de los significados asignados por los participantes a signos, símbolos y expresiones matemáticas:

Tabla 2. Representaciones externas a proposiciones y conceptos matemáticos

| Expresiones matemáticas | % | Representación Externa |
|---|----|--|
| Un sistema masa resorte está compuesto por | 30 | Una masa puntual, un resorte ideal colgante y un punto de sujeción del resorte, por ejemplo el techo |
| | 10 | Una masa m unida a un resorte ideal, que a la vez se halla unido a una pared |
| | 50 | Un resorte con alto coeficiente de elasticidad, una masa puntual y un punto de sujeción del resorte |
| | 10 | Un resorte con alto coeficiente de elasticidad que no se deforme en su rango de estiramiento, una masa puntual y un punto de sujeción del resorte |
| La masa de un cuerpo es: | 80 | Una medida de la cantidad de materia que posee un cuerpo y su unidad en el sistema internacional de unidades es el kilogramo |
| | 20 | La inercia o resistencia a los cambios de estado de movimiento |
| El peso de un cuerpo, representa | 90 | El producto de su masa por la aceleración de la gravedad, expresado mediante la relación $W = mg$ |
| | 10 | La Fuerza con la que tierra atrae al cuerpo |
| La constante de elasticidad del resorte, es | 80 | El valor de la constante de proporcionalidad según la ley de elasticidad de Hooke que establece: dentro de los límites el estiramiento que experimenta un material elástico es directamente proporcional a la fuerza aplicada sobre el mismo |
| | 20 | El valor de la constante de proporcionalidad que permite recuperar su forma original después de ser comprimido o estirado por una fuerza externa |
| El pie es la unidad de longitud en el sistema | 40 | De ingeniería y equivale a 30.48 cm en el sistema Cgs |
| | 20 | De ingeniería y equivale a 0.3048 m en el sistema Mks |
| | 30 | De ingeniería equivalente a 30.48 cm en el sistema MKs. |
| | 10 | Cgs y equivale a 12 pulgadas en el sistema de ingeniería |
| La expresión: La masa se libera inicialmente desde un punto 2 pies debajo de la posición de equilibrio, significa: | 20 | El momento a partir del cual se considera el movimiento, es decir cuando $t = 0$ |
| | 30 | Representa una condición inicial expresada mediante $y(0) = 2$, allí $y(t)$ es la función desplazamiento del cuerpo |
| | 40 | Como el cuerpo es liberado debajo de la posición de equilibrio la velocidad inicial es igual a cero y se representa mediante $dy/dt = 0$ |
| | 10 | Las condiciones iniciales $y(0) = 2$, $y'(0) = 0$ a partir de las cuales se considera la situación y permiten hallar la solución particular de la ecuación diferencial |
| Se puede afirmar que la fuerza de amortiguamiento: | 40 | Tiene dirección opuesta al movimiento instantáneo y es proporcional a la velocidad del cuerpo cuando la velocidad es baja |
| | 10 | Como es proporcional al movimiento del cuerpo, existe la constante de amortiguamiento, representada generalmente por la letra c |
| | 30 | Si dy/dt es positiva el cuerpo se mueve hacia abajo y la fuerza de amortiguamiento se dirige hacia arriba, representada mediante $F_{amort} = -c dy/dt$ |



Si dy/dt es negativa el cuerpo se mueve hacia arriba y la fuerza de amortiguamiento se dirige hacia abajo, representada mediante $F_{amort} = -c dy/dt$

4 DISCUSIÓN

Los hallazgos coinciden y muestran claramente que cada participante hace su propia representación interna y externa a conceptos como: sistema masa-resorte, peso, masa, punto de equilibrio, Ley de Hooke, fuerza amortiguadora, fuerza externa, Ley de Newton, posiblemente estas se deben a su experiencia y competencias matemáticas coincidiendo con Ferri (2006).

Los resultados evidencian también dificultades en el tránsito del lenguaje natural al lenguaje matemático y la representación externa de cada una de los signos, símbolos o expresiones matemáticas inmersas en el problema de palabra, como lo afirman Haghverdi, Majid, Semnani, Ahmad Shahvarani, & Seifi, Mohammad (2012), Calle (2013), Bassanezi, R., y Biembengut, M. (1997), Sabagh S. (2008), Berdugo Oviedo (2004) y Calle (2013).

5. CONCLUSIONES

El trabajo evidencia la importancia que tiene la fase de representación en el ciclo de modelación y resolución de problemas. Cada participante hace una representación externa parcial de cada uno de los conceptos matemáticos inmersos que involucran ecuaciones diferenciales de segundo orden.

Se evidencian también muestran dificultades en estas tareas; por tanto es necesario realizar trabajos profundizando en el tema con el propósito de buscar explicaciones y contribuir en la enseñanza y aprendizaje de la matemática.

REFERENCIAS

Bassanezi, R., & Biembengut, M. (1997). Modelación matemática: una antigua forma de investigación, un nuevo

método de enseñanza. *Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 32, 13-25. Recuperado el 19/07/2016 de <http://funes.uniandes.edu.co/3171/1/C1997Modelaci%C3%B3nNumeros32.pdf>

Berdugo Oviedo, G. (2004). *Comprehension and representation of algebra word problems in a second language* (Order No. NQ98206). Available from ProQuest Dissertations & Theses A&I: Social Sciences. (305064402). Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/305064402?accountid=43636>

Blomhøj, M. (2009). Different perspectives on mathematical modelling in educational research - categorising the TSG21 papers. *Mathematical Applications and Modelling in the Teaching and Learning of Mathematics*, 11. Recuperado de <http://tsg.icme11.org/document/get/811>

Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical Modelling: Can It Be Taught And Learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45-58.

Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects—State, trends and issues in mathematics instruction. *Educational studies in mathematics*, 22(1), 37-68.



- Calle, C.E. (2013). Influencia de la semántica en el aprendizaje de las matemáticas en el segundo curso de bachillerato del Colegio Benigno Malo. (Trabajo de grado de Maestría). Recuperado de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4693/1/Tesis.pdf>
- Camarena G.P. (2009). La matemática en el contexto de las ciencias. *Innovación Educativa*, 9(46) 15-25. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4707699.pdf>
- Dostál, J. (2015). Theory of Problem Solving. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 2798–2805. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.970>
- Ferri, R. B. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *ZDM - International Journal on Mathematics Education*, 38(2), 86–95. <http://doi.org/10.1007/BF02655883>
- Goldin, G. A., & Kaput, J. J. (1996). a Joint Perspective on the Idea of Representation in Learning and Doing Mathematics, (January 1996), 397–430.
- Goldin, G. A. (1998). Representational systems, learning, and problem solving in mathematics. *The Journal of Mathematical Behavior*, 17(2), 137–165. [http://doi.org/10.1016/S0364-0213\(99\)80056-1](http://doi.org/10.1016/S0364-0213(99)80056-1)
- Guerrero, J.G. (2012). Las matemáticas en Ingeniería: todo un reto pedagógico. *Ed. Coruniamericana*. 1(1). 75-80.
- Recuperado de <http://coruniamericana.edu.co/publicaciones/ojs/index.php/IID/article/view/174/168>
- Haghverdi, Majid, Semnani, Ahmad Shahvarani, & Seifi, Mohammad. (2012). The relationship between different kinds of students' errors and the knowledge required to solve mathematics word problems. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 26(42b), 649-666. Retrieved July 14, 2015, from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-636X2012000200012&lng=en&tlng=en. 10.1590/S0103-636X2012000200012
- Intaros, P., Inprasitha, M., & Srisawadi, N. (2014). Students' Problem Solving Strategies in Problem Solving-mathematics Classroom. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 4119–4123. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.901>
- Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zdm*, 38(3), 302–310. <http://doi.org/10.1007/BF02652813>
- Kashefi, H., Ismail, Z., & Yusof, Y. M. (2010). Obstacles in the Learning of Two-variable Functions through Mathematical Thinking Approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 8, 173–180. <http://doi:10.1016/j.sbspro.2010.12.024>



- Mayer, R.E. (1986). *Thinking, Problem Solving, Cognition*. (Trad. Graziella Baravella). (1^a ed.). Barcelona: Ediciones Paidós. (Original publicado en 1983).
- Muir, T., Beswick, K., & Williamson, J. (2008). "I'm not very good at solving problems": An exploration of students' problem solving behaviours. *The Journal of Mathematical Behavior*, 27(3), 228–241.
<http://doi:10.1016/j.jmathb.2008.04.003>
- National Council of Teacher of Mathematics (2000). *Estándares curriculares y de evaluación para la educación matemática*.
- Olazabal, A. M., Camarena, P. (2004). *Categorías en la traducción del lenguaje natural al lenguaje algebraico*. Ponencia presentada en el Cuarto congreso nacional y tercero internacional: Retos y Expectativas de la Universidad, Coahuila, México. Recuperado el 08 de febrero de 2015 de:
<http://www.congresoretosyexpectativas.udg.mx/Congreso%204/Mesa%202a/m2a20.pdf>
- Polya, G. (2005). *Cómo plantear y resolver problemas*. (reimp. XVII). (Trad. Zagazagoitia) Mexico: Editorial Trillas. (Original publicado en 1965).
- Sabbagh, S. S. (2008). Soluciónn de problemas aritméticos redactados y control inhibitorio cognitivo. *Universitas Psychologica*, 7(1), 217–229.
- Toro, J. R. (2009). Las Matemáticas: fundamentos de disciplinas y profesores. Recuperado de: http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-189357_archivo_pdf_matematica_1A.pdf_1A.pdf
- Wright, J. E. (2014). *An investigation of factors affecting student performance in algebraic word problem solutions* (Order No. 3642234). Available from ProQuest Dissertations & Theses A&I. (1630101245). Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1630101245?accountid=43636>
- Zill, D.G., Cullen, M.R. (2009). *Ecuaciones diferenciales con problemas de valores en la frontera*. (7^a ed.). Mexico: Cengage Learning Editores.



19. ESTUDIO INFERENCIAL EN EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS QUE ORIENTAN LOS DOCENTES EN BÁSICA PRIMARIA

ALBA YULI MARULANDA ECHEVERRI¹

¹Facultad de Educación Artes y Humanidades, Universidad Francisco de Paula Santander.
GIPEPP. E-mail: albayulime@ufps.edu.co

Resumen

El propósito de esta investigación es caracterizar las prácticas pedagógicas que se utilizan en el desarrollo de competencias científicas en educación básica primaria ; Y analizarlas desde los estándares básicos establecidos por el Ministerio de Educación Nacional en el desarrollo de las competencias; para determinar los factores que más inciden en el proceso; además proponer estrategias didácticas para articular las competencias del área de ciencias naturales con las prácticas pedagógicas de los docentes que las orientan. Así mismo, surge la inquietud de crear actividades didácticas que fortalezcan las competencias científicas tendientes a mejorar el desempeño por parte de los estudiantes a través de la práctica pedagógica. El diseño de la investigación Se realiza bajo el paradigma cuantitativo apoyado en análisis cualitativo, como modelo operativo viable para los requerimientos de un grupo social; es de Tipo Campo; los datos de interés son recopilados en forma directa a través de encuesta escala tipo Likert con preguntas dirigidas con los estándares establecidos por el MEN , organizadas por Competencias Genéricas, Competencias Docentes y Competencias científicas; utilizando el software Excel y SPSS para el análisis de datos, con una fiabilidad del (0,87), y un R de (0,93) que indica coherencia en los elementos utilizados en el instrumento que se menciona. Se seleccionó estudiantes mediante muestreo aleatorio simple; y análisis factorial para reducción de ítems.

Palabras claves: Ciencias Naturales, Competencias, Educación Básica Primaria, Práctica Pedagógica.

1. INTRODUCCIÓN

Cada institución educativa tiene un propósito fundamental de formación integral en sus estudiantes, enmarcada dentro de su proyecto educativo institucional y su modelo pedagógico (PEI). Para ser reconocida por la alta calidad en la formación de jóvenes con sentido de responsabilidad social y la generación de conocimientos que implican un óptimo rendimiento en su vida profesional.

En el nivel de educación básica primaria las competencias científicas llevan inmersas otras competencias que son importantes para dar paso al nivel de bachillerato y con un buen resultado en las pruebas saber, allí se implementan estrategias de mejoramiento por parte de los docentes y se aplican las herramientas apropiadas para conducir a los estudiantes hacia un aprendizaje significativo. Por esto la referencia que hace la ley de educación en



relación a las competencias básicas implica una reformulación de los métodos de enseñanza del “saber” al “saber hacer”; de “aprender al “saber aprender”; y el más reciente: aprender a convivir, donde se dice de las competencias ciudadanas. El objetivo de esta última es lograr que los jóvenes se desenvuelvan en su vida adulta y en el mercado laboral, de manera satisfactoria, y esto implica que los profesores cambien su manera de instruir y estimular el proceso de aprendizaje significativo a través de sus asignaturas.

2. LA PRÁCTICA PEDAGÓGICA

Según Freire [1] “ el aprendizaje del educador al educar se verifica en la medida que el educador humilde y abierto se encuentre permanentemente disponible para repensar lo pensado, revisar sus posiciones; en que busca involucrarse con la curiosidad del alumno y los diferentes caminos y senderos que ella lo hace reconocer”.

Según Martínez Boom [2] “la practica pedagógica como parte de un todo como lo son la práctica, el saber y la disciplina”

Ken Bain [3] “el secreto está en lo que los profesores comprenden: su asignatura y valoran el aprendizaje humano en este caso el educando. Un buen profesor conoce su materia a fondo pero esto no es lo más importante para él; es causar en los escolares una tracción enlazada en respuestas significativas.

En conclusión; en cada educador debe existir una evaluación constante de su quehacer pedagógico que lo enriquezca en sus prácticas pedagógicas; así como la construcción de una pedagogía crítica que se vea reflejada en la cotidianidad de sus clases con los estudiantes, y su aprendizaje

significativo donde se propenda por un currículo oculto y flexible, que se adopte en forma permanente al contexto de sus educandos.

3. COMPETENCIAS

Según PISA [4] la competencias científica implica “la capacidad de aplicar el conocimiento científico en situaciones de la vida real, lo que requiere conocer ciencia, los conceptos y las teorías fundamentales, y conocer, respecto de la ciencia, sus metodologías, su poder y sus limitaciones, su interrelación con la sociedad...Ademas, requiere la disposición a ejercitar estas competencias, lo cual depende de las actitudes de los individuos hacia la ciencia y su disposición a implicarse en cuestiones relacionadas con las ciencias.

Tuning [5] ha definido la competencia como “una combinación dinámica de conocimiento, comprensión, capacidades y habilidades... se forman unidades del curso y se evalúan en diferentes ciclos y se dividen en competencias relacionadas con un área de estudio (específicas de un campo de estudio) y genéricas (comunes para diferentes cursos) y estas últimas permiten a los ciudadanos adaptarse a los desafíos de la presente sociedad que cada día debe tener un pensamiento flexible, saber interpretar, enfrentar y resolver las situaciones problemáticas y enfrentar las incertidumbres.

En este campo Tuning América Latina ha identificado 27 competencias genéricas, las cuales ha agrupado de acuerdo a su afinidad en cuatro factores: Proceso de Aprendizaje, valores Sociales, Contexto Tecnológico Internacional y Habilidades Interpersonales.

Teniendo como partida estas bases conceptuales, el docente ideal como ente dinamizador a partir de la observación podrá empezar a trabajar las competencias en ciencias naturales en educación básica primaria, Proyecto Deseco (Definición y Selección de Competencias) de la OCDE, como “la capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada”, La inclusión de las competencias básicas en el currículo exige a los docentes un gran refuerzo en el cambio de sus rutinas de clases y las prácticas de aula.

3.1. Morse [6] “El diseño de la investigación se realiza bajo el paradigma cuantitativo apoyado en análisis cualitativo, que manifiesta que cuando el método cualitativo es secundario y subsecuente al cuantitativo que es principal, ayuda a interpretar y evaluar sus resultados”

Arias [7] “Según su particularidad, esta es una investigación de Tipo Campo; los datos de interés son recopilados en forma directa a través de encuestas con preguntas dirigidas y que han sido establecidas por los estándares del MEN y organizadas para un análisis y aplicación de una metodología sistemática de resolución de problemas.

De la misma forma se asumió la investigación como un diseño descriptivo en la medición de variables de estudio.

Durante la etapa inicial de la investigación para la recolección de información se adaptó y se aplicó una encuesta de selección única respuesta, tipo escala Likert con opciones: 1 Nunca; 2 Algunas veces; 3 Siempre. Organizadas por Competencias Genéricas, Competencia Docente y Competencias Científicas. También se recoge información básica como género, edad e información

socio académica. Se aplicó una prueba piloto, en una institución educativa diferente, el instrumento fue analizado por tres expertos, antes de su aplicación final. Se realizó un análisis factorial para reducción de ítems.

Tabla. 1: Resumen. Competencias científicas.

COMPETENCIAS EN CIENCIAS NATURALES

COMPETENCIAS GENÉRICAS

| Instrumental | Nunca | A Veces | Siempre |
|---|-------|------------|---------|
| Analiza los diferentes temas y los resume en forma sencilla para que los entiendas | 5% | 12.1 % | 82.9% |
| Sistémica | | | |
| Enseña a tener iniciativa en los proyectos, a luchar por las metas que se quieren alcanzar en la vida | 3.1 % | 11.9 % | 85 % |
| Personales | | | |
| Orienta en el aprendizaje de hacer las cosas bien y con agrado (compromiso ético) | 1% | 22.8% | 76.2% |
| COMPETENCIAS DOCENTES | | | |
| Pedagógico(Formar) | | | |
| Enseña temas de Actualidad | 1.6% | 34.2% | 64.2% |
| Diseña actividades teniendo en cuenta al estudiante | 7.3% | 32.1% | 60.6% |
| Utiliza el lenguaje apropiado con la comunidad educativa | 4.1% | 19.2% | 76.7% |

| | | | |
|---|------|-------|-------|
| Evaluación (mide el conocimiento) | | | |
| Contribuye a que despiertes la creatividad a partir de la presentación de algunos trabajos artísticos y otros | 3.6% | 38.9% | 57.5% |
| Curricular | | | |
| Participa en capacitación | 3.6% | 21.2% | 75.1% |
| Promueve los derechos humanos | 3.6% | 17.1% | 79.3% |

se observa que el docente debe generar aprendizajes socialmente significativos, tener dominios y destrezas para enseñar para enseñar, desarrollar habilidades de pensamiento en los niños del área. El docente debe rediseñar su metodología para realizar las actividades de liderazgo y generar comportamientos importantes en los estudiantes para desempeñarse en el contexto social en el que se desenvuelven. Se observa que hay poca participación en actualizaciones y capacitaciones que deben contribuir a mejorar el currículo.

| | | | |
|--|-------|-------|-------|
| COMPETENCIA CIENTIFICA (Interpreta, Argumenta y propone) | | | |
| Entorno vivo | | | |
| Fomenta la higiene corporal | 6.2% | 29.5% | 64.2% |
| Explica las teorías del Origen de la vida | 5.7% | 36.3% | 58.0% |
| Explica la adaptación En los ecosistemas | 3.6% | 29.0% | 67.4% |
| Ciencia, tecnología Y sociedad | | | |
| Explica la utilidad de los aparatos eléctricos | 9.8% | 28.8% | 62.2% |
| Promueve al Inteligencia vial | 9.8% | 30.6% | 59.6% |
| Identifica la evolución De algún aparato | 15.5% | 39.9% | 44.6% |
| Entorno físico | | | |
| Identifica características De los objetos | 2.6% | 19.2% | 78.2% |
| Explica los estados de la materia | 5.2% | 21.8% | 73.1% |
| Explica los movimientos terrestres | 17.6% | 30.6% | 51.8% |

En lo que refiere al currículo, los estudiantes en la respuesta siempre, aun no alcanzan el nivel requerido en ciencias naturales de primaria. En la evaluación del conocimiento, se recomienda vincular en forma creciente las actividades artísticas para despertar la creatividad en los niños (as) y motivar el interés, porque esto puede generar espacios de aprendizaje en el área de ciencias naturales por parte de los niños de primaria.

3.2 La investigación demostró que los resultados son confiables debido a que las preguntas de los diversos ítems son claras y utilizan un lenguaje comprensible para los niños de primaria de grado 3, 4 y 5 encuestados; por presentar un criterio práctico para opinar respecto a sus maestros, puesto que, para ellos es importante opinar sobre las actuaciones de sus educadores dentro y fuera del aula, en su entorno escolar.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se observa en los resultados de las encuestas realizadas a los estudiantes de grados tercero, cuarto y quinto de primaria, que los datos porcentuales de las competencias del docente, en lo referente al

Fuente: elaboración propia 2015
 Los datos de las competencias de los docentes; en el aspecto pedagógico formar,



aspecto pedagógico arroja un alto porcentaje de respuestas algunas veces, e incide directamente en las respuestas de siempre, que para este caso, son bajas. El docente debe generar aprendizajes socialmente significativos, tener dominio y destrezas para enseñar y desarrollar habilidades de pensamiento en los niños del área de ciencias naturales de primaria.

El rol pedagógico exige un lenguaje competente capaz de generar en los estudiantes respuestas proactivas que los haga salir de su cascaron y enfrentarlos a nuevos retos involucrándose en el aula de clase, para desarrollar las competencias generales en el área de ciencias naturales como lo son la interpretativa, argumentativa y propositiva. Ya que están buscando desarrollar las capacidades que tienen los individuos de saber aplicar lo aprendido en la solución de las diferentes situaciones que vivencian.

REFERENCIAS

Anónimo.(s.f.).Pedagogía del oprimido. Paulo Freire. Recuperado de <http://www.ensayistas.org/critica/liberacion/variados/freire.pdf>
Bain Ken. Los Mejores profesores universitarios. Valencia, 2006

Martínez Boom. Práctica Pedagógica: Historia, Dispositivo y Acontecimiento (s.f., 2004)

Competencias Básicas en Educación Primaria. Revista de Investigación Educativa, 33(1), 233-246. Recuperado de <http://www.researchgate.net/profile/Anonio-Mendez->

Mora, W. & Parga, D. (2005). Evaluación por competencias y estándares de competencia en el campo de la enseñanza de las ciencias y la educación ambiental. Enunciación, 10 (1), 73-84. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4782181>

<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4453237>

Urbina, J. (2013). Práctica Pedagógica. Recuperado de:

www.colombiaaprende.edu.co/mutis

Freire, Paulo. (1997). La importancia de leer y el proceso de liberación. México: siglo XXI editores.

www.mineducacion.gov.co/.../articles-312816_archivo_ppt_induccion ...
(MEN,2006,p.49)

http://www.colombiaaprende.edu.co/html/competencias/1746/articles-335459_pdf_2.pdf
<http://www.mineducacion.gov.co/1621/articulo-87480.html>



20. ANÁLISIS DE LA CALIDAD EN LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE SALUD: UN ENFOQUE SEIS SIGMA

MIGUEL PÉREZ¹
ORLANDONI GIAMPAOLO¹
JOSEFA, RAMONI²
MIGUEL. VALBUENA³

¹ Universidad de Santander, Bucaramanga-Colombia. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Grupo de Investigación Ciencias Básicas y Aplicadas para la Sostenibilidad- CIBAS.

Email: miguel.perez@udes.edu.co, gorlanodni@udes.edu.co

² Universidad de Santander, Bucaramanga-Colombia. Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables. Grupo de investigación CIEMPIES. j.ramoni@udes.edu.co

³ Universidad de Santander, Bucaramanga-Colombia. Programa de Maestría en Gestión Pública y Gobierno. mivave77@hotmail.com

Resumen

Dada su importancia, la salud en Colombia es un tema fundamental en los programas de gobierno tanto a nivel nacional, como regional y local. Garantizar el acceso a servicios de salud de calidad es una de las condiciones necesarias para la reducción de la pobreza y de la desigualdad en el país. Conscientes de esta necesidad, las autoridades del ESE Hospital Lázaro Alfonso Hernández, (San Alberto, Departamento del Cesar, Colombia) se proponen elevar la calidad de los servicios que dicho ente proporciona a la comunidad, la cual se caracteriza por tener altos niveles de pobreza, además de una alta incidencia de enfermedades tropicales y elevado porcentaje de población flotante procedente de tres diferentes departamentos (Cesar, Norte de Santander, Santander), debido a su ubicación geográfica fronteriza.

Este estudio tiene por objetivo contribuir a mejorar la calidad de los servicios de salud de dicho centro asistencial a través de la aplicación de la metodología Seis Sigma, la cual permite diseñar e implementar estrategias de mejora continua a través de la identificación de procesos, servicios o productos que así lo requieran, y de errores, defectos y retrasos que éstos puedan presentar, y las causas que los generan. Siendo que Seis Sigma gira en torno a tres elementos claves, satisfacción del cliente, reducción del tiempo del proceso y disminución de defectos, este proyecto se plantea como hipótesis la posibilidad de mejorar el servicio de salud prestado por el hospital ESE Lázaro Hernández Lara. Significa esto la necesidad de evaluar diferentes áreas del hospital a partir de varios indicadores, a fin de determinar aquéllas que requieren ser mejoradas; conocer el proceso que experimentan y, a través de estudios estadísticos, evaluar estrategias



que contribuyan a su mejor desempeño. En este trabajo se presentan los avances preliminares de la investigación, abordando temas de calidad en salud, como el comportamiento de los tiempos de espera y el número de pacientes atendidos en el área de urgencias durante el año 2015; los resultados de la medición de percepción de calidad por los usuarios del Hospital frente a la atención en las áreas de urgencias y consulta externa, recabados mediante la encuesta SERVQUAL, instrumento que mide la percepción de calidad en servicios de salud. Los resultados obtenidos se basan en el análisis de las series de tiempos de espera y número de pacientes atendidos, y en el análisis factorial confirmatorio de la percepción de calidad, usando el software libre R y LISREL.

Palabras claves: *Seis sigma, calidad en salud, series de tiempo, análisis factorial confirmatorio, indicadores de gestión en salud, SERVQUAL*

1. INTRODUCCIÓN

La mejora en la calidad de los servicios de salud es una necesidad muy sentida en Colombia. No obstante, los avances que se han logrado en materia de reformas en pro de elevar la calidad de estos servicios, se reconoce que aún falta mucho camino por recorrer. Prueba de ello es el hecho de que la mejora en los servicios de salud forma parte fundamental de planes de gobierno a nivel nacional y regional: el Plan de Desarrollo del Cesar “Prosperidad a Salvo” incluye dentro del programa “De frente contra la pobreza” mejorar los servicios de salud en términos de calidad, eficiencia, equidad y sostenibilidad. Si bien el proyecto se está llevando a cabo en el Cesar, se propone generar estrategias que permitan su replicabilidad en instalaciones sanitarias de Santander y en otros departamentos. Así, el Plan de Desarrollo de Bucaramanga 2010-2015 planteaba entre sus dimensiones la de la Sostenibilidad Social y Económica, de la cual forma parte el eje programático Salud y Protección Social. El Plan Nacional de Colombia (2014-2018) propone entre sus objetivos para una Colombia equitativa y sin pobreza, la provisión de servicios de salud

de calidad (DNP, 2014). El Proyecto Diamante del Caribe y Santanderes (FINDETER et al., 2014), que involucra tanto al Cesar como a Santander, establece que para que la alianza fructifique y la calidad de vida de las ciudades de los Departamentos mejore, debe fortalecerse, entre otros, el sector salud.

En este trabajo se presentan los avances preliminares de la investigación, abordando temas de calidad en salud, como el comportamiento de los tiempos de espera de pacientes atendidos en el área de urgencias durante el año 2015 en el ESE Hospital Lázaro Hernández Lara, del municipio de San Alberto, Cesar; los resultados de la medición de percepción de calidad por los usuarios del Hospital frente a la atención en las áreas de urgencias y consulta externa. Para esto, a través de la metodología Seis Sigma, se tomará como estrategia de mejora continua de los procesos que se enfoca en localizar y reducir la variabilidad de los procesos, productos/servicios y los errores, defectos y retrasos asociados hasta alcanzar un nivel mínimo de excelencia. El trabajo computacional se hace mediante el software libre R y LISREL.



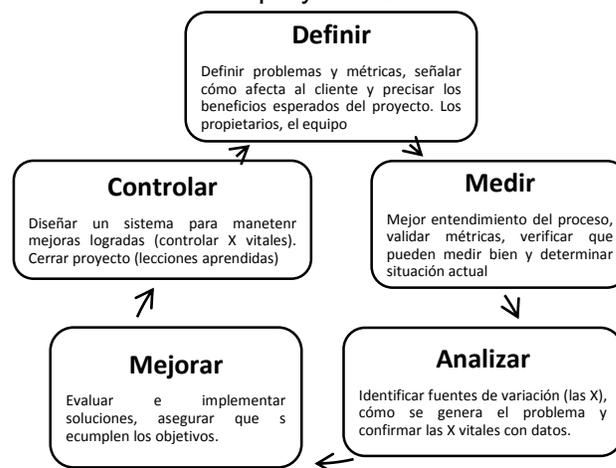
2. MÉTODOS

Según Gutiérrez y De la Vara (2009), definen a Seis Sigma como una estrategia que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización y reducir su variación; con ello, es posible encontrar y eliminar causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio. Como lo señala Orlandoni (2012), la metodología Seis Sigma puede aplicarse para reducir tasa de defectos de productos, servicios y procesos existentes (DMAMC) y para la fase de diseño del producto y del proceso (DMADV). La primera implica *definir* el problema o describir el proceso; definir y evaluar los sistemas de medición, garantizando respetabilidad y reproducibilidad; *analizar* las variables significativas del proceso; evaluar la estabilidad y capacidad del proceso, a través de graficas de control y finalmente, *mejorar* y optimizar el proceso y aplicar mecanismos de monitoreo. Por su parte, DMADV se aplica a productos nuevos o proceso en prueba, para lo que se recurre al diseño estadístico, siguiendo las siguientes etapas: *definición, medición, análisis, diseño y verificación*. Sin embargo, según Ramírez et al. (2007) para que Seis Sigma funcione, se requiere que su filosofía y principios sean aplicados por todo el personal involucrado de arriba hacia abajo, para lo cual es menester el compromiso de la dirección superior, quienes deben estar realmente involucrados con la cultura organizacional de Seis Sigma. En la Figura 1, se muestran las etapas con actividades requeridas para cada una de ellas. Para la aplicación de esta metodología de mejoramiento, se deben seleccionar proyectos que tengan las siguientes características básicas:

1. Ser un proceso específico que contribuya a brindar un servicio superior.
2. Ser factible de realizar.

3. Tener un impacto medible en la mejora de la calidad del proceso.
4. Incrementar los niveles de productividad del proceso.

Figura 1. Las cinco etapas en la realización de un proyecto 6 σ .



Fuente: Gutiérrez y De La Vara, Pág. 425.

En el presente estudio, se verifican las dimensiones medidas de percepción de calidad de acuerdo al instrumento SERVQUAL, que es un cuestionario con preguntas estandarizadas para la medición de la calidad del servicio; fue desarrollado por Valerie A. Zeithaml, A. Parasuraman y Leonard L. Berry, con el auspicio del Marketing Science Institute, y validado para América Latina por Michelsen Consulting, con el apoyo del nuevo Instituto Latinoamericano de Calidad en los Servicios. Es uno de los instrumentos más citados en la literatura sobre calidad y el que mayor atención ha recibido por parte de autores de muy distintas disciplinas. Además, hay que enfatizar que se trata de una medida de calidad percibida y, por tanto, no de la calidad técnica que ofrece el hospital. Diversas investigaciones acerca de la aplicación del modelo SERVQUAL concluyen que ha sido el más utilizado para

la evaluación de la calidad de los servicios públicos. En particular, Bigne et al. (1997), demuestran la fiabilidad de la escala SERVQUAL frente a otras metodologías para medir la calidad, fundamentalmente en tres servicios públicos: educación superior, transporte y salud. Este instrumento ha identificado cinco dimensiones de la calidad, de las cuales solo una es visible:

1. **Tangibles:** Como la parte visible de la oferta: la apariencia y limpieza de las instalaciones físicas, equipo, personal y materiales de comunicación.
2. **Confiables:** la habilidad para desarrollar el servicio prometido en forma acertada y como fue dicho.
3. **Respuesta del personal:** respuesta pronta y deseada, deseo de ayudar a los usuarios y de proveer el servicio con prontitud y esmero.
4. **Seguridad:** conocimiento y cortesía del personal y su habilidad para producir confianza.
5. **Calidez o empatía:** el cariño, la atención individualizadas que se provee a los usuarios, el deseo de comprender las necesidades precisas del cliente y encontrar la respuesta más adecuada.

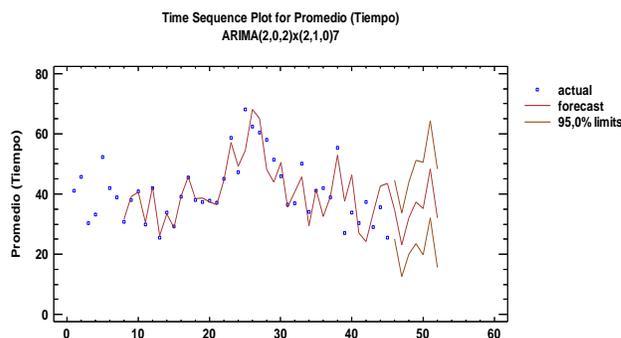
Se utilizó la misma escala Likert que maneja SERVQUAL, reducida a 5 niveles, ya que ello permite simplificar el llenado del cuestionario y la interpretación de la información que se obtiene. El cuestionario fue adaptado de acuerdo a las condiciones sociales y culturales de los usuarios del ESE Hospital Lázaro Hernández Lara y solamente se midió lo que se percibía en la atención de los servicios de salud; no se midieron las expectativas o lo que se espera recibir, como lo indica la medición de la herramienta SERVQUAL.

3. RESULTADOS

3.1 Análisis de los tiempos de espera de los pacientes en urgencias. Los tiempos de espera de pacientes atendidos

en el área de urgencias durante el año 2015 en el ESE Hospital Lázaro Hernández Lara, se estudia mediante análisis de series de tiempo. De manera global, en promedio, un paciente espera aproximadamente 40 minutos para ser atendido por urgencias. Los meses que registraron mayores tasas promedios de espera fueron febrero (50 min) y agosto (57 min). El 40% del total de pacientes atendidos, son de edades que oscilan entre 10-40 años, y el 90% de diagnósticos de consulta son por enfermedad general. La Figura 2 muestra los tiempos de espera semanales promedio de los pacientes en el área de urgencias.

Figura 2. Serie de Tiempo de espera de pacientes para ser atendidos en el área de urgencias.



Fuente: Datos suministrados por el Hospital Lázaro Hernández Lara 2016. Elaboración propia

El modelo que mejor ajusta a los datos es un ARIMA (2,0,2)x(2,1,0)7, con las siguientes características como lo muestra la Tabla 1:

Tabla 1. Estimación del modelo ARIMA para el Tiempo de Espera de pacientes en el área de urgencias.

| Parámetro | Estimación | Error Est | t | p-value |
|------------------|-------------------|------------------|----------|----------------|
| AR(1) | 1,805 | 0,033 | 54,2 | 0,000 |
| AR(2) | -0,990 | 0,027 | -36,4 | 0,000 |
| MA(1) | 1,415 | 0,049 | 28,9 | 0,000 |
| MA(2) | -0,891 | 0,064 | -13,9 | 0,000 |

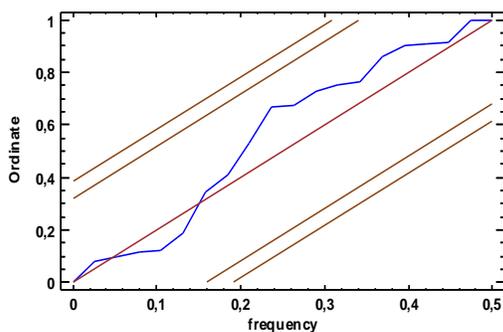
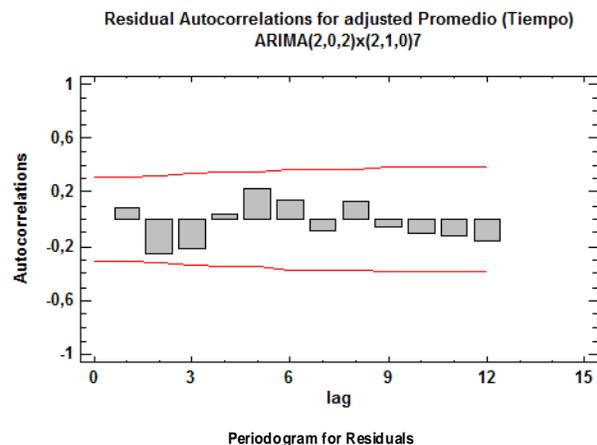
| | | | | |
|--------|--------|-------|-------|-------|
| SAR(1) | -0,312 | 0,097 | -3,2 | 0,003 |
| SAR(2) | -0,970 | 0,042 | -23,0 | 0,000 |

Backforecasting: yes Estimated white noise variance = 22,99 with 32 degrees of freedom

Estimated white noise standard deviation = 4,79

Este modelo genera predicciones aceptables. El diagnóstico del modelo de acuerdo a la Figura 3, indica que los residuos son ruido blanco, basándose en el periodograma integrado y en el autocorrelograma de los residuos obtenidos en el análisis.

Figura 3. Diagnóstico del modelo ARIMA (Periodograma y autocorrelograma de residuos) de la Serie de tiempo de espera de pacientes en el área de urgencias.



Fuente: Datos suministrados por el Hospital Lázaro Hernández Lara 2016. Elaboración propia.

3.2 Análisis del promedio de pacientes atendidos por semana en urgencias. El pronóstico de suavización exponencial simple es óptimo para patrones de demanda aleatorios o nivelados donde se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos mediante un enfoque en períodos de demanda reciente, este posee una ventaja sobre el modelo de promedio móvil ponderado ya que no requiere de una gran cantidad de períodos y de ponderaciones para lograr óptimos resultados. Para el análisis de la serie de tiempo “número de pacientes atendidos perca pita en el área de urgencias”, se ajustó un modelo de suavización exponencial simple, por el hecho que la serie no presenta tendencia ni estacionalidad marcada. Este modelo se define como:

$$\hat{Y}_t = \hat{Y}_{t-1} + (\alpha * (Y_{t-1} - \hat{Y}_{t-1}))$$

Donde:

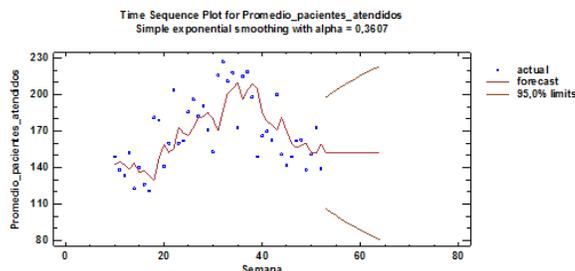
\hat{Y}_t : Promedio de pacientes atendidos en el período t

\hat{Y}_{t-1} : Pronóstico de pacientes atendidos en el período $t-1$

Y_{t-1} : Pacientes reales atendidos en el período $t-1$

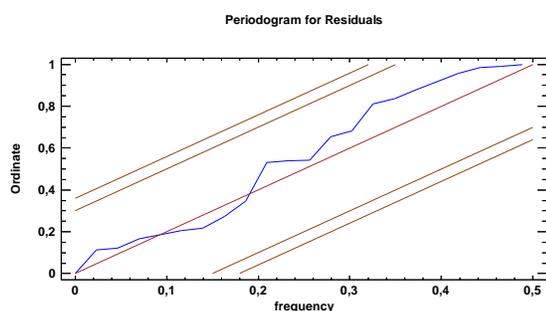
α : Coeficiente de suavización (entre 0,0 y 1,0)

Figura 4. Serie de Tiempo con suavización exponencial simple del número promedio de pacientes atendidos en el área de urgencias.

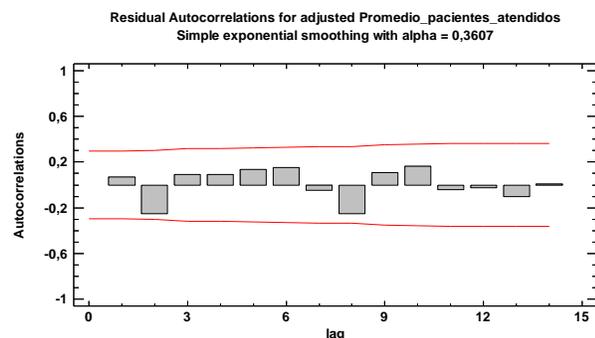


Fuente: Datos suministrados por el Hospital Lázaro Hernández Lara 2016. Elaboración propia

Figura 5. Diagnóstico del modelo de suavización exponencial simple (Periodograma y autocorrelograma de residuos) de la Serie de tiempo Número de pacientes atendidos en el área de urgencias.



Fuente: Datos suministrados por el Hospital



Lázaro Hernández Lara 2016. Elaboración propia

El modelo de suavización exponencial que mejor ajustó al número de pacientes atendidos en el área de urgencias, tuvo un coeficiente de suavización exponencial alfa de 0,36, un RMSE de 23,65.

3.3 Medición de la calidad de atención en el ESE Lázaro Hernández Lara. Para tener una medición de la calidad prestada por el ESE Hospital Lázaro Hernández Lara, de acuerdo a la metodología SERVQUAL, se sumaron las puntuaciones de cada cuestionario para cada ítem de cada dimensión resultante del

análisis factorial (ver Tabla 2). Esta calificación se asignó de acuerdo a los cuartiles de las puntuaciones: “percepción baja” para puntuaciones menores al cuartil 2; “percepción media” entre el segundo y tercer cuartil, y “percepción alta” para puntuaciones mayores al tercer cuartil.

Tabla 2. Resultados de las dimensiones de la calidad del servicio medidas en los pacientes del Hospital Lázaro Hernández Lara.

| Dimensiones | Escal a | Frecuenc ia | Porcenta je |
|-------------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Empatía y seguridad | Alta | 42 | 18,9 |
| | Baja | 94 | 42,3 |
| | Media | 86 | 38,7 |
| Capacidad de respuesta | Alta | 33 | 14,9 |
| | Baja | 99 | 44,6 |
| | Media | 90 | 40,5 |
| Fiabilidad | Alta | 55 | 24,8 |
| | Baja | 113 | 50,9 |
| | Media | 54 | 24,3 |
| Tangible | Alta | 38 | 17,1 |
| | Baja | 115 | 51,8 |
| | Media | 69 | 31,1 |
| Comodidad | Alta | 22 | 9,9 |
| | Baja | 73 | 32,9 |
| | Media | 127 | 57,2 |

Fuente: Elaboración propia.

El 45% de los pacientes encuestados tiene percepciones bajas en capacidad de respuesta, el 40% percepción media y 15% percepción alta; el 42% tiene una percepción baja respecto a empatía y seguridad, mientras que un 56% tiene una percepción media y alta; en materia de comodidad, el 33% tiene una percepción baja y un 67% percepciones medias y altas; en elementos tangibles, el 52% tiene percepción baja y un 48% niveles medios y altos. De acuerdo a lo anterior, el 51% de los pacientes tiene percepciones bajas en las dimensiones de calidad del servicio evaluadas, permitiendo recomendar a las directivas del hospital a



revisar los procesos relacionados a la calidad y proponer políticas de mejoramiento de acuerdo a las necesidades y las condiciones de los usuarios.

4. DISCUSIÓN

Referente a la calidad de atención percibida en el ESE Hospital Lázaro Hernández Lara, de acuerdo a las dimensiones medidas de percepción de calidad de acuerdo al instrumento SERVQUAL, la dimensión “seguridad” aparece confundida con “empatía”, y surge la dimensión “comodidad”, separada de elementos “tangibles”. El 51% de los pacientes tiene una percepción baja en elementos tangibles; el 44% tiene percepción baja en capacidad de respuesta y un 32% en comodidad. La cuarta parte de los encuestados tiene una fiabilidad alta en los procesos de atención en salud del Hospital.

Para los tiempos de espera de los pacientes atendidos en el área de urgencias durante el año 2015, el modelo que mejor ajusta a los datos es un ARIMA (2,0,2)x(2,1,0)₇ y una suavización exponencial para la serie del número de pacientes atendidos per cápita en el 2015, con un coeficiente de suavización exponencial alfa de 0,36. Un paciente espera aproximadamente 40 minutos para ser atendido en el área de urgencias; el 95% de los diagnósticos en dicha área es por enfermedad general. Por medio de diagnósticos descriptivos, se pretendió iniciar las fases de la metodología Seis

Sigma: definir, medir y analizar, que fue planteada para mejorar la calidad de prestación del servicio. Estos análisis, se presentarán al ESE Hospital Lázaro Hernández Lara, para que realicen las intervenciones debidas en pro de mejorar la percepción y la atención de los pacientes, así como preservar su salud que cada día requieren de un buen servicio.

REFERENCIAS

- DNP (2014). Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. Todos por un nuevo país.
- FINDETER, Universidad Industrial de Santander, Universidad del Norte, Microsoft, Fundación Metrópoli (2014). Proyecto Diamante Caribe.
- Gutiérrez H. y De la Vara R. (2009). Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma. Segunda ed. México.
- Orlandoni G. (2012). Gestión de la Calidad: Control Estadístico y Seis Sigma. Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales; 14 (2), 269-274.
- Bigne, M.; Moliner, M. y Sánchez J. (1997). Calidad y Satisfacción en los Servicios Hospitalarios Esenciales y Periféricos. Investigación y Marketing, 57, 55-61.
- Ramírez, M.; Pinto de la Sota, S.; Serpell, A. y Enberg, L. (2007). ¿Seis Sigma en hospitales chilenos? Oikos: Revista de la Escuela de Administración y Economía, 24.



21. ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA SIMETRÍA AXIAL A TRAVÉS DE SITUACIONES ADIDÁCTICAS UTILIZANDO CABRI COMO MEDIO

BALTAZAR RAMON PARADA¹

¹Maestría en Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
enlaces766@gmail.com

Resumen

Con este trabajo se pretende compartir con la comunidad académica, los resultados de una experiencia de aula relacionada con procesos de enseñanza y aprendizaje de la simetría axial a través de situaciones adidácticas mediadas con Cabri. Se espera mostrar cómo a través de esta experiencia los estudiantes han logrado diversas formas de aprendizaje por adaptación planteados desde la Teoría de Situaciones Didácticas y cómo persisten otros tipos de aprendizaje. Por otro lado se quiere compartir aciertos y dificultades de la implementación apoyada por herramientas tecnológicas; además, verificar como se modifican los roles del docente, de los mismos estudiantes y cómo influyen otras prácticas que se desarrollan en la experiencia. Los resultados de este trabajo aportarán de manera significativa a la reflexión y posibles formas de transformación de las prácticas pedagógicas e implementación de nuevas estrategias didácticas de los docentes en ejercicio y de docentes en formación. Es importante reconocer que todos estamos involucrados y comprometidos con una gran labor, la cual consiste en lograr que nuestro trabajo desde la educación matemática transforme y aporte favorablemente a los procesos de formación de nuestros estudiantes.

Palabras claves: Aprendizaje por adaptación, devolución, situación adidáctica.

1. INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta el trabajo y experiencia que he desarrollado como docente de matemáticas en niveles de educación básica media y algunas experiencias en educación superior, he podido verificar que muchos estudiantes presentan dificultades y poco interés por la matemática.

En particular en geometría observo que hay muchas dificultades. Los estudiantes a mi cargo muestran conceptos y procesos geométricos muy básicos y limitados, no tienen suficiente claridad conceptual al definir

diferentes objetos y formas y relaciones geométricas, no reconocen ni diferencian las características y propiedades importantes de dichos objetos, situación que muy posiblemente afectará sus procesos de formación en posteriores cursos en su educación superior.

Esta situación es inaceptable y requiere una intervención adecuada. Por consiguiente es urgente dar respuesta a la siguiente pregunta: **¿Cómo mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la geometría en los estudiantes de educación básica y media?**



Se debe reconocer que los métodos de enseñanza actualmente utilizados no están produciendo los resultados esperados; por lo tanto, parte de la solución del problema debe consistir en modificar las prácticas pedagógicas. Se deben utilizar nuevas estrategias didácticas que permitan a los estudiantes una verdadera construcción y asimilación del conocimiento geométrico. En varios países incluyendo Colombia, están sugiriendo utilizar herramientas informáticas para aportar a los procesos de enseñanza de las matemáticas.

Surge entonces un segundo aspecto a considerar. ***¿Cómo usar las herramientas informáticas en el proceso de enseñanza para lograr un mejor aprendizaje de las matemáticas?***

Se quiere entonces transformar las prácticas de enseñanza de la geometría, utilizando tecnologías informáticas. Pero no se quiere hacerlo de manera empírica, simplemente ensayando una nueva propuesta de enseñanza. Se debe fundamentar este cambio desde una perspectiva teórica de didáctica de las matemáticas.

Por lo tanto se puede formular una tercera pregunta: ***¿Cómo orientar teóricamente las prácticas de enseñanza que se quieren desarrollar?***

El Proyecto Institucional de Uso de Geometría Dinámica, desarrollado en la Universidad Industrial de Santander (U.I.S), responde a estas tres preguntas: propone la Teoría de las Situaciones Didácticas (**T.S.D**), como referente teórico para analizar las prácticas de enseñanza y organizar estrategias para lograr un mejor aprendizaje de la geometría, aprovechando el potencial del software Cabri Geometry. Por lo tanto

decidimos replicar esa experiencia en el Colegio Las Américas, I.ED, en la ciudad de Bogotá, para evaluar su transferibilidad e identificar sus ventajas y posibles dificultades.

Se espera hacer una descripción detallada del desarrollo de esta experiencia atendiendo a la siguiente estructura: Referente teórico - Diseño metodológico – Análisis de la información -Resultados esperados - Conclusiones.

2. TEORÍA DE LAS SITUACIONES DIDÁCTICAS. (Brousseau, 1986)

Durante el desarrollo de esta propuesta, el docente utiliza una serie de cuatro actividades propuestas por el Proyecto institucional de Geometría Dinámica, del grupo Edumat de la Universidad Industrial de Santander.

En cada una de las actividades se sugieren unas tareas o problemas específicos al grupo de estudiantes, de tal modo que ellos puedan aceptarlos. Ellos los asumen como un reto y se proponen resolverlos. “Esos problemas deben lograr por su propio movimiento que el estudiante actúe, hable, reflexione y evolucione” (Brousseau, 31). A esa idea de desarrollo que nace en el estudiante es posible denominarla **intención**. Si se llegase a presentar el caso de que algunos estudiantes posiblemente no están dispuestos a realizar la actividad, entonces el docente puede intervenir con el fin de buscar un cambio de decisión. Por otro lado, cuando el o los estudiantes toman la decisión de resolver la tarea o problema crean en su interior una **intención**; los estudiantes que inician a interactuar con el medio quieren desarrollar la actividad proporcionada, la cual exige realizar diversas acciones. Las **acciones** (entendidas como los procesos que el estudiante hace, dice o realiza), en algunos casos le pueden aportar significativamente al desarrollo de la actividad; también puede



sucedan que las acciones que realice no le permitan avances significativos en la tarea, entonces el estudiante considera y toma la decisión de modificar o abandonar sus acciones. Cada una de las acciones que desarrolla el estudiante generalmente está acompañada de una o más **retroacciones** que le exigen modificar sus acciones o continuar usándolas.

Las retroacciones son creadas intencionalmente a través de herramientas que proporciona el medio (software) y que han sido planeadas previamente por el docente o especialista del diseño de la actividad con la idea de permitir avances o crear bloqueos u obstáculos en el desarrollo de las tareas o solución de los problemas. A la idea de continuar con las acciones o de modificarlas se le denomina interpretación. **La interpretación** consiste en un proceso de análisis o lectura que hacen los estudiantes tanto de las acciones como de las retroacciones que les permiten decidir si continúan, modifican o abandonan sus acciones. La decisión de continuar con las acciones que les permiten avances se denomina **validación** la cual se considera positiva si los sujetos observan que dichas acciones y retroacciones son favorables y les permiten avances significativos al desarrollo parcial o total de sus tareas. En caso contrario si la decisión es cambiar las acciones a este proceso se denomina validación negativa la cual le exige abandonar la acción.

Los cinco elementos mencionados y resaltados hacen parte de una situación a-didáctica propuesta desde la Teoría de las Situaciones Didácticas (Brousseau, 1986). Dicha situación plantea la posibilidad de lograr aprendizajes por adaptación en los estudiantes. Este es uno de los conceptos más importantes en esta teoría, el cual se produce cuando un sujeto (estudiante) interactúa con un medio, se puede lograr proponiendo al

estudiante una situación a-didáctica. Durante el desarrollo de toda actividad a-didáctica se pretende que el estudiante construya conocimiento sin o con una muy limitada intervención del profesor.

Esta situación a-didáctica está inmersa en una situación didáctica en la cual se involucra el profesor el cual quiere relacionar el conocimiento adquirido por los estudiantes que asumieron la situación a-didáctica con el saber matemático el cual quiere institucionalizar, con el fin de darle sentido a esta relación conocimiento – saber y el medio para los estudiantes los cuales lo harán evidente aplicándolo en situaciones que requieran el desarrollo o solución de situaciones similares. A toda esta interacción se le denomina situación didáctica. Todo el proceso se puede resumir en el siguiente gráfico.

Figura 1. Aprendizaje por adaptación.



Es importante aclarar que durante el desarrollo de la situación a-didáctica se pretende desarrollar el campo de la percepción de los estudiantes y cuando se desarrolla la actividad didáctica se hace una inmersión para introducir procesos con fundamentación teórica. Cada una de las actividades propuestas pretendió desarrollar un equilibrio de lo perceptivo con lo teórico con el fin de



hacer una asertiva institucionalización del saber matemático.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

Esta experiencia pretendió implementar y evaluar las situaciones adidácticas diseñadas por el grupo Edumat – U.I.S, para la enseñanza de la simetría axial (Monroy & Rueda, 2009) y replicar la experiencia en un curso de geometría del Colegio Las Américas, I.E.D, colegio oficial de Bogotá. Identificar las ventajas y dificultades de esta implementación desde el punto de vista de la metodología empleada, la infraestructura requerida y la integración al currículo de matemáticas.

Se asume una metodología de ingeniería didáctica en la que se busca controlar el medio con el que interactúan los estudiantes y las formas de intervención del profesor. La ingeniería didáctica propone cuatro fases: 1. El análisis preliminar y 2. Diseño y análisis a priori. Estas dos fueron tenidas en cuenta desde la propuesta de trabajo del grupo Edumat U.I.S. la 3. Experimentación y 4. El Análisis a posteriori y evaluación servirán para analizar los resultados de la presente experiencia.

3.1 Análisis de los datos. Las evidencias de la experiencia se tienen en formato de video, información que se ha terminado de transcribir con el software Elan. Las transcripciones permitieron hacer el respectivo análisis. Además se tienen algunas evidencias en formato escrito de algunos instrumentos que sirvieron como apoyo al desarrollo de las actividades.

Se pretende hacer el análisis a posteriori de los datos recolectados durante el desarrollo de la experiencia. Es aquí donde mediante un riguroso proceso de lectura y análisis de las transcripciones de los videos se encontraron

evidencias de las categorías de análisis definidas para esta experiencia y que se describen a continuación:

3.1.1 Tipos de aprendizaje. Se centró el interés reconocer tres formas:

Por adaptación. Después de haber realizado una acción y observado la retroacción del medio el estudiante cambia o refuerza la acción.

Por imitación. Después de observar de un compañero resultados de una tarea, el estudiante cambia o refuerza la acción.

Por Autoridad. Después de recibir instrucciones del profesor o de un compañero el estudiante replica las acciones.

3.1.2 Apropriación de la teoría.

Se acordó verificar esta apropiación desde dos clases: Comportamientos coherentes con la T.S.D y Comportamientos no coherentes con dicha teoría. A su vez dentro de cada una de estas dos clases atendiendo a los siguientes criterios:

En cuanto a los comportamientos coherentes con la T.S.D.

Durante la fase adidáctica. El profesor solicita al estudiante que él mismo valide.

El profesor solicita al estudiante que ensaye diferentes acciones.

El profesor solicita al estudiante que tome conciencia de las retroacciones del medio.

Durante la puesta en común. El profesor regula el comportamiento de los estudiantes para reforzar las actitudes de escucha y respeto por la palabra.

El profesor solicita al estudiante que describa su experiencia con el software.



El profesor acepta que los estudiantes describan sus conocimientos personales y hagan referencia a su experiencia con el software.

En cuanto a los comportamientos no coherentes con la T.S.D.

Durante la fase adidáctica. El profesor interviene directamente comunicándole al estudiante las acciones que debe realizar para resolver el problema
El profesor juzga explícitamente el trabajo del alumno.

En la puesta en común. El profesor descalifica las referencias que hacen los estudiantes a conocimientos personales o a su experiencia con el software.
El profesor espera que los estudiantes hagan referencia al saber

4. RESULTADOS ESPERADOS.

Con estas categorías se esperaba poder responder a las siguientes preguntas: ¿Cuáles el impacto del uso del software en el aprendizaje de la geometría? y ¿Cómo se transforma la enseñanza para potenciar el aprendizaje de la geometría por medio del uso del software?

Según la T.S.D., el software puede tener un rol importante en el aprendizaje si funciona como un medio con el cual los estudiantes interactúan para producir aprendizaje por adaptación. Por otro lado, fue importante buscar evidencias de la gestión de la clase y por último mostrar evidencias de la forma como los comportamientos del profesor muestran o no una apropiación de la Teoría de las situaciones Didácticas durante la experiencia.

En cuanto a las participaciones de las puestas en común se esperaba que hubiera una participación más directa por parte del profesor con los estudiantes y se desarrollara una fase didáctica; estos son los momentos en donde es posible concentrarse a estudiar los comportamientos y las intervenciones tanto del profesor como de los estudiantes ya sea que participen de manera individual o como resultado de un trabajo grupal.

Esta experiencia permitió comprobar si el hecho de poder hacer referencia a las experiencias vividas con el software permitía generar un ambiente de discusión, o si prevaleció un ambiente de interrogación y juicio de parte del profesor. Por eso se buscaron algunos eventos que indicaran si el profesor monopoliza la discusión, o si el estilo de diálogo es de pregunta-respuesta, o si los estudiantes tuvieron oportunidad de expresar lo que piensan y justificar sus afirmaciones, y si el profesor promovió la discusión entre los estudiantes.

Se quiso verificar si el docente hizo uso adecuado de las intervenciones de los estudiantes, si escuchaba y reflexionaba sobre las ideas y opiniones que ellos aportan, especialmente cuando ellos utilizan su propio lenguaje y posiblemente no hacen uso en algunas expresiones con un lenguaje matemático como lo esperaría el docente.

Respecto a las intervenciones de los estudiantes, se esperaba que al iniciar la experiencia ellos fueran analizando e interpretando las situaciones, luego expresaran sus ideas haciendo uso de un lenguaje con sus propios términos pero con la mayor exactitud posible; se esperaba que poco a poco y especialmente en las etapas finales del proyecto ellos manejaran un discurso con términos más precisos y haciendo uso más formal de los conceptos y



procesos relacionados con la simetría axial en términos matemáticos.

En cuanto al docente se esperaba que lograra garantizar las condiciones para favorecer las intervenciones de los estudiantes; a partir de las intervenciones individuales que ellos hicieran o de sus acuerdos de grupo; que a su vez permita la aceptación o el desacuerdo en términos respetuosos de otros estudiantes. Al mismo tiempo permita involucrar otros aportes que muestren las diversas formas de razonamiento que presentan los estudiantes mientras se desarrollan las discusiones o se comparten ideas o estrategias.

Lo anterior permitiría que los estudiantes poco a poco se animaran a participar, que se incrementara el número de intervenciones y que se sintieran seguros que su participación será aceptada o rechazada con respeto. Además, que el profesor promueva la idea de que la clase de matemáticas se debe convertir en un espacio de diálogo y construcción donde todos sean los encargados de relacionar las ideas y que todos sus aportes garanticen el empoderamiento de conceptos, procesos y estrategias que permitan la comprensión y solución adecuada de problemas y situaciones relacionadas con las matemáticas. Se esperaba verificar los diferentes aciertos y dificultades de la implementación de la experiencia apoyada con el software de geometría dinámica Cabri Geometry.

5. CONCLUSIONES.

Las situaciones adidácticas diseñadas funcionaron como se había previsto en el análisis a priori, propiciando aprendizajes por

adaptación y construcción de conocimientos personales relativos a la simetría axial.

El profesor tuvo dificultades para organizar adecuadamente la puesta en escena de las algunas actividades debido a la poca apropiación de la T.S.D.

La posibilidad de hacer referencia a las experiencias con el software es una oportunidad para transformar el ambiente y las relaciones en la clase de matemáticas.

La gestión del proceso de institucionalización es compleja y requiere del docente una preparación y anticipación que le permita mantener la prioridad en la introducción progresiva del saber matemático.

REFERENCIAS

- Acosta G. Martín, Monroy B. Lilian y Rueda G. Karol. (2010). Situaciones a-didácticas para la enseñanza de la simetría axial utilizando Cabri como medio. *Revista de Integración*. Escuela de Matemáticas Universidad Industrial de Santander. Vol. 28, No. 2., pp. 173 – 189.
- Brousseau, Guy.(2007). *Iniciación al estudio de la Teoría de las Situaciones Didácticas*. 1ª.ed.Buenos Aires: Editorial Libros del Zorzal.
- Monroy L y Rueda K (2012). *Conceptualización de la Simetría Axial y la Traslación con la mediación del programa Cabri Geometry* Proyecto de grado para la obtención del título de licenciatura en Matemáticas. Universidad Industrial de Santander.



22. EVALUACION DE LOS ESQUEMAS DEL RAZONAMIENTO LÓGICO MATEMÁTICO PRESENTADO POR LOS ESTUDIANTES DE LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER POR MEDIO DEL TEST DE TOLT

PASTOR RAMIREZ LEAL¹

¹Licenciado en Matemáticas y Computación (UFPS). Especialista en Estadística Aplicada (UFPS). Magister en Educación Matemática (UNET). Docente adscrito al Departamento de Matemáticas y Estadística de la UFPS. E-mail: pastorramirez@ufps.edu.co

Resumen

En el presente estudio cuantitativo se buscó evaluar los esquemas del razonamiento del pensamiento lógico matemático a través de la aplicación de una adaptación del test de TOLT en los estudiantes de licenciatura en matemáticas de la universidad Francisco de Paula Santander. Los resultados obtenidos establecen que los estudiantes presentaron dificultad al resolver los problemas que involucraban el esquema combinatorio es decir que presentan problemas al tener que organizar y dar todas las combinaciones posibles.

Palabras Clave: Desarrollo del Pensamiento Lógico Matemático – Procesos Cognitivos – Concepciones de la Matemática – Actitudes hacia la Matemática.

Introducción

De acuerdo con Cantoral y otros (2005)⁷, la psicología se ocupa de entender cómo aprende la gente y de cómo realizan diversas tareas y cómo se desempeñan en su actividad. De este modo, se usa el término pensamiento matemático para referirse a las formas en que piensan las personas que se dedican profesionalmente a las matemáticas. Los investigadores sobre el pensamiento matemático se ocupan de entender cómo interpreta la gente un

contenido específico, en nuestro caso las matemáticas. Se interesan por caracterizar o modelar los procesos de comprensión de los conceptos y procesos propiamente matemáticos.

Piaget clasificó los niveles del pensamiento en tres grandes estadios, basándose en los patrones que había observado repetidamente en los niños:

⁷ CANTORAL, R.; FARFÁN, R. M.; CORDERO, F.; ALANÍS, J. A.; RODRÍGUEZ, R. A. y GARZA, A. Desarrollo del pensamiento matemático. Trillas, S.A. de C.V. México, D.F. 2005.



Tabla 1. Clasificación de los niveles del pensamiento según Piaget

| | |
|---|--|
| <p>1. Senso-Motor (nacimiento a los 2 años)</p> | <p>A su nacimiento el niño viene sin ningún objeto. Su atención se enfoca en su cuerpo y las acciones que va logrando. Son las acciones las que van logrando su conciencia de objetos. Es alrededor de los 13 meses (1 año) cuando el niño ve la existencia de objetos como independiente pero sobre todo con una permanencia.</p> |
| <p>2. Pre-Operatorio (2 años a 7 años)</p> <p>Operaciones concretas (7-11 años)</p> | <p>Sus puntos de vista son solos "suyos" no logra ver/entender el externo. Con estos puntos llegan a creer que "todos comparten su punto de vista". En sus conversaciones no se comparte/recibe un cambio de información. Esto causado por la no aceptación de otros puntos de vista.</p> <p>La etapa de las operaciones concretas consiste en que el niño acepta las opiniones ajenas con mayor facilidad, hay un intercambio de ideas, y son más conscientes al escuchar.</p> |
| <p>3. El estadio de las operaciones formales (a partir de la adolescencia)</p> | <p>Se caracteriza por dos rasgos aparentemente independientes pero que tienen mucha relación entre ellos. Es el momento en el que se produce la inserción en el mundo de los adultos. Pero también es el periodo en el que el individuo empieza a ser capaz de manejar el pensamiento hipotético deductivo característico de la ciencia. Ya no solo es capaz de razonar sobre lo real, sobre lo que conoce o tiene presente, sino que puede hacerlo también sobre lo posible. Estas capacidades son las que le permitirán al adolescente entender el pensamiento científico y razonar sobre problemas complejos.</p> |

Fuente: Resumido por el autor, tomado de los apuntes de Piaget.

Algunos autores como Nelmark (1975-1983), Carretero (1980) y Marchand (1994),

señalan que la media de acceso al estadio formal es considerablemente diferente a la que propuso Piaget e Inhelder, además se ha encontrado que hay un número importante de personas que no llegan nunca a alcanzar esta etapa, incluso Piaget (1972) hace algunas consideraciones acerca de sus primeros planteamientos sobre el pensamiento formal, extendiendo hasta los 15 y 20 años su edad de aparición, en donde destaca el ambiente, las capacidades de las personas y la especialización profesional en el desarrollo de la estructura de las operaciones formales.

Un estudio de Labinowicz (1992), estimo que la mitad de la población norteamericana adulta ha alcanzado el nivel del pensamiento formal y que la mayoría alcanza este nivel de pensamiento en su especialidad, además destacó también que un porcentaje importante de estudiantes universitarios no funciona en este nivel.

En Colombia se han realizado algunos estudios que dan a conocer como se ha alcanzado el nivel del pensamiento formal, como el de Iriarte y sus colaboradores entre 1985 y 1992 en la costa caribe y que permitieron concluir que la edad de los jóvenes que logran adquirir un pensamiento formal están retardadas, incluso que los jóvenes estudiados lleguen a adquirir dicho nivel.

Materiales y Método. La presente investigación es cuantitativa con un enfoque descriptivo (Hernández S. R.; Fernández C. y Baptista, 2010). En este caso, se pretende describir el desarrollo del pensamiento lógico-matemático formal que poseen los estudiantes de licenciatura en matemáticas de la UFPS a través de la aplicación del test de TOLT, en un solo momento y tiempo.

Población de estudio. La población estudio son 103 estudiantes, de los cuales 50 son de género masculino y 53 de género femenino, matriculados en los diferentes semestres de licenciatura en matemáticas y que aplicaron el test de TOLT en el primer semestre de 2016.

Instrumentos de recolección de información. Para identificar los esquemas de pensamiento en el que se encuentran los estudiantes de la población estudio se utilizó la versión española denominada Test de Razonamiento Lógico-Matemático (TRLM), del Test of Logical Thinking (TOLT),

El TOLT está constituido por diez tareas de lápiz y papel, para administración colectiva, diseñada con objeto de evaluar cinco esquemas de razonamiento lógico-matemático formal (se distribuyen de a dos por cada uno de los esquemas):

Proporcionalidad (PP), Control de variables (CV), Probabilidad (PB), Correlación (CR) y Combinatoria (CB). Características propias del pensamiento formal, y ubica al evaluado en uno de los siguientes niveles: Concreto, Transición o Formal.

Tabla 2. Esquemas de razonamiento lógico-matemático formal que evalúa el test de TOLT.

| | | |
|----------------------|----|---|
| Proporcionalidad | PP | Desarrolla la capacidad para operar con proporciones. |
| Control de Variables | CV | Esquema necesario para comprender todas aquellas tareas o situaciones en las que exista más de un sistema variable que pueda determinar el objeto observado. |
| Probabilidad | PB | Es un concepto basado en la comprensión de la relación entre azar y proporción. |
| Correlación | CR | Se define por negar o invertir la operación anterior. Comprensión de la variación conjunta de dos o más variables. |
| Combinatoria | CB | Consiste en combinar objetos y proposiciones de todas las maneras posibles, sirviéndose de nociones matemáticas como la combinación, permutación y variación. |

Fuente: Resumido por el autor, tomado de los apuntes de los creadores del test de TOLT.

De acuerdo a los autores del test y la bibliografía de consulta, las alternativas o distractores se han elaborado en función de los errores sistemáticos más frecuentes en los que se suele incurrir en la resolución de este tipo de problemas (Acevedo y Romero, 1991, 1992). Las dos últimas tareas, referidas a permutaciones y combinatorias, son de respuesta abierta de tipo semiestructurado. Los individuos disponen de 38 minutos para responder el test. La puntuación de cada ítems, se considera correcta si y solo sí, el individuo elige una respuesta y una razón para la misma, ésta



última permite evaluar el razonamiento seguido por el sujeto en su elección. Se considera el ítem correcto cuando se contesta bien ambos (respuesta y razón) y se logra un punto.

En el caso de los dos últimos problemas sólo se considera correcto el

número exacto de combinaciones o permutaciones involucrado.

Resultados y Discusión

Tabla 3. Resultados de los esquemas de razonamiento presentados por los estudiantes de licenciatura en matemáticas por medio del test de TOLT

| Esquema de Razonamiento | Ítems | Frec | % | % Por esquema | M | | | F | | |
|-------------------------|-------|------|-------|---------------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | | Frec | % | % | Frec | % | % |
| Proporcionalidad | 1PP | 59 | 57.28 | 50.00 | 33 | 32.1 | 30.5 | 26 | 25.2 | 19.5 |
| | 2PP | 44 | 42.71 | | 30 | 29.2 | | 14 | 13.6 | |
| Control de Variables | 3CV | 46 | 44.66 | 43.20 | 28 | 27.2 | 25.7 | 18 | 17.5 | 17.5 |
| | 4CV | 43 | 41.74 | | 25 | 24.2 | | 18 | 17.5 | |
| Probabilidad | 5PB | 32 | 31.06 | 27.66 | 20 | 19.4 | 18 | 12 | 11.6 | 9.66 |
| | 6PB | 25 | 24.27 | | 17 | 16.5 | | 8 | 7.7 | |
| Correlación | 7CR | 26 | 25.24 | 35.92 | 18 | 17.5 | 20 | 8 | 7.7 | 15.9 |
| | 8CR | 48 | 46.60 | | 23 | 22.3 | | 25 | 24.2 | |
| Combinatoria | 9CB | 21 | 20.38 | 16.98 | 12 | 11.6 | 10.7 | 9 | 8.7 | 6.2 |
| | 10CB | 14 | 13.59 | | 10 | 9.7 | | 4 | 3.8 | |

Fuente: Propia del autor.

En la tabla 3, se evidencia que los estudiantes tienen un mayor dominio en el esquema de proporcionalidad, con un 50%; de ellos el género masculino fue el que obtuvo un mejor desempeño con 30.5% contra un 19.5% para el femenino, seguido por el esquema control de variable con 43.2 %, con el 25.7 para los hombres contra un 17.5 para las mujeres; es claro destacar que el esquema de la combinatoria es el de menos dominio con un 16.9% donde al igual que anteriormente el género masculino le favoreció con un 10.7% mientras el femenino un 6.2%. Lo anterior sugiere que los estudiantes que presentaron la prueba presentaron dificultad al resolver

los problemas que involucraban el esquema combinatorio es decir que presentan problemas al tener que organizar y dar todas las combinaciones posibles.

Conclusiones

Los estudiantes a los cuales se les aplicó el test de TOLT, son de licenciatura en matemáticas, donde prácticamente la mitad son hombres y la otra son mujeres, con una edad promedio de 21 años, la edad mínima de 16 años y la máxima de 43 años.

El esquema de razonamiento matemático en los cuales los estudiantes de



licenciatura en matemáticas se desempeñaron mejor, es el de proporcionalidad (PP), esto es, desarrollan la capacidad para operar con proporciones; el esquema en los que presentaron problemas es el de combinatoria (CB), no tienen la capacidad en combinar objetos y proposiciones de todas las maneras posibles, sirviéndose de nociones matemáticas como la combinación, permutación y variación. Aunque en los esquemas de control de variables (CV) y probabilidad (PB), son moderadas, podemos destacar en este estudio, al género masculino, al cual le favoreció la prueba del test de TOL, ubicándose mejor que el género femenino.

test o logical thinking. *Educational and Psychological Measurement*, 41, 413-424.

Labinowicz, E. (1992). *Introducción a Piaget. Pensamiento, Aprendizaje, Enseñanza*. México: Fondo Educativo Interamericano.

Iriarte, F., Cantillo, K. y Polo, A. (2000). Relación entre el nivel de pensamiento y el estilo cognitivo dependencia-independencia de campo en estudiantes universitarios. *Psicología desde el Caribe*. Universidad del Norte. 5, 176-196,

Aguilar, M., Navarro, J. y Alcalde, C. (2003). El uso de esquemas figurativos para ayudar a resolver problemas aritméticos. *Cultura y Educación*, 15(4), 385-397.

Referencias Bibliográficas

Tobin, K.G. y Capie, W. (1981): Development and validation of a group

23. LAS CIENCIAS BÁSICAS APLICADAS EN LA TOMA DE DECISIONES EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

HECTOR ORLANDO TARAZONA GALAN¹
MARTHA SOFIA ORJUELA ABRIL²
JOSÉ ORLANDO GARCÍA MENDOZA³

¹Facultad Ciencias Empresariales. Docente de Cátedra. Universidad Francisco de Paula Santander. hectororlandotg@ufps.edu.co.

² Facultad Ciencias Empresariales. Docente de Planta. Universidad Francisco de Paula Santander. sofiaorjuela@ufps.edu.co

³ Facultad Ciencias Empresariales. Docente de Planta. Universidad Francisco de Paula Santander. orlandogarcia@ufps.edu.co

Resumen

El presente artículo de investigación permite visualizar de manera holística las necesidades de conocimiento y aplicación de las ciencias básicas, en el caso que se ocupa especialmente el área de la matemática aplicada a la toma de decisiones en la administración de empresas, así mismo se presenta una gama de variables o ítems de necesidades de aplicación de métodos cuantitativos o matemáticos que permiten cuantificar resultados con el fin de tomar decisiones basados en hechos reales, no solo en el área de la producción, sino en lo comercial, lo financiero y aún en la cuantificación de los ingresos del recurso humano utilizado en cualquier organización, así mismo se presenta un ejemplo coloquial que permite determinar la maximización de la utilidad en una empresa.

Palabras claves: Cálculo, Matemáticas, Proyección, Administración, Empresa

1 INTRODUCCIÓN

Para comenzar es necesario entender que las matemáticas en las ciencias empresariales son de gran importancia, por lo tanto definir su aplicabilidad en los currículos es de carácter relevante sobre todo el uso en el área empresarial de parte de los futuros profesionales o empresarios,

“en el caso de las matemáticas empresariales, además de ser útiles en el futuro académico del alumno, es obvio que son útiles en su futuro profesional, y no se hace referencia exclusivamente a la

aritmética o a sus aplicaciones en Estadística o en Matemática Financiera. Si estamos tan convencidos de esto, ¿por qué el alumno no considera tan útiles las Matemáticas? ¿Tal vez porque muchos empresarios no las usan? Pues se intenta demostrar que son áreas estrechamente relacionadas y, para analizar la docencia de las Matemáticas Empresariales.” (Melgar-Hiraldo, 2011)

Por otro lado *“muchos estudiantes no imaginan que esta carrera les va a exigir los conocimientos necesarios en esta área, por lo que muchos, desde el comienzo del semestre se van quedando*



rezagados y con pocas posibilidades de avanzar. La mayoría de los estudiantes no tiene claro por qué son importantes las matemáticas para su profesión” (Huertas, 2016).

Sin embargo los empresarios consideran relevante las herramientas estratégicas que conforman una estructura y que permiten la toma de decisiones, “la estructura de cómo han sido concebidas estas herramientas tiene por marco dos aspectos fundamentales, el primero de ellos es el paradigma positivista, y la validez y rigurosidad de su método se logra a través de un desarrollo matemático u operacionalizar variables de tipo cualitativo.”

(Molina, 2012).

Así mismolas “empresas entonces requieren herramientas de fácil apropiación y alto impacto, atendiendo a una promesa básica que, de hecho, se mantiene desde el origen de este tipo de instrumentos: el desarrollo de estrategias efectivas para el logro de desempeños superiores.” (Molina, 2012), en este momento surge la necesidad de profesionales altamente calificados y competitivos en el uso de herramientas matemáticas aplicadas a la toma de decisiones empresariales.

2. APLICACIÓN

Desde esta visión prospectiva se pretende proponer e identificar métodos y herramientas de tipo matemático aplicados en el quehacer de la empresa, en general que le permitan al empresario o profesional de la administración la toma de decisiones basada en hechos reales como las que a continuación se enuncian de acuerdo a las necesidades organizacionales. Es así como

“La utilización de las herramientas matemáticas en los procesos económicos es fundamental, pues estos se tipifican por el uso de conceptos de naturaleza esencialmente cuantitativa, por ejemplo: precio, costo, escalas de salarios, inversiones, ingresos y utilidades”. (Osmany Puig Jiménez, 2012)

2.1 En la Producción. “Los cálculos económicos con conocimiento matemático permiten mayor efectividad en la producción, propician una distribución más racional de los recursos utilizados, garantizan el aumento de la producción económica y su abaratamiento en los costos, permiten organizar y planificar la producción, admiten hacer predicciones en la actividad productiva industrializada, garantizan la optimización de la producción y distribución del tiempo para evitar uso excesivo de recursos, que en ocasiones pueden ser deficitarios, posibilita pronosticar la durabilidad o eficiencia de los objetos fabricados.” (Osmany Puig Jiménez, 2012)

2.2 En lo Comercial. De otro lado en empresas de actividad comercial y de mercadeo se aplica la matemática como se expresa seguidamente: “En la actividad comercial, la Matemática es extraordinariamente útil, pues con la integración del conocimiento matemático y el económico, el profesional puede decidir con mayor facilidad cuánto se debe tener disponible para satisfacer la demanda, dónde construir nuevas instalaciones, a fin de reducir los gastos de obsolescencia, transporte, distribución, almacenamiento y de consumo entre otros”. (Osmany Puig Jiménez, 2012)

2.3 En lo Financiero. “Para el economista, conocer el método de la



inversión en valor le permite profundizar su comprensión del ejercicio de la función empresarial y un método práctico, que ha sido muy exitoso al realizar el cálculo económico para determinar el mejor uso del capital. (Durán, 2012), es decir conocer la utilidad proyectada de la empresa u organización, aplicando los métodos matemáticos.

2.4 En el Recurso Humano. El salario es un componente representativo para los empleados, por ello se busca lograr que sea equitativo y que los trabajadores lo consideren justo, “La ventaja de adoptar un criterio cuantitativo estriba en que evita plantearse el debate sobre cual es un ingreso suficiente y se reduce a determinar una línea por debajo de la cual se considera que las diferencias son sustanciales.”

(RECIO, 2010). Los métodos cuantitativos se basan en la aplicación de cálculos matemáticos, dentro de ellos, se encuentran: “El método de clasificación, de asignación de puntos por factor, el de ordenación y el de comparación de factores, entre otros.” (Cabrión, s/f) De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, “parece claro que a medida que la empresa se hace más grande y con ello más compleja, el porcentaje de empresas que expresan utilizar valoración de puestos de trabajo aumenta claramente, lo que permite poder llegar a afirmar que las empresas más grandes utilizan Valoración de puestos de trabajo.” (Cabrión, s/f) Es decir, que también en este aspecto es importante la aplicación de las matemáticas.

2.5 Ejemplo de Aplicación. “Una aplicación importante de los determinantes es a la solución de sistemas de ecuaciones lineales, en las

cuales el número de ecuaciones es igual al número de incógnitas. De hecho, el concepto de determinante se originó en el estudio de tales sistemas de ecuaciones. El resultado principal, conocido como regla de Cramer, se establece en el siguiente teorema para sistemas de tres ecuaciones. El teorema se generaliza en una forma natural a sistemas de n ecuaciones con incógnitas. (ARYA, 2009)

2.5.1 Teorema (regla de cramer). Considere el siguiente sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas x , y y z , como se muestra en la imagen 1.

Se supone el caso, “Decisiones sobre producción: Una compañía produce dos productos, A y B. Cada unidad de A requiere 2 horas en una máquina y 5 en una segunda máquina. Cada unidad de B demanda 4 horas en la primera máquina y 3 en la segunda máquina. Se dispone de 100 a la semana en la primera máquina y de 110 en la segunda.



Imagen 1. (Tomado de ARYA, 2009, p.385)



Si la compañía obtiene una utilidad de \$70 por cada unidad de A y \$50 por cada unidad de B, ¿cuánto deberá producirse de cada unidad con objeto de maximizar la utilidad total?” (ARYA, 2009)

Se plantean las siguientes dos ecuaciones lineales:

$$+ = + =$$

La utilidad está dada por la expresión:

$$\Delta = \quad +$$

$$\text{Sea } \Delta = \begin{vmatrix} 2 & 4 \\ 5 & 3 \end{vmatrix} = (2 * 3) - (5 * 4) = -14$$

Reemplazamos el valor de las constantes en la columna de y dentro de la matriz inicial para encontrar Δ y Δ .

$$\Delta = \begin{vmatrix} 100 & 4 \\ 110 & 3 \end{vmatrix} = (100 * 3) - (110 * 4) = -140$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 2 & 100 \\ 5 & 110 \end{vmatrix} = (2 * 110) - (5 * 100) = -280$$

$$\Delta = \frac{-140}{14} = 10$$

$$\Delta = \frac{-280}{14} = 20$$

$$\begin{aligned} \Delta &= \quad + \\ &= (\quad * \quad) - (\quad * \quad) \\ &= \$ \end{aligned}$$

La empresa deberá producir 10 unidades del producto A y 20 unidades del producto B con el objeto de maximizar su utilidad total en \$1700.

CONCLUSIONES

Se presenta evidencia en sustento teórico y práctico que permite identificar la utilización de las herramientas matemáticas en el quehacer de la

administración de empresas, así mismo la utilidad e importancias de estos métodos para la toma de decisiones a nivel empresarial, por otro lado los resultados de este trabajo pueden utilizarse como base y fundamento para el análisis del contexto educativo universitario en los programas de administración de empresas, con el fin de fortalecer las competencias de los futuros profesionales.

REFERENCIAS

- Arya, j. c. (2009). Matemáticas aplicadas a la administración. naucalpan de Juárez, México: pearson educación de méxico, s.a. de c.v.
- Durán, d. (2012). Vínculos entre la escuela austriaca de economía y el método de la inversión en valor. *procesos de mercado*, 255-304. obtenido de <http://bdbiblioteca.ufps.edu.co:2057/docview/1415737543?accountid=43636>
- Huertas, j. c. (2016). estrategia para ampliar la visión de las matemáticas y suscitar el interés por la investigación. *revista iberoamericana de educación matemática*, 44-60. obtenido de <http://www.produccioncientificaluz.org/index.php/multiciencias/articloe/view/21349/21176>
- Melgar-hirald, e. m.-m. (2011). ventajas e inconvenientes de la visión empresarial en la práctica. en m. d. guillén-riquelme., *viii foro sobre evaluación de la calidad de la investigación y de la educación superior: libro de* (pág. 1100). granada, españa: asociación



española de psicología conductual (aepc). obtenido de <http://www.ugr.es/~aepc/viiiiforo/librocapitulosviiiifecies.pdf>

Molina, s. a. (2012). las herramientas

estratégicas: un apoyo al proceso de toma de decisiones gerenciales*/strategic tools:

supporting the managerial decision making process[dagger]/as

ferramentas estratégicas: um

apoio ao processo de toma de

decisões gerenciais/les outils str. *criterio libre*, 90-114. obtenido de <http://bdbiblioteca.ufps.edu.co:2057/d/ocview/1024426488?accountid=43636>

Osmany puig jiménez, r. d. (2012). regularidades de la formación matemática en carreras universitarias de ciencias económicas. revista electrónica educare, 42-58. obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4044220>

Recio, A. (2010). Una nota sobre bajos salarios en España cuadernos laborales.



24. REGRESIÓN CUANTÍLICA Y ANÁLISIS DE DOBLE DIFERENCIAS EN EL ESTUDIO DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

GIAMPAOLO ORLANDONI MERLI¹
JOSEFA RAMONI PERAZZI²
MIGUEL PEREZ PULIDO³
FABIOLA AGUILAR GALVIS⁴

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

²Universidad de Santander. Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables. Grupo de investigación CIEMPIES. j.ramoni@udes.edu.co

³Universidad de Santander. Facultad de Ciencias Básicas, Físicas y Naturales. Grupo de Investigación Ciencias Básicas y Aplicadas para la Sostenibilidad-CIBAS. miguel.perez@udes.edu.co

⁴Universidad de Santander. Facultad de Ciencias Básicas, Físicas y Naturales. Grupo de Investigación Ciencias Básicas y Aplicadas para la Sostenibilidad-CIBAS. faquilar@udes.edu.co

RESUMEN

Una de las principales inquietudes de las autoridades universitarias y del ministerio de educación colombiano es reducir la deserción estudiantil a su mínima expresión. A tal fin, se han diseñado diferentes estrategias, entre las que se encuentran los programas de tutorías académicas. En la Universidad de Santander (UDES) se ha diseñado un programa de acompañamiento global y apoyo a sus estudiantes, del cual forma parte el programa de tutorías académicas. Quiere evaluarse su efectividad desde dos puntos de vista: su importancia en apuntalar el rendimiento estudiantil y su impacto en la reducción de la deserción estudiantil. Para ello se recurre a modelos de regresión logística y metodología de doble diferencia para el análisis de impacto. El análisis se ilustra usando las notas de estudiantes de cálculo diferencial de primer semestre, tomando como factores explicativos del rendimiento la asistencia a tutorías y el tipo de estudiantes (nuevos o repitentes). Los resultados indican la contribución positiva de las tutorías en mejorar el rendimiento estudiantil; su impacto se produce más en los cuantiles inferiores, correspondientes a los estudiantes más necesitados de este apoyo docente.

Palabras clave: *Educación matemática; análisis de impacto; doble diferencia; rendimiento académico; regresión cuantílica.*

1. INTRODUCCIÓN

La Universidad de Santander ha implementado un programa para la ayuda integral de los estudiantes de la universidad:

es el Programa de Acompañamiento para el Ingreso y Permanencia Estudiantil (PAIPE), cuyo objetivo es elevar el bienestar universitario, mejorar el rendimiento



estudiantil y reducir la deserción. Para ello, se ofrecen 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 las 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 este servicio para mejorar su desempeño académico. 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 debe mantenerse y extenderse a otras sedes. A través del programa, cualquier estudiante puede solicitar horas de tutorías, al iniciarse el curso. (Orlandoni et al. [3]).

La universidad dedica tiempo de los docentes al programa de tutorías, por lo que es importante conocer su efectividad en el logro de su propósito, que es mejorar el rendimiento y reducir la deserción estudiantil. Con este trabajo se quiere analizar 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 responde al 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 programa. Luego se requiere comparar el rendimiento de los estudiantes que han entrado al programa de tutorías, con aquellos 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, y de quienes no están en tutorías, antes y durante el período en que ha estado funcionando el programa (Bernal y Peña[1]; Gertler[2]).

2. METODOLOGÍA

Para evaluar el efecto de una intervención, la situación ideal sería poder comparar al mismo individuo, con tratamiento y sin tratamiento, lo que, evidentemente, resulta imposible. De allí la necesidad de contar con contrafactuales. Adicionalmente, surge el problema del sesgo de selección resultante de la no asignación aleatoria de los individuos a los grupos. Un método ampliamente utilizado para analizar el efecto de políticas y programas es el método de diferencia en diferencias o doble diferencias (DID, por sus siglas en inglés), el cual permite comparar el comportamiento de una variable de interés (Y) en poblaciones sujetas (grupo tratamiento, 1) y no sujetas (grupo de control, 0) a una intervención, antes y después de la misma (tiempo).

La evaluación del impacto de tutorías es de tipo ex post y está basada en un análisis contrafactual, comparando los resultados observados en presencia del programa, con aquéllos que se hubiesen observados si el programa no se hubiese implantado. En términos estadísticos, el problema de evaluación consiste en medir el impacto del programa de tutorías (tratamiento) sobre el rendimiento académico en un conjunto de estudiantes seleccionados, calculando la diferencia entre el rendimiento académico del estudiante participante en el programa, y



el rendimiento del estudiante que no participa, antes y después del tratamiento. Esta diferencia es la medida del impacto del programa (Bernal y Peña [1]).

La variable respuesta es el rendimiento académico Y_i de cada estudiante; $Y_i(1)$ representa la respuesta del estudiante en tratamiento, siendo $Y_i(0)$ la respuesta si no entra en el programa de tutorías. Sea \bar{Y}_t^g la respuesta promedio del grupo $g=(0;1)$ en el periodo $t=(1;2)$. El enfoque tradicional estima el DID, ajustando el cambio promedio observado en el grupo tratamiento, por el cambio promedio observado en el grupo control; esto permite controlar por factores cambiantes en el tiempo, no relacionados con la intervención, cuyo efecto se puede expresar como $\delta = (\bar{Y}_2^1 - \bar{Y}_1^1) - (\bar{Y}_2^0 - \bar{Y}_1^0)$.

La doble diferenciación permite controlar por factores fijos y no observables de cada grupo que pudieran afectar la respuesta, con lo que se logra un estimador más robusto que la diferencia simple. También controla por cambios comunes en el tiempo (tendencia común), por lo que cualquier cambio en tendencia es atribuible únicamente al tratamiento. De existir información, esta diferencia se puede estimar, controlando por factores o covariables que inciden en el rendimiento académico. (Ramoni y Orlandoni[5]).

De manera alternativa, este efecto se estima a partir de un modelo de regresión, cuyas covariables son el grupo (gr), tiempo (t), y además es posible controlar por variables observadas (X) relevantes, como se indica en la ecuación Eq.(1):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 gr + \beta_2 t + \delta (gr*t) + \lambda X + \varepsilon \quad \text{Eq. (1)}$$

En este modelo de regresión, el efecto tratamiento se estima como la diferencia de los valores esperados de las

correspondientes diferencias calculadas en cada uno de los grupos, al comparar el antes con el después, según Eq. (2):

$$\hat{\delta} = E[\Delta Y_{t+1}|X, gr=1] - E[\Delta Y_{t+1}|X, gr=0] \quad \text{Eq. (2)}$$

Es una manera alternativa de expresar el efecto intervención δ , donde ε es el término de error normalmente distribuido, con media cero y varianza σ^2 . Así, el modelo de regresión DID proporciona un estimador de efectos fijos en el que, a través de la doble diferenciación, se intenta corregir el sesgo que resulta de la posible correlación entre el término de error y la variable grupo (Ramoni y Orlandoni[5]; Stock y Watson[6]).

3. APLICACIÓN Y RESULTADOS

La metodología se aplica al curso de cálculo diferencial, primer semestre, UDES. Se tiene información de las notas del de un grupo de 267 estudiantes, de los cuales, el 37% es atendido por el programa de tutorías. 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 totalidad. (Orlandoni et al.[4]).

3.1. Estudio descriptivo de las notas promedio. Se observa que en ambos cortes, el promedio de notas de los estudiantes inscritos en el programa de tutorías (grupo tratamiento: $gr=1$) es superior a la de los alumnos que no asisten al programa (grupo de control: $gr=0$). Esta diferencia se incrementa, debido a la caída en la nota promedio de los estudiantes del grupo de control. En todos los casos, las diferencias entre notas del grupo de tratamiento y control, son estadísticamente significativas (ver tabla 1).



Tabla 1. Notas Promedio. Primer y Tercer Examen Parcial. Cálculo Diferencial.

| Tutor | N | Primer Ex | | Tercer Ex | |
|-------|-----|-------------|------|-------------|------|
| | | Media | DE | Media | DE |
| Si | 99 | 2,75 | 1,05 | 2,94 | 1,2 |
| No | 168 | 1,89 | 0,86 | 1,50 | 1,6 |
| Dif. | 267 | 0,86 *** | 0,13 | 1,44 *** | 0,19 |

Fuente: cálculos propios.

Nota: *** ($p < 0,01$). Error Estándar para la Diferencia (Dif). N: Número de estudiantes.

3.2. Análisis la Importancia del programa de Tutorías mediante Regresión Logística. La importancia del programa de tutorías en el rendimiento se evalúa mediante un modelo de regresión logística. Se plantea la regresión de la variable dicotómica Aprobar (1: Sí; 0: No), contra las variable Tutoría (1: Sí; 0: No), y Tipo de estudiante (1: Nuevo; 0: Repitente) obteniéndose el resultado de la Eq. (3):

$$\text{Aprobar} = -0,31 + 0,51 \text{Tut} + 1,08 \text{Tipo} \quad \text{Eq. (3)}$$

(0,40) (0,41)

Se observa que tanto el programa Tutoría como el hecho de ser estudiante de Nuevo ingreso influyen positivamente en Aprobar el curso. Un estudiante que asista a Tutorías tiene 1,67 veces más posibilidades de aprobar que uno que no esté en el programa, mientras que un estudiante de nuevo ingreso tiene 2,90 más posibilidades de aprobar que un estudiante repitente.

Además se estima la relación entre la variable continua Nota Definitiva (Def) y las mismas covariables, Tutoría y Tipo Estudiante; se obtiene el resultado de la ecuación Eq.(4):

$$\text{Def} = 2,82 + 0,25 \text{Tut} + 0,21 \text{Tipo} \quad \text{Eq. (4)}$$

(0,11) (0,10)
F($p < 0,003$)

El resultado indica que asistir a tutorías y ser estudiante no repitente son hechos que influyen positivamente, con significación estadística, en el resultado final del curso.

3.3. Estimación de los parámetros del modelo de regresión DID. La estimación mínimo cuadrática de los parámetros β_i y δ del modelo de regresión DID, produce los resultados de la ecuación Eq. (5):

$$\hat{Y} = 1,89 + 0,86 \text{gr} - 0,40 \text{t} + 0,58 \text{gr} \cdot \text{t} \quad \text{Eq. (5)}$$

El cálculo del DID en términos generales y por cuartiles se resume en la tabla 2.

Tabla 2. Estimación Doble Diferencias (DID) General y por Cuartiles.

| Caso | Primer Ex | Tercer Ex | Doble Dif (DID) |
|---------|----------------|----------------|-----------------|
| Dif | Trt1-Cnt1 | Trt2-Cnt2 | |
| General | 0,86 (0,16) | 1,44 (0,16) | 0,58*** 0,22 |
| Docente | 0,83 (0,16) | 1,41 (0,16) | 0,58*** 0,22 |
| C_25 | 0,80 (0,03) | 2,38 (0,03) | 1,58*** 0,04 |
| C_50 | 0,96 (0,11) | 3,02 (0,10) | 2,06*** 0,14 |
| C_75 | 0,80 (0,17) | 0,60 (0,18) | -0,20 0,23 |

Fuente: cálculos propios.

Nota: *** ($p < 0,01$). EE para Dif.

Estos resultados son consistentes con el objetivo del programa de tutorías, cual es brindar asistencia a alumnos con mayores falencias. Así, el programa favorece en primer lugar a aquellos estudiantes necesitados de acompañamiento, que cuentan con una cierta base que les permite aprovechar las bondades del mismo y, en menor medida, a los estudiantes cuyas debilidades no les permiten sacar mayor ventaja de la asistencia brindada. El último



cuartil representa a los estudiantes que no requieren de acompañamiento y sobre cuyas notas el programa no tiene efecto significativo.

4. CONCLUSIONES

Mediante la metodología de diferencias en diferencias se evalúa el impacto que ha tenido el programa de tutorías de la UDES en el mejoramiento académico de los estudiantes universitarios del primer semestre. El estudio inicial muestra que los estudiantes inscritos en el programa de tutorías tienen una nota promedio superior a la de estudiantes que no asisten a tutorías; además, la nota de éste segundo grupo muestra una caída al pasar del primer parcial al tercero, incrementando la diferencia con el grupo tratamiento.

El análisis por cuartiles muestra que la diferencia entre los dos grupos es más importante para los cuartiles inferiores, acercándose a los dos puntos para alumnos con notas en el segundo cuartil y 1,6 puntos para aquéllos en el cuartil inferior. Es importante notar que el programa no tiene efecto significativo para el cuartil superior de la distribución de las notas promedio, lo que es consistente con el objetivo del programa de tutorías, cual es brindar asistencia a alumnos con mayores falencias.

El programa sirve de apoyo a estudiantes necesitados de acompañamiento, cuya base les permite aprovechar las bondades del mismo; en menor medida, se favorecen los estudiantes cuyas debilidades no les permiten sacar mayor ventaja de la

asistencia brindada. El último cuartil representa estudiantes que no requieren de acompañamiento y sobre cuyas notas el programa no tiene efecto significativo. Finalmente se concluye que el docente encargado de cada grupo tiene un efecto estadísticamente significativo en la nota promedio final de los estudiantes.

REFERENCIAS

1. Bernal, R.; Peña, X. (2011). *Guía práctica para la evaluación de impacto*. Universidad de los Andes, Bogotá.
2. Gertler, P., S. Martinez, P. Premand, L. B. Rawlings, C. Vermeersch (2011). *Impact Evaluation in Practice*. The World Bank, Washington, DC. USA.
3. Orlandoni M.,G; Pérez P.,M.; Aguilar G.,F.; Ramoni P.,J.(2015). *Estudio del impacto del programa de tutorías de la facultad de ciencias en el éxito académico de los estudiantes de la UDES*. UDES. Bucaramanga. Colombia
4. Orlandoni M.,G; Ramoni P.,J; Pérez P.,M. (2016). *Impacto del Programa de Tutorías en el Rendimiento Académico de Estudiantes Universitarios. Un Análisis de Diferencia en Diferencias*. XXVI Simposio Internacional de Estadística 2016. Sincelejo. Colombia.
5. Ramoni P.,J; G. Orlandoni M.(2016). *Assessing the Loss due to Working in the Informal Sector in Venezuela*. Lectures de Economía, 84:33-58. Colombia.
6. Stock, J.; M. Watson (2011). *Introduction to Econometrics*, 3rd ed. Addison Wesley. Boston.



25. NEUROEDUCACION UN ENFOQUE MOTIVADOR PARA EL PROCESO DE APRENDIZAJE DEL CALCULO INICIAL EN LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

MILDRED YANETH USCATEGUI BLANCO¹

¹Docente Catedrático - UFPS myub75@hotmail.com

Resumen

Estamos en la transición de un cambio de paradigma epistemológico donde muchos científicos deciden buscar nuevas formas de investigar y crear conocimiento. Las ciencias no estarán apartadas unas de otras y la asistencia que se brindan será determinante para que esos nuevos descubrimientos no estén aislados dispersos y fragmentados. Cabe agregar que la educación no escapa a estos cambios y que si bien la pedagogía no ha desarrollado una independencia para considerarse ciencia, se enriquecerá con los estudios diversos de los campos de la neurociencia. En este sentido, la aplicación actual de la neurociencia surge de la necesidad de integrar los diversos descubrimientos de distintos campos científicos y de las ciencias clínicas dirigidos a lograr el conocimiento y la comprensión de anormalidades neurobiológicas que causan desórdenes mentales y neurológicos. Su objetivo principal es comprender cómo el encéfalo produce la acentuada individualidad de las acciones humanas, aportando explicaciones de la conducta en términos de actividades del cerebro, y descifrando cómo actúan millones de células nerviosas individuales en el encéfalo para producir la conducta y cómo, a su vez, estas células están influidas por el medio ambiente, incluyendo la conducta de otros individuos. (Jessel, et al. 1997, tomado de De La Barrera, Donolo, 2009). Los nuevos tiempos y las nuevas necesidades educativas requieren más que nunca que los profesores nos convirtamos en investigadores en el aula capaces de analizar y evaluar con espíritu crítico cómo inciden las metodologías utilizadas en el aprendizaje de los alumnos, siendo la Neuroeducación una herramienta para motivar y facilitar los procesos de aprendizaje, sobre en todo en el área de las ciencias duras; evitado así la deserción escolar.

PALABRAS CLAVES: Educación Matemática, Neuciencias, Neuroeducación, Cerebro, Aprendizaje.

1. INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Educación viene liderando la implementación de políticas específicas para en pro de la calidad de la educación, una de esta acciones lleva a trabajar sobre la educación matemática y las

acciones necesarias para mejorar los aprendizajes de los alumnos en esta área. Ya que la enseñanza de la matemática atraviesa actualmente un periodo de crisis y debe afrontar diferentes desafíos. Algunas ciencias afines lograron ingresar al mundo pedagógico - como la Psicología - y



brindaron aportes significativos a los centros educativos.

De esta forma, uno de los debates actuales pone al orden del día la reflexión sobre la necesidad de ajustar la política pública, de tal manera que se influya mucho más en las transformaciones de las prácticas pedagógicas centradas en modelos transmisioncitas, que aún hoy tiene alta presencia en las aulas del país y se trabaje en pro del mejoramiento de esta prácticas que le permitan tanto a los docentes como a los alumnos cambiar la visión del proceso de aprendizaje para poder ver su utilidad en contextos reales.

Se afirma con frecuencia que la cultura matemática que necesita actualmente el ciudadano va mucho más allá del tradicional “contar” (parte integrante de la trilogía básica: saber leer, escribir y contar), pues esta cultura debe permitirle razonar en las situaciones de riesgo e incertidumbre, descifrar y saber analizar de manera crítica la avalancha de informaciones codificadas que recibe (Steen, 2002). Pero, al mismo tiempo, en muchos países se reduce la cantidad de horas dedicadas a la enseñanza de la matemática.

Actualmente, las Neurociencias y todo el conocimiento que nos proporciona acerca del cerebro, conjuntamente con los estudios realizados sobre el desarrollo humano, son, desde mi punto de vista, fuertes factores de influencia que facilitarán y fundamentarán una gran transformación en el ámbito educativo, no solo en la manera de cómo se ve la educación sino como se la lleva a la práctica en pro del desarrollo integral del ser humano.

La situación planteada en la Universidad Francisco de Paula Santander está originando entre la población estudiantil que ingresa a las diferentes carreras

síntomas de apatía y desmotivación y altos índice de deserción académica; generando en ellos frustración por el desarrollo de destrezas y competencias matemáticas en la carrera elegida y su posterior aplicación en el ámbito profesional.

Entre los factores que pudieran estar suscitando la problemática aludida se mencionaran: pérdida de atención y placer por aprender, ambiente de aprendizaje y clima escolar, entre otros.

Es por ello que a continuación surgen algunos interrogantes que guían la presente investigación:

¿QUE ENFOQUE MOTIVADOR EJERCE LA NEUROEDUCACION PARA EL PROCESO DE APRENDIZAJE DEL CÁLCULO INICIAL EN LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER?

Para responder este interrogante se especificaran otras relacionadas con la misma:

Qué nivel de motivación presentan los estudiantes de la asignatura de Cálculo inicial para su aprendizaje?

Qué aspectos de la Neuroeducación inciden en la motivación para el aprendizaje del Cálculo inicial?

OBJETIVOS.

Objetivo General. Describir el enfoque motivador que ejerce la Neuroeducación para el proceso de aprendizaje del cálculo inicial en los estudiantes de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Objetivos Específicos. Identificar el grado de motivación para el aprendizaje del Cálculo en los estudiantes de la Universidad Francisco de Paula Santander.



Establecer el grado de motivación que existe entre la Neuroeducación y los procesos de aprendizaje del Cálculo inicial.

JUSTIFICACIÓN

La investigación **NEUROEDUCACION UN ENFOQUE MOTIVADOR PARA EL PROCESO DE APRENDIZAJE DEL CALCULO INICIAL EN LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER**, se justifica puesto que la aplicación de sus resultados permitirá clarificar características fundamentales de la población estudiantil que ingresa a las diferentes carreras de la universidad de tal manera que faciliten y fundamenten el desarrollo de destrezas y competencias matemáticas en la carrera elegida y su posterior aplicación en el ámbito profesional.

Contribuye un valioso aporte para la Universidad Francisco de Paula Santander, puesto que la investigación brindará información precisa acerca de la motivación que tienen sus estudiantes sobre el Cálculo inicial y presentará a la Neuroeducación como estrategia para mejorar las destrezas y competencias matemáticas adquiridas.

A nivel teórico proporcionará valiosa información ya que por un lado ampliará los conocimientos e información sobre la motivación de los estudiantes por las competencias matemáticas y por otro lado significará un aporte, concretamente en lo relacionado a la aplicación de la Neuroeducación para tal propósito.

Delimitación. La población que se tomará como base para llevar a cabo la presente investigación estará constituida por los estudiantes del primer semestre de las diversas carreras de la Universidad Francisco de Paula Santander para el primer semestre del 2017.

Con respecto a la población, es importante señalar que la misma estará integrada por los estudiantes que están cursando el Cálculo inicial del ciclo profesional para todas las carreras.

EPISTEMOLOGÍA DE LA NEUROEDUCACION

La neuroeducación es un campo de la neurociencia, nuevo, abierto, que posibilita en el ámbito teórico explicaciones novedosas para profundizar en el conocimiento acerca de las condiciones bajo las cuales el aprendizaje puede ser más efectivo. Es un estudio basado en como ocurre el aprendizaje en el cerebro soportada por las investigaciones de las disciplinas: neuroanatomía, neurobiología, neurofisiología, neuroquímica y neuropsicología (Cotto, 2009).

En el ámbito de práctica educativa la neuroeducación proporciona herramientas para mejorar la enseñanza por parte de los maestros, potencializar los procesos de aprendizaje y memoria de los alumnos para así alcanzar el pensamiento crítico en un mundo abstracto y simbólico. La neuroeducación parte de un paradigma de neurocultura que toma los conocimientos sobre cómo funciona el cerebro integrado con los conocimientos de la psicología, la sociología y la medicina (Mora, 2013).

De igual manera como se busca potencializar y mejorar habilidades y talentos, también permite detectar déficits que reducen sus capacidades para leer, escribir o aprender una determinada materia. Los déficits pueden ser originados por alteraciones del cerebro como también como las consecuencias de ambientes estresantes, negativos y constantes amenazas (Mora, 2013)



Cabe anotar que aunque la neuroeducación es un campo nuevo, fue necesario la evolución del pensamiento humano desde tiempos remotos. A continuación describiremos brevemente algunos hitos en el ámbito epistemológico hasta llegar al interés epistemológico de la neuroeducación. (De La Cruz, 2004)

Planteamiento Antiguo: Alma y Cuerpo. Aparece la noción de alma en estadios muy antiguos del pensamiento humano y puede encontrarse de un modo u otro en todas las culturas. En términos muy generales el alma o espíritu es considerada como un principio de vida interno que reside en todos los organismos vivos y que posibilita y regula tanto sus funciones fisiológicas como mentales.

- a) Pueblos primitivos: Se conoce con el nombre de animismo a aquellas creencias religiosas que consideran a todos los fenómenos de la naturaleza como dotados de un alma y, por tanto, con un comportamiento semejante al humano, es decir, dotados de vida, sentimiento y voluntad propias.
- b) Religiones orientales: El hinduismo consideraba el alma individual (atmán) como el principio que controla todas las actividades y que forma parte de un alma universal (Brahma) a la que aspira volver a integrarse al cabo de un ciclo de reencarnaciones en distintos seres, tratando de alcanzar la purificación y el conocimiento necesarios para ello. El budismo, en cambio, niega la existencia de un alma individual permanente o atmán. La persona no es sino la combinación temporal de cinco realidades distintas que están en cambio permanente: el cuerpo, los sentimientos, las percepciones, la predisposición ante las cosas y la conciencia.

- c) Pensamiento griego: En las obras de Homero y Hesíodo las más antiguas creencias de los griegos sobre el alma humana. El alma (psique) aparece como un aliento que mantiene la vida del cuerpo inanimado (soma) y que le abandona cuando el ser humano muere o está moribundo o desmayado.
- d) Pensamiento medieval: Los planteamientos platónicos y aristotélicos llegaron hasta la filosofía medieval cuyos autores trataron de hacerlos compatibles con los dogmas de la religión cristiana y, fundamentalmente, con el dogma de la creación. Frente a la idea griega de la eternidad del Cosmos, el cristianismo afirma la existencia de un Dios creador de todas las cosas.

Planteamiento Moderno: Mente y Cuerpo. El dualismo sustancial de Descartes. A comienzos del siglo XVII, la obra de Galileo y Descartes ponen los cimientos de la ciencia y la filosofía modernas. Por un lado, la nueva ciencia de Galileo exigía la utilización de un método de investigación experimental para la explicación de los fenómenos físicos; por otro, la nueva filosofía de Descartes quiere sentar las bases de un pensamiento racional autónomo de las ideas religiosas, capaz por sí solo de descubrir certezas.

- a) El problema de la relación entre la mente y el cuerpo sólo surge en los seres humanos, ya que, según Descartes, la única evidencia de que algo tiene mente es la posesión de lenguaje, por lo que ni los animales ni las máquinas tienen mente. Durante el siglo XIX una serie de investigaciones y descubrimientos contribuyeron a allanar el camino para la aparición de una psicología científica: a) La frenología: Franz



Joseph Gall (1758-1888) relacionó las facultades psíquicas con determinadas zonas del cerebro de modo que la forma y las dimensiones de las distintas zonas implicarían un mayor o menor desarrollo de las funciones psíquicas relacionadas con ellas.

- b) La psicofísica: Desarrollo fisiología del sistema nervioso y de la sensación. Charles Bell describió las funciones de los nervios motores y sensitivos y mostró la relación de los mismos con las diferentes partes del cerebro según sus funciones. Pierre Flourens investigó las funciones del cerebelo. Ernst Heinrich Weber estableció su ley de la sensación (o Ley de Weber) en la que formulaba la relación matemática que existía entre la intensidad de un estímulo y la sensación producida por éste.
- c) La teoría de la evolución. En 1859, Charles Darwin (1809-1882) publicó su obra "El origen de las especies por medio de la selección natural" donde explicaba su teoría de que dentro de una misma especie surgen de forma natural variaciones que pueden ser para el individuo que las posee beneficiosas o perjudiciales para la adaptación a su ambiente específico.
- d) El psicoanálisis freudiano. La teoría psicoanalítica fue creada por Sigmund Freud (1856-1939) para explicar y tratar el comportamiento mental patológico, pero explicaba también los mecanismos que determinan el comportamiento de los individuos considerados normales.

Planteamiento Actual: Mente y Cerebro. Los avances científicos de los últimos ciento cincuenta años sobre la estructura y el funcionamiento del sistema nervioso han puesto de manifiesto el papel rector que el cerebro ejerce respecto del

resto del organismo. Todas las funciones orgánicas están reguladas por el cerebro y hay un permanente flujo de información entre los órganos y el cerebro.

Independiente del enfoque o modelo que sigue una escuela o un maestro, existen varias habilidades y capacidades ligadas al proceso de enseñanza aprendizaje: cognitivo, social, emocional, moral y físico que necesitan ser aprendidas, desarrolladas, practicadas y utilizadas, año tras año, para que se vayan conformando y consolidando las bases de todos los conocimientos posteriores, resultado principalmente por un cerebro en constante aprendizaje y desarrollo.

Y en este sentido, en la medida que el conocimiento relacionado al funcionamiento del cerebro humano llegue hasta la teoría educativa, el proceso de aprendizaje se volverá más efectivo y significativo tanto para educador cuanto para el alumno.

A continuación presentamos algunas características de la relación cerebro y aprendizaje (Campos, 2010):

- El proceso de aprendizaje involucra todo el cuerpo y el cerebro, quien actúa como una estación receptora de estímulos y se encarga de seleccionar, priorizar, procesar información, registrar, evocar, emitir respuestas motoras, consolidar capacidades, entre otras miles de funciones.
- El cerebro, es el único órgano del cuerpo humano que tiene la capacidad de aprender y a la vez enseñarse a sí mismo.
- Cada cerebro es único, irrepetible, aunque su anatomía y funcionalidad sean particularmente de la raza humana.



- El cerebro aprende a través de patrones: los detecta, los aprende y encuentra un sentido para utilizarlos siempre cuando vea la necesidad.
- Las emociones matizan el funcionamiento del cerebro: los estímulos emocionales interactúan con las habilidades cognitivas.
- El cerebro necesita del cuerpo así como el cuerpo necesita del cerebro.
- El cerebro aprende desde diferentes vías.
- El cerebro aprende con diferentes estilos.
- El desarrollo del cerebro está bajo influencias genéticas y ambientales.
- La música y el arte ejercen influencia en el cerebro.
- La capacidad del cerebro para guardar información es ilimitada y maleable.
- El sueño es esencial para el aprendizaje.
- El cerebro establece una ruta para el aprendizaje.
- El proceso de desarrollo cerebral es gradual y por ello las propuestas de aprendizaje deben ir de lo más simple y concreto a lo más abstracto y complejo.

NEUROCIENCIA, EDUCACIÓN Y CEREBRO

Durante las últimas 2 décadas, las investigaciones en el campo de la neurociencia han provocado un fuerte impacto en la educación y con ello, surgieron muchas inquietudes acerca de cómo articular investigación y práctica, de tal manera que esto implique avance en los sistemas educativos.

Para iniciar la reflexión sobre el acercamiento entre la neurociencia y la educación, Bruer (1997), da una apertura de

este campo, advierte a la comunidad científica y educativa que la psicología cognitiva, inevitablemente debe ser considerada como un “atajo” que facilitará esta acercamiento, que permitirá entender los procesos y modelos cognitivos más relevantes para un educador antes de que este entre a un nivel de análisis molecular o de localización de las zonas cerebrales involucradas en ello como lo propone la neurociencia.

Estas reflexiones lejos de desalentar a los educadores, deben ser consideradas como una referencia de vital importancia para que se mantenga el equilibrio entre las implicancias y aplicaciones de la neurociencia al campo educativo.

La neurociencia educacional es un campo científico emergente, que está reuniendo la biología, la ciencia cognitiva (psicología cognitiva, neurociencia cognitiva), la ciencia del desarrollo (y neurodesarrollo) y la educación, especialmente para investigar las bases biológicas de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

La Neuroeducación como afirma Mora (2013), incluye entre sus cometidos ayudar a detectar procesos psicológicos o cerebrales que puedan interferir con el aprendizaje y la memoria y la misma educación, trata, con la ayuda de la neurociencia, de encontrar vías a través de las cuales poder aplicar en el aula los conocimientos que ya se poseen sobre los procesos cerebrales de la emoción, la curiosidad y la atención, y como estos procesos se encienden y con ellos se abren esas puertas al conocimiento a través de los mecanismos de aprendizaje y memoria Investigaciones realizadas año tras año vienen revelando, por un lado, conocimientos más confiables sobre las funciones cerebrales complejas, las cuales



son estimuladas, fortalecidas y evaluadas día tras día en los centros educativos; y por otro lado, vienen ayudando a entender el proceso de desarrollo cerebral que empieza en el útero materno y sigue durante las diferentes etapas del ciclo vital, donde herencia genética y entorno se entrelazan y definen el desarrollo de la persona; todo esto permite al educador conocer más profundamente al ser humano que está formando.

A pesar de ello, saber cómo es y cómo funciona el cerebro no mejorará la práctica educativa: es necesario crear bases más sólidas para formular investigaciones científicas y educativas para lograr una mayor comprensión de los procesos de aprendizaje y enseñanza, de modo que éstas sean realmente significativas y útiles para la educación.

La Neuroeducación trata de crear puentes desde el funcionamiento del cerebro a la psicología y la conducta, construyendo un edificio de conceptos sólidos científicamente fundamentados y derribando neuromitos, estas reflexiones indican según Mora (2013), a que la Neuroeducación apunta a:

- Conocer que herramientas puede proveer la neurociencia que de modo práctico sirvan para enseñar de forma más eficiente tanto en la escuela como en la enseñanza media o la universidad y realmente en todo el arco de lo que entendemos como enseñanza, sea general o especializada.
- Herramientas que sirvan para detectar problemas neurológicos y psicológicos, siquiera sean sutiles que impidan o interfieran en los niños la tarea de aprender con facilidad en el colegio.

- Herramientas que sirvan para formar mejor ciudadanos críticos logrando un equilibrio entre emoción y cognición

Blakemore y Frith (2007), Afirman que el conocimiento de cómo aprende el cerebro podría tener, un gran impacto en la educación. Comprender los mecanismos cerebrales que subyacen al aprendizaje y la memoria, así como los efectos de la genética, el entorno, la emoción y la edad en el aprendizaje, podrían transformar las estrategias educativas y permitirnos idear programas que optimicen el aprendizaje de personas de todas las edades y con las más diversas necesidades.

Es aquí donde la dedicación a estas funciones en los ambientes de aprendizaje marca un punto de giro esencial, no sólo para que las propuestas de aprender a aprender sean realmente una realidad, sino para responder a las demandas actuales a la educación, que comentáramos en la introducción a este trabajo.

Es muy importante tomar en cuenta que la información que no ha sido aprendida en forma significativa es desechada muy fácilmente por la memoria y el cerebro en general, la educación debería esforzarse más en desarrollar estas funciones que luego le permitirán al alumno adaptarse exitosamente a las demandas presentes y futuras, que gastar el tiempo en contenidos que, si no se utilizan, pronto se olvidan y requerirán cíclicamente de nuevos y costosos aprendizajes.

El conocimiento que nos aporta la Neuroeducación, nos hace ver los retos como oportunidades, ahora sabemos que todos tenemos un cerebro plástico, apto para aprender cuantas veces sea necesario siempre y cuando se den las condiciones



genéticas y ambientales para ello. La Neuroeducación, al permitir que el maestro entienda las particularidades del sistema nervioso y del cerebro y, a la vez, relacione este conocimiento con el comportamiento de sus alumnos, su propuesta de aprendizaje, su actitud, el ambiente del aula, entre otros aspectos, puede ser el primer paso en la formación y capacitación docente que marcará la diferencia en la calidad de la educación.

NEUROCIENCIA Y EDUCACION

La **neuroeducación** es observar la evolución biológica y aprender de ella para posteriormente aplicarla a nuestros procesos educativos.

Los avances en neurociencias permiten comprender cómo funciona el cerebro y reconocer la importancia de la curiosidad y la emoción en la adquisición de nuevos conocimientos. Recientemente se ha demostrado científicamente que no se adquiere conocimiento - ya sean en las aulas o en la vida- memorizando, y repitiendo una y otra vez, sino al hacer, experimentar y, sobre todo, emocionarnos.

La **emoción**, los sentimientos, sus mecanismos cerebrales y su expresión en la conducta son el pilar esencial que los profesionales de la educación deben conocer para construir las bases sólidas de la enseñanza.

Para Judy Willis (2008), neurocientífica e investigadora de la relación neurociencia-educación hay dos puntos focales relevantes para un óptimo aprendizaje:

- En primera instancia, el estado de ánimo del alumno o la predisposición que este tenga hacia la captación de una información novedosa. Si el

alumno está contento, la información recepcionada será aprendida con mayor facilidad, en situación contraria de nada valdrán las explicaciones del profesor aun cuando destilen calidad.

- En segundo lugar está la metodología empleada muy importante en la enseñanza porque depende en gran parte de la manera como el alumno se predisponga para aprender.
- Asimismo, se sabe que son las emociones las que conducen la memoria, esto significa que si las emociones son placenteras, el rechazo a información novedosa será menor, y por ende, el aprendizaje más efectivo.
- Para la neurociencia al cerebro se le agiliza el aprendizaje cuando se incorpora mediante esquemas, mapas, gráficos y cualquier otra herramienta que permita la formalidad y el orden. La información mostrada de forma organizada y estructurada incorpora una actitud positiva para captar la atención del alumno. Dicha información se maximiza cuando esta se relaciona con aprendizajes previos, es decir, vivencias personales que los alumnos tienen y que permiten entender mejor lo aprendido.

Actualmente se piensa que memorizar esta mal, pero no es así, se estaría desconociendo como es que trabaja el cerebro, pero el aprendizaje actual no se sirve de una única fuente, hoy en día los alumnos tienen la posibilidad de contrastar la información nueva con otras fuentes que le permitan ampliar, el conocimiento y corroborarlo.



Por eso el aprendizaje necesita de una estrategia cognitiva que lo guíe. El repetir la información hasta memorizarla sirve como guía de aprendizaje, pero si lo que se quiere es aprender hechos y conocimientos, episodios que han ocurrido, el memorismo será insuficiente. Entonces es más efectivo aprender por contraste, utilizando las diversas fuentes de información.

Es importante resaltar que en el ambiente para el aprendizaje debe estar lejos del estrés ya que el cerebro bajo estrés bloquea la información. Se ha demostrado que el nivel elevado de estrés provoca que los lóbulos pre-frontales (LPF- áreas más evolucionadas de nuestro cerebro) implicados en las funciones cognitivas y en las ejecutivas, se bloqueen. Las neuronas se “deprimen”, se “achican” lo que deviene en un mal funcionamiento.

De acuerdo con la doctora Willis (2008), el proceso de aprendizaje significativo debe captar la atención de la amígdala por medio de la novedad y la creatividad. En otras palabras, si el niño está en una clase en la que se ve expuesto a un impacto fuerte de estrés, sus unidades cuerpo cerebro mente (UCCM) no responderán al 100%.

CONCLUSIONES

En conclusión, esto significa que, cuando mejor sea el ambiente para aprender, mejor será el aprendizaje. Por eso es importante la didáctica en el proceso educativo, de esta manera podremos potenciar sus habilidades y talentos. No se puede pensar en la Neuroeducación solo en su aplicación u observación para personas con algún trastorno de aprendizaje sino cualquier persona que desee aprender. Cada vez los niños son más hábiles y más veloces en su pensamiento, por eso es necesario mejorar las herramientas para capturar su atención. Usando juegos por

ejemplo: Ajedrez, rompecabezas, juegos compartidos es cuestión de integrar adecuadamente el componente lúdico en las actividades diarias de aprendizaje; para captar la atención del cerebro según su edad.

Con este nuevo paradigma, se espera que la distancia que actualmente existe entre las aulas de clase y la ciencia se vaya cerrando poco a poco, y que esta tendencia termine por hacer del sistema educativo una herramienta para el desarrollo cognitivo de nuestros niños.

BIBLIOGRAFIA

- Blakemore, S. J. y Frith, U. (2007). *Cómo aprende el cerebro. Las claves para la Educación*. Ariel: Barcelona.
- Bruer, J. T. (1999). *Education and the brain: A bridge too far*. Educational Researcher 26 (8), 4-16.
- Campos, A. L.; Willis, J. “El cerebro es el Rey” Revista El Educador, Número 12, Año 2008.
- Conferencia “Estrategias para construir la memoria, la atención y la motivación considerando las investigaciones acerca del cerebro”, por la doctora Judy Willis, en el II Encuentro Internacional de Educadores. (Lima, Perú, 2008)
- Campos, A. (15 de 12 de 2010). Neuroeducación: Uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. *Organización de los Estados Americanos*, Recuperado de http://www.educoea.org/portal/La_Educacion_Digital/laeducacion_143/articulos/neuroeducacion.pdf.



- Cerebro, inteligencia y emoción – Neurociencias aplicadas a la educación permanente, de A. Céspedes. (2007)
- Cotto, J. (2009). El aprendizaje del cerebro y la educación preescolar. *El aprendizaje del cerebro y la educación preescolar*. Puerto Rico: Universidad Metropolitana.
- De La Barrerar, & Donolo. (2009). Neurociencias y su importancia en contextos de aprendizaje. *Revista Digital Universitaria 10 de abril 2009*, Recuperado de <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num4/art20/art20.pdf>.
- De La Cruz, M. (2004). Distintos planteamientos sobre el problema cuerpo-mente. En J. Gómez, *Neurociencia cognitiva y Educación* (págs. 12-30). Lambayeque: Fondo Editorial FACHSE.
- Hart, L. (1999). Cerebro Humano y Aprendizaje Humano. Libros para educadores.
- Kandel, E., Schwartz, J., & Jesell, T. (2001). *Principios de neurociencia*. Madrid: McGraw- Kandel, E. R. (1997). *Neurociencia y conducta*.
- Mora, F. (2007). *Neurocultura. Una cultura basada en el cerebro*. Madrid: Alianza.
- Mora, Francisco (2013). Neuroeducación: sólo se puede aprender aquello que se ama. **Alianza Editorial**.
- Meltzer, L. (Ed.) (2007). *Executive Function in Education*. New York: Guilford Press.
- Perea, M. V. (Abril, 2008). Rehabilitación cognitiva. Conferencia Inaugural del Doctorado en Neuropsicología, Universidad de Salamanca-Universidad Iberoamericana. Costa Rica: UNIBE.
- Punset, E. (2007). *El alma está en el cerebro. Radiografía de la máquina de pensar*. México: Santillana.
- Pizarro De Zulliger, B. (2003). Neurociencia y Educación.
- Revista Electrónica “Actualidades Investigativas en Educación” Volumen 5, Número 1, Año 2005.
- Ruiz Bolívar, C. Neurociencia y Educación. Disponible en <http://www.revistaparadigma.org.ve/doc/paradigma96/doc4.htm>
- Vygotski, L. S. (1995). *Obras Escogidas III: Desarrollo de la Psique*. (Trad. de Julio Guillermo Blank). Madrid: Visor.



26. CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS VIRTUALES MEDIANTE EL USO DE UN SOFTWARE DE GEOMETRÍA DINÁMICA

FREDDY YESID VILLAMIZAR ARAQUE¹

¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N.-CINVESTAV
freddymatedu@gmail.com

Resumen

En el presente trabajo se mostrará un ejemplo sobre como el uso de la tecnología y en particular de un software de geometría dinámica sirven como herramientas de apoyo que le permiten al docente proponer una nueva forma de actuación en el aula, así como una alternativa al estudiante diferente a la de usar lápiz y papel para resolver un problema, en el campo de problemas de optimización en cálculo. Una de las ventajas que puede ofrecer un software de geometría dinámica es la posibilidad de desarrollar Escenarios Virtuales (EV), estos escenarios como producto virtual acabado, son un elemento más que promueven una enseñanza de las matemáticas activa y motivante al estudiante, además, permiten la manipulación de los objetos geométricos, hacer pruebas de arrastre como mover puntos, rectas, modificar parámetros, visualizar ciertas representaciones que difícilmente puedan observarse en el tablero o sobre el papel.

Palabras claves: problemas de optimización, escenarios virtuales, software de geometría dinámica.

aprendizaje está mediado de un artefacto tecnológico.

INTRODUCCIÓN

Una de las formas de práctica docente se relaciona con la enseñanza tradicional, siendo ésta de carácter pasivo en la que generalmente es el profesor quien realiza la acción y los estudiantes son espectadores de lo que se trasmite y se plasma sobre un tablero (Cuevas y Pluinage, 2003). Actualmente la tecnología crece a pasos agigantados, siendo esto una variable social que debe enfrentar quien enseña, sobre todo ante una nueva generación de personas que son consideradas nativas del mundo de las nuevas tecnologías, me refiero a aquel ser humano mencionado por Michel Serres (2014) llamado *pulgarcita*, por su capacidad de manejar los pulgares para enviar información, y que por lo general, su

Existen trabajos de investigación como en Cuevas, González, Rodríguez (2014), Cuevas y Villamizar (2014) en los cuales se proponen actividades didácticas con uso de la tecnología mediante la aplicación de EDVI's (Escenarios Didácticos Virtuales Interactivos). En el presente trabajo se pondrá a modo de ejemplo un problema de optimización, para introducir al estudiante en la resolución de problemas desde la perspectiva dinámica mediante el uso de un EV, éste es un escenario dinámico desarrollado mediante una herramienta o aplicación tecnológica que en este caso será el software de geometría dinámica Geogebra. Aunque éstos no presentan un cuestionario como tal, el escenario en sí,

contiene elementos de la didáctica Cuevas y Pluinage (2003) en el que plantea que en lo posible se debe partir de un *contexto* o *situación problema* para introducir determinado concepto matemático. Por otra parte, dicha didáctica plantea el uso de diversos *registros de representación semiótica* (Duval, 1998), que serán visualizados con ayuda de la tecnología, por ejemplo, la gráfica de una función que representa el volumen de una caja en función del corte realizado a una lámina rectangular que se utiliza para la construcción de la misma caja.

CONSTRUCCIÓN DEL EV

Como elemento inicial de la didáctica Cuevas y Pluinage (2003) para la enseñanza de las matemáticas, se plantea un problema en contexto para introducir al estudiante en una futura construcción de un concepto matemático, o en este caso en el tema de optimización.

La optimización consiste es encontrar el mejor elemento (con respecto a algún criterio) de un conjunto de elementos disponibles. La situación problema inicial es la siguiente:

Una caja rectangular se fabrica con una pieza de cartón por 24 pulgadas de largo por 9 de ancho, de la cual se cortan cuadrados idénticos a partir de las cuatro esquinas y se doblan los lados hacia arriba, como se muestra en la Figura 1. Determine las dimensiones de la caja de volumen máximo ¿Cuál es este volumen? (Purcell, Varberg, Rigdon, 2007, p. 167)

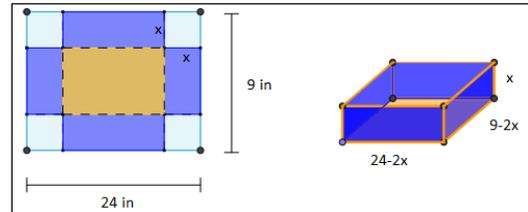


Figura 2

Una alternativa de solución a este problema, es asignar variables, x al ancho del recorte de la pestaña cuadrada y $V(x)$ al volumen de la caja en función del recorte. De este modo, el volumen de la caja es:

$$V(x) = x(9 - 2x)(24 - 2x) \quad \text{Eq. (1)}$$

Simplificando la Eq. (1) obtenemos:

$$V(x) = 4x^3 - 66x^2 + 216x \quad \text{Eq. (2)}$$

La ecuación Eq. (2) es una función cúbica que representa el volumen de la caja en función del corte cuadrado realizado a la lámina rectangular. Su representación gráfica se muestra en la Figura 2.

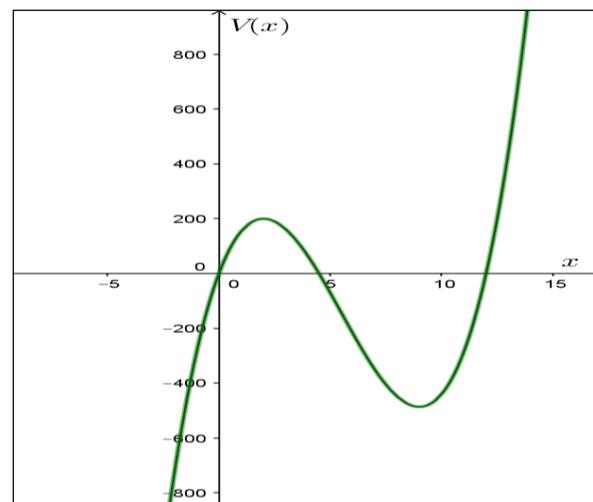


Figura 3

Sin embargo, la expresión algebraica obtenida en la Eq. (2) es una función cuyo dominio son todos los reales. Si se pide calcular el volumen de la caja al hacer un

recorte de 14 pulgadas, se obtiene $V(14) = 1064$ pulgadas cúbicas, lo cual es un valor aceptado pero que no tiene sentido dentro del problema, ya que el recorte de la pestaña cuadrada deber ser mayor o igual a cero y menor o igual a 4.5 pulgadas, y ésto, es algo que analíticamente puede resultar desapercibido por quien resuelve el problema.

Luego de la gráfica, podemos percibir que el volumen máximo entre $x=0$ y $x=4.5$ in, es cuando el corte está alrededor de 2 pulgadas. Analíticamente para calcular el valor óptimo, recurrimos al criterio de la primera derivada:

$$\frac{dV(x)}{dx} = 12x^2 - 122 + 216$$

$$0 = 12(x - 9)(x - 2) \text{ Eq. (3)}$$

Despejando la x de Eq. (3) obtenemos los puntos estacionarios $x=9$, y $x=2$, pero como no es posible hacer un corte de 9 pulgadas, entonces se considera que el corte óptimo debe ser de 2 pulgadas. Para dicho corte el volumen máximo es de $V(2) = 200$ pulgadas cúbicas.

Pero, ¿qué sucedería si se modifica el valor de los parámetros que determinan el largo y el ancho de la lámina? De igual manera, la caja tendría otro volumen y el recorte para que el volumen sea el más óptimo (en este caso máximo) cambiarían, y es algo que no se puede apreciar visualmente al resolver el problema con lápiz y papel.

La Figura 3, muestra un EV realizado en Geogebra, compuesto de dos vistas gráficas. En la primera (izquierda) muestra la imagen de la lámina y su respectiva transformación en una caja sin tapa; por medio de los deslizadores “Largo” y “Ancho”, se pueden modificar de forma dinámica los parámetros que definen la lámina rectangular, de modo que se pueda ajustar a

diferentes valores según sea redactado el problema. Al mover el deslizador “corte” se puede simular una familia de cajas; simultáneamente se puede apreciar en la vista gráfica 2 (derecha) el rastro o lugar geométrico que marca un punto (en color naranja) que representa el volumen de la caja para determinado corte.

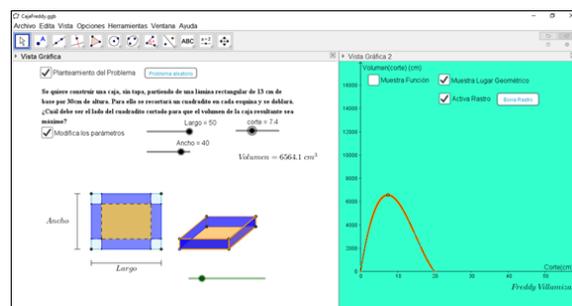


Figura 4

El EV mostrado en la Figura 3, facilita la visualización de cierta realidad simulada y su relación con las matemáticas, que en este caso es la construcción de la caja con la función que representa su volumen para determinado corte. La función mostrada en la vista derecha, se traza dentro del dominio aceptado para el corte de la caja.

Los EV y las tecnologías en general son un elemento motivante en los estudiantes, pero cabría cuestionarnos, ¿qué ventajas traen al respecto en la enseñanza de las matemáticas?

Al respecto El National Council of Teachers of Mathematics NCTM (2000) identifica que el uso de la tecnología debe incluirse en las propuestas curriculares, argumentando que las calculadoras y computadoras son herramientas esenciales para la enseñanza, aprendizaje, y desarrollo de las matemáticas, y facilitan la producción de imágenes visuales de las ideas matemáticas, la organización y el análisis de datos entre otras más ventajas. Las herramientas tecnológicas deben ser un



apoyo y al incluirse en las actividades académicas permiten que el estudiante se enfoque realmente en los conceptos, razonamiento y resolución de problemas.

Por otra parte, un EV le permite al estudiante explorar, probar conjeturas desde el punto de vista dinámico, es decir al mover los objetos geométricos o variar parámetros. Al respecto Arcavi & Hadas (2000) argumentan que los escenarios dinámicos permiten al estudiante construir figuras con ciertas propiedades y visualizarlas, así como transformar esas construcciones en tiempo real, y de esta manera se proveen herramientas que le permitan al estudiante justificar conjeturas y proposiciones.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El uso de la tecnología puede ser un factor motivante en la enseñanza de las matemáticas, y permite establecer representaciones de los objetos matemáticos o geométricos y visualizarlas de manera dinámica. Sin embargo, la tecnología por sí misma no genera conocimiento, ni sustituye al profesor, por lo tanto, es necesario enmarcar las aplicaciones tecnológicas y en este caso los EV, dentro de una didáctica que promueva una comprensión y construcción de los conceptos matemáticos.

El ejemplo dado, es una muestra del uso de la tecnología para incentivar una clase más activa. Los EV como un caso particular del uso de la tecnología influyen en la resolución de problemas por parte de los estudiantes, quienes posiblemente modifican sus *heurísticas* o formas de solucionar un problema (Santos, 2003, 2010), pero no es posible que el estudiante sea protagonista en la construcción del conocimiento o de un concepto matemático, si éstos escenarios no son modificados con una serie de actividades didácticas que

guíen al estudiante. Por lo anterior, el diseño y construcción de EV en Geogebra, son una alternativa al profesor de modificar sus prácticas en el aula, la cual se deja abierta a un propósito de enseñanza siempre y cuando sea enmarcado en una didáctica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcavi, A., & Hadas, N. (2000). Computer mediated learning: An example of an approach. *International journal of computers for mathematical learning*, 5(1), 25-45.
- Cuevas, C.A., y Pluinage, F. (2003). Les projets d'action pratique, elements d'une ingeniere d'ensigment des mathematiques. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 8, 273-292.
- Cuevas, C.A., Rodríguez, A., y González, O. (2014). Introducción al concepto de derivada de una función real con apoyo de las tecnologías digitales. *Revista el Cálculo y su enseñanza*. 5, 149-156. Disponible en línea: http://mattec.matedu.cinvestav.mx/el_calculo/index.php?vol=5&index_we b=11&index_mgzne.
- Cuevas, C.A., y Villamizar, F. Y. (2014). *Propuesta didáctica para introducir una curva cónica en un entorno digital interactivo: El caso de la elipse*. CINVESTAV. México D.F.: Tesis de maestría.
- Duval, R. (1998). Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento. En F. Hitt (trad.), *Investigaciones en matemática educativa II* (173-201). México: Iberoamérica.



National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*.

Purcell, E. J., Rigdon, S. E., & Varberg, D. E. (2007). *Cálculo* (novena edición). México: Pearson Educación.

Santos, L. M (2003). Procesos de Transformación de Artefactos Tecnológicos en Herramientas de Resolución de Problemas

Matemáticos. *Boletín de la Asociación Matemática Venezolana*. 10(2). 195-211.

Santos, L. M. (2010). *La resolución de problemas matemáticos: fundamentos cognitivos*. México: Trillas.

Serres, M. (2014). *Pulgarcita*. México: Fondo de Cultura Económica.



27. DIDÁCTICA DE LA GEOMETRÍA: UNA APLICACIÓN MODULAR

ÁLVARO ORTEGA SIERRA
RUTH MERY GONZÁLEZ SEPÚLVEDA

Resumen

La geometría desde hace muchos años antes de Cristo comenzando en Egipto, se ha venido estudiando; esto a través de situaciones y necesidades que tuvo el hombre para satisfacer en gran parte sus necesidades en busca del bienestar tanto individual como grupal.

Ciertas experiencias en su época están reflejadas en lo que hoy es el PAPIRO DE RHIND (1650 a.c) con 87 problemas algebraicos y geométricos. Su nombre se le atribuye a Henry Rhind y que actualmente reposa en un museo Británico. De allí con este hallazgo, salieron problemas que en su momento se resolvieron con procesos largos y complicados. Y por ello Con el pasar de los años apareció en Grecia “La Ciencia Deductiva” y con ella Tales de Mileto, Herodoto, Pitágoras, Platón, Arquímedes, Euclides, a quienes hoy se les atribuye el estudio de variados Tópicos geométricos que en la actualidad son base para grandes conocimientos y construcciones que buscan satisfacer necesidades en una sociedad.

Hacia el año 600 a.c, uno de esos tópicos específicamente son los poliedros regulares, descubiertos como objetos convexos y cuerpos inscritos en una esfera, y recurriendo a ellos, platón trató de explicar la creación del Universo, y a su vez, Pitágoras hizo descubrimientos sobre sus caras, vértices y aristas.

Hacia el año 400 a.c, Euclides (Padre de la Geometría), reunió y ordeno los teoremas y proporciones geométricas en su obra llamada “Elementos”. Gracias a esta creación y con la aparición de otros matemáticos y filósofos que dedicaron parte de su vida a descubrimientos geométricos, es posible hacer geometría de muchas formas y aplicarla en diferentes contextos. Como docentes la prioridad es enseñar Geometría en una forma práctica y didáctica de tal modo que los estudiantes adquieran el conocimiento básico para que lo coloquen en práctica cuando lo requieran.

Una frase para resaltar escrita por Galileo Galilei es: *“El Universo está escrito en el lenguaje de las matemáticas y sus caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas, sin las cuales es humanamente imposible entender una sola de sus palabras. Sin ese lenguaje, navegamos en un oscuro laberinto”*. Por ello, es posible pensar que la geometría esta en todo lo que nos rodea, y de allí la creatividad y el ingenio abre puertas a conocerla más en una forma práctica.

El Ministerio de Educación Nacional, cita en uno de sus objetivos sobre el estudio de la Geometría: *“Aplicar los conocimientos geométricos para comprender y explicar formas y relaciones espaciales que se presentan en la realidad del espacio físico que nos rodea, en el campo de la tecnología y en las distintas formas de expresión artística”*. Para dar cumplimiento al mismo, de una forma más didáctica que despierte el interés de los estudiantes por el estudio de la geometría, se motiva en aprender a utilizar herramientas Tecnológicas y un ejemplo de ello, es el uso del Programa Geogebra y con este, aplicar tópicos Geométricos básicos y así, llegar a



deducciones tanto algebraicas como analíticas para tener explicaciones reales de algunos casos específicos en su estudio.

En este mismo sentido, para motivar el aprendizaje de la geometría con el uso de otras herramientas o materiales del medio que despierte la creatividad en los estudiantes, se utiliza el papel o cartulina en la técnica Origami, y de esta forma aplicar geometría en el aula. Este arte, busca en los estudiantes el desarrollo de la imaginación y el despertar de capacidades para adquisición de conocimientos geométricos y el desarrollo de habilidades manuales.

Un ejemplo específico como forma de enseñar a los estudiantes geometría y despertar el interés por la misma, es la construcción de sólidos geométricos a través de la técnica del origami Modular como herramienta didáctica para el estudio de área, volumen, sólido, poliedro, líneas, caras, vértices, ángulos, triángulos, polígonos, entre otras.

TALLER

Tema: CONSTRUCCIÓN DEL ICOSAEDRO ESTRELLADO

Tiempo: 3 horas

Materiales: 30 cuadrados de papel o cartulina, de dimensión preferida (10 cm, 15 cm, 20 cm.)

Desarrollo:

1. La construcción consiste en desarrollar un plegado específico con un cuadrado siguiendo las instrucciones del docente para así crear lo que se llama “un módulo”. Y de esta forma crear con cada uno de los 29 restantes lo mismo hasta completar los 30 módulos que se requieren. Mediante la construcción del primer módulo se hace énfasis en todos los tópicos geométricos posibles que se pueden visualizar mediante cada pliegue.
2. Con los 30 módulos listos, se empiezan a ensamblar cada uno entre otro, dando inicio con tres módulos hasta formar una punta de la estrella y así sucesivamente se van conectando uno entre otro consecutivamente sin interrupciones y visualizando caras con 5 puntas, en la medida que se conectan los módulos uno a uno, la figura va tomando forma.
3. Finalizada la figura “icosaedro estrellado” como sólido geométrico regular, con 20 puntas, se describen los tópicos geométricos específicos que se pueden estudiar y aplicar en esta construcción.





28. POLÍTICAS Y LINEAMIENTOS DE LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA EN EL SISTEMA EDUCATIVO COLOMBIANO

ANDREA JOHANA AGUILAR BARRETO¹

¹Abogada, Universidad Libre. Administradora, ESAP. Licenciada en Lengua Castellana, Universidad de Pamplona. Doctorando en Educación, UPEL. Maestrante en Innovaciones Educativas, UDES. Especialista en Orientación de la conducta, Universidad Francisco de Paula Santander. Especialista en Administración Educativa, UDES. Grupo de Investigación ALEF Universidad Simón Bolívar. Correo: a.aguilar@unisimonbolivar.edu.co

Resumen

La educación no ajena a la realidad de los demás sistemas sociales también se halla frente a la preocupación mundial sobre la calidad. Más allá de lograr una transmisión efectiva de conocimiento se requiere, que ésta avance y favorezca la formación de las personas en habilidades (lenguaje) y pensamientos (matemáticas) que le permitan concebir nuevos paradigmas, desempeñarse efectivamente en sociedad y hasta su entorno. En el propósito de comprender las orientaciones que en torno a la enseñanza de la matemática se vienen presentando es preciso comprender en primer lugar la educación, más que como un derecho, como un servicio público orientado y delimitado por las políticas y lineamientos del estado; y posteriormente, los elementos pedagógicos y didácticos que intervienen en este proceso que quedan bajo la autonomía docente y que en conjunto determinan los logros que a nivel de aprendizaje pueden generar.

Palabras Claves: Educación, matemáticas, lineamientos, competencias.

INTRODUCCIÓN

la educación es concebida constitucionalmente como un derecho fundamental que a su vez se traduce para el estado en la obligación de su prestación como servicio público está se constituye en la columna vertebral de la construcción de una sociedad al ser la encargada de ofrecer nuevos pensamientos e ideologías los cuales deben guardar coherencia con la estructura filosófica del país donde se desarrolla de manera que se generen para este nuevos avances y progresos a nivel social general por ello y a lo largo de los años

el estado ha intervenido en la definición de elementos orientadores.

Conforme a lo expuesto por Pitágoras “La escuela por sus contenidos, por sus formas y por sus sistemas de organización va induciendo paulatina pero progresivamente en los estudiantes, conocimientos, y modos de conducta que requiere la sociedad.” (Sacristán, 2008) Es decir, la escuela como ambiente formal de educación cumple un papel fundamental de socialización, conduciendo inexorablemente a pensar la función de la educación y la escuela misma.



EVOLUCIÓN Y SENTIDO DE LA “ESCUELA” COMO INSTITUCIÓN. Al pensar la escuela como espacio de materialización de la educación, como proceso formal, es preciso recordar que las estructuras educativas actuales emergen con el desarrollo de la revolución industrial donde se requería una formación del ser humano centrada en la especialización del trabajo, donde las personas tuvieran amplia disposición a largas jornadas laborales y con especificidad en el manejo del conocimiento; en consecuencia al interior de la escuela se diseñan horarios de trabajo centrados en la disciplina, el rendimiento individual, la evaluación, la fragmentación del saber dando origen a la aparición de las áreas o asignaturas que hoy se conocen.

De allí la enseñanza adopta prácticas pedagógicas características donde los estudiantes se organizan en filas, se divide el día en áreas disciplinares unas aisladas de las otras, desarticuladas, y donde se esperan patrones de comportamiento de los niños donde permanezcan sentados, callados, “disciplinados” durante las 6 horas diarias académicas que se exigen dentro del sistema colombiano.

En consecuencia, el actual sentido de la educación se pierde bajo esta estructura donde el aprendizaje persiste en centrarse en la memorización, diligenciamiento ordenado de cuadernos, y realización de operaciones calcadas sin mayor comprensión.

DIRECCIONAMIENTO DE LA EDUCACIÓN Y LA MATEMÁTICA DESDE ESTAMENTOS POLÍTICOS. En materia de políticas públicas es preciso en primer orden hacer una revisión de los elementos del bloque de constitucionalidad que orientan los lineamientos colombianos, dirigidos a

enfrentar la transformación de la calidad educativa:

Según lo documentado por la Asamblea General (ONU, 1948) como primer acuerdos Internacional la Declaración Universal de Derechos Humanos, jerarquiza la educación, elevándola a derecho fundamental, convirtiéndola en elemento sujeto de legislación, obligando a las distintas naciones vinculadas a ella a fijar su interés y destinar recursos en procura de brindar a sus ciudadanos, la oportunidad de acceder a una educación básica en forma equitativa, ya que esta tiene el poder de transformar las condiciones de vida de las personas que tienen acceso a ella.

Así mismo la Unesco (1990), establece acuerdos para garantizar el acceso a la educación básica en condiciones de igualdad, que le permitan al estudiante apropiar elementos “esenciales del aprendizaje (como la lectura y la escritura, la expresión oral, el cálculo, la solución de problemas) como los contenidos básicos del aprendizaje (conocimientos teóricos y prácticos, valores y actitudes) necesarios para que los seres humanos puedan sobrevivir, desarrollar plenamente sus capacidades, vivir y trabajar con dignidad, participar plenamente en el desarrollo, mejorar la calidad de su vida, tomar decisiones fundamentadas y continuar aprendiendo”. (p 8) específicamente rente a las matemáticas se establece el cálculo y la solución de problemas, como aprendizajes mínimos que una persona requiere para el desarrollo pleno de sus capacidades.

Posteriormente la Unesco (2000), en el documento de la acción de Dakar se mencionan los seis objetivos acordados como referencia para el planteamiento y desarrollo de políticas educativas para los países miembros, dentro de los cuales el



sexto propone: “Mejorar todos los aspectos cualitativos de la educación, garantizando los parámetros más elevados, para que todos consigan resultados de aprendizaje reconocidos y mensurables, especialmente en lectura, escritura, aritmética y competencias prácticas esenciales”. (p.17) Así desde las posturas internacionales se revalúo el fin educativo planteando la necesidad de formar sujeto capaz de aprehender su realidad, comprender y asumir una críticamente su realidad que en redunden en generación de vida digna, mejores condiciones laborales, sociales y económicas, así como un sano desarrollo de la economía y social.

Alcances y logros del sistema educativo, y de las matemáticas como área fundamental. A pesar de los pronunciamientos y directrices Internacionales los alcances de la educación y específicamente en matemáticas no logran coherencia con los que se espera del sistema. Así se observa en los distintos reportes de mediciones internacionales y nacionales que al respecto se han realizado.

En el plano internacional a nivel de la región, La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) mediante el Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE), emite información pertinente para realimentar las políticas educativas de la región. Emite reportes de tres estudios comparativos y explicativos que se aplican para reconocer el estado de la calidad de la educación de los estados vinculados a las OEI: en primer lugar, el SERCE aplicado en 2005/2006 en Matemática, Lectura y Ciencias, a los estudiantes que cursaban tercer y sexto grado de Educación Primaria; segundo, el PERCE aplicado en 1997 a estudiantes de Tercer y cuarto grado de la Educación

Básica, en Lenguaje, Matemática y Factores Asociados; el TERCE aplicado en el 2013, a estudiantes de tercer y sexto grado en Matemática, Lectura y Ciencias naturales.

Según este informe se concluyó que: “Los resultados en Matemática... son generalizadamente aún más bajos y desiguales. Los alumnos no asimilan los conocimientos, ni desarrollan las competencias en la asignatura. Reconocen signos y estructuras, pero con escasa capacidad para resolver problemas matemáticos simples de la vida cotidiana”. (Unesco 2000, p 13) El sistema educativo, en Colombia y la región no logran que los estudiantes apropien conocimientos básicos en matemáticas para desenvolverse en forma acertada en su entono.

Específicamente el SERCE y TERCE, para julio de 2015 realizan un informe comparativo en el cual se pudo evidenciar que hubo una leve mejoría en los desempeños de los estudiantes en el área de matemáticas en tercero y sexto grado, pero a pesar de esta mejoría se evidencia que: “En matemática, en los dos niveles más bajos se concentran el 71% de los estudiantes de tercer grado y el 82% de los estudiantes de sexto grado”. (UNESCO, p 150) Al respecto, dentro de los analisis realizados por la Unesco (2015) expone que “Llama la atención que 21% no posea título de profesor y que, entre quienes lo tiene, alrededor del 40% se ha graduado de programas semipresenciales o a distancia. A su vez, la participación del cuerpo docente en instancias de formación continua es bastante restringida, lo que revela la escasez de políticas efectivas orientadas a promover el desarrollo profesional de los maestros durante su carrera”. (p 115)

A nivel de Colombia los resultados obtenidos en las pruebas PISA



desarrolladas por la OCDE, aunque muestran avances en las diferentes áreas de conocimiento entre 2006 y 2009, queda en evidencia que el país se mantiene con un rendimiento bajo. “En la prueba PISA 2009, entre los 65 países participantes Colombia ocupó el puesto 58 en matemáticas, 52 en lectura y 54 en ciencias, ubicándose por debajo de países como Chile, México y Uruguay”. (Fedesarrollo 2014, p.18)

Para el 2012, el puntaje de Colombia fue inferior al obtenido por 61 países, en el de ciencias es inferior a 57 países, en lectura es inferior a 53 países, con respecto a los seis niveles de competencias establecidos por la prueba, se obtuvieron para el caso de matemáticas que el 74% de los estudiantes se ubicaron debajo del nivel 2 el cual corresponde al básico y sólo el 18% se ubicó en el nivel 2. Para el caso de lectura 51% no alcanzó el nivel básico y sólo 31% se ubicó en el nivel básico, finalmente en ciencias el nivel de estudiantes que no alcanzó el nivel 2 es superior al 50%. (Icfes 2013).

Tras los resultados de las pruebas, Colombia ha terminado creando lo que hoy se llama, el índice sintético de Calidad, que busca que cada institución educativa se mida así misma en 4 factores que permitan establecer planes de mejoramiento de su labor.

Desde el autocontrol interno, las pruebas SABER aplicadas por el MEN a través del Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES), que buscan medir la calidad de la educación que reciben los estudiantes en las diferentes instituciones educativas del país, en las áreas básicas del conocimiento, al finalizar cada ciclo de la educación, 3°, 5°, 7°, 9°y 11°

Al revisar los resultados históricamente durante el 2009, 2012, 2013,

2014 y 2015 se evidencia un bajo desempeño en el área de matemáticas. Por ejemplo, en el 2015, un 47%, 66% y 76% de los estudiantes de tercero, quinto y noveno grado respectivamente, no superan los niveles insuficiente y mínimo en el área de matemáticas, mostrando que las orientaciones Internacionales no bastan como garantía de calidad.

Políticas y Lineamientos del sistema educativo colombiano.

En el ordenamiento jurídico colombiano mediante la Ley 115 de 1994 señala sobre la educación primaria los siguientes aspectos: Los cinco (5) primeros grados de la educación básica que constituyen el ciclo de primaria, tendrán como objetivos específicos los siguientes:

- a) La formación de los valores fundamentales para la convivencia en una sociedad democrática, participativa y pluralista;
- b) El fomento del deseo de saber, de la iniciativa personal frente al conocimiento y frente a la realidad social, así como del espíritu crítico;
- c) El desarrollo de las habilidades comunicativas básicas para leer, comprender, escribir, escuchar, hablar y expresarse correctamente en lengua castellana y también en la lengua materna, en el caso de los grupos étnicos con tradición lingüística propia, así como el fomento de la afición por la lectura;
- d) El desarrollo de la capacidad para apreciar y utilizar la lengua como medio de expresión estética;
- e) El desarrollo de los conocimientos matemáticos necesarios para manejar y utilizar operaciones simples de cálculo y procedimientos lógicos elementales en diferentes situaciones, así como la capacidad para solucionar problemas que impliquen estos conocimientos.



Consciente del mandato legal, de la realidad y reportes como de OCDE (2015) que reconoce que “Mejorar la calidad de la educación y asegurar que todos los estudiantes —especialmente, los más desfavorecidos— consigan unos niveles mínimos de conocimientos, será clave para el desarrollo económico y social de Colombia en el largo plazo”, es decir existe un desequilibrio entre el sector productivo y los recursos humanos disponibles, Colombia deberá priorizar el mejoramiento de la educación y lograr que esta, establezca vínculos más sólidos con el mercado laboral, el sistema educativo colombiano define los lineamientos que han de orientar las actividades dentro del proceso enseñanza aprendizaje. A nivel de planeación se han emitido un conjunto de elementos a los cuales el docente deberá atender:

Lineamientos curriculares del área. Son las orientaciones epistemológicas, pedagógicas y curriculares definidas por el MEN que con el apoyo de la comunidad académica educativa fundamentan el proceso de planeación de las áreas obligatorias y fundamentales definidas por la Ley General de Educación en su artículo 23, incluida allí las matemáticas.

Estándares Básicos. Los estándares básicos de competencias en matemáticas emitido por el Ministerio de Educación Nacional, en el año 2006, establecen la obligatoriedad de los establecimientos de educación del país que ofrecen educación básica y media, a como referentes para la elaboración de los planes de estudios, la planeación de clases y el desarrollo de las actividades escolares relacionadas con la enseñanza específica del área.

Según el MEN (2006) “Un estándar es un criterio claro y público que permite

juzgar si un estudiante, una institución o el sistema educativo en su conjunto cumplen con unas expectativas comunes de calidad; expresa una situación deseada en cuanto a lo que se espera que todos los estudiantes aprendan en cada una de las áreas a lo largo de su paso por la Educación Básica y Media”. (p 11).

Derechos básicos de aprendizaje. Una herramienta dirigida a toda la comunidad educativa para identificar los saberes básicos que han de aprender los estudiantes en cada uno de los grados de la educación escolar, de primero a once, y en las áreas de Lenguaje y Matemáticas. Se estructuran guardando coherencia con los Lineamientos Curriculares y los Estándares Básicos de Competencias (EBC). Estos permiten establecer las rutas de aprendizaje, articulado a los enfoques, metodologías, estrategias y contextos definidos en cada establecimiento educativo, en el marco de los Proyectos Educativos Institucionales materializados en los planes de área y de aula.

Matrices. Es un instrumento que presenta los aprendizajes que evalúa el ICFES en cada competencia, relacionándolos con las evidencias de lo que debería hacer y manifestar un estudiante que haya logrado dichos aprendizajes en una competencia específica. Constituye un elemento que permite orientar procesos de planeación, desarrollo y evaluación formativa.

A nivel didáctico dentro de las orientaciones emitidas por el ministerio de Educación está el documento de secuencias didácticas, que son un ejercicio y un posible modelo que se propone al docente interesado en explorar nuevas formas de enseñar las matemáticas. En él a partir de una temática seleccionada apropiada para



cada grado, con el propósito de ayudar al docente en la planeación y ejecución de varias sesiones de clase, y están desarrolladas desde la perspectiva del aprendizaje basado en la resolución de problemas y la indagación.

Didáctica en el ejercicio de la enseñanza de la matemática. Las matemáticas como construcción social, siendo un instrumento y no una herramienta en la vida del estudiante, es lo que debe movilizar al docente en busca de atender a las necesidades de sus educandos, siendo esta la importancia del proceso didáctico. Así la enseñanza de la matemática y la educación en general deben alejarse de los típicos métodos de enseñanza tradicional, que caracterizaron el sistema educativo efectivo de otros contextos sociales y económicos, superando las visiones reduccionistas que frustran la motivación e innovación en las prácticas pedagógicas. Es preciso promover una educación significativa y pertinente, donde se desarrollen nuevas formas y ambientes innovadores de aprendizaje, usar herramientas ligadas a los avances tecnológicos coherentes al contexto actual de los jóvenes, una educación de vanguardia, desde el fenómeno de la globalización.

La didáctica como actividad general ha tenido un amplio desarrollo en las cuatro últimas décadas, Sin embargo, no ha acabado la lucha entre el idealista, que se inclina por potenciar la comprensión mediante una visión amplia de la matemática, y el práctico, que clama por el restablecimiento de las técnicas básicas en interés de la eficiencia y economía en el aprendizaje. Según Gobierno de Canarias. (2015) La matemática como actividad posee la característica fundamental de Matematización, entendiendo por esta la

capacidad de organizar y estructurar la información que aparece en un problema, identificar los aspectos matemáticos relevantes, descubrir regularidades, relaciones y estructuras.

Actualmente el sistema educativos desde las orientaciones del Ministerio de Educación flexibiliza el currículo y ya no tener un currículo único, además se implementa a los elementos didácticos de la matemáticas el modelo Singapur al reconocer que el desarrollo de los pensamientos (numérico, Espacial, Métrico, Aleatorio y Variacional) mediante procesos generales de la actividad matemática: formular y resolver problemas; modelar procesos y fenómenos de la realidad; comunicar; razonar, y formular comparar y ejercitar procedimientos y algoritmos; y que, debe partir de reconocer y simular el proceso de aprendizaje, que se da en las fases de concreto, pictórico y abstracto, siendo estos los distintos niveles a los que deberá llegar el estudiante.

CONCLUSIONES

La Escuela como espacio educativo, al persistir en la adopción de formas diseñadas para responder a una sociedad industrial, se aleja de las exigencias del mundo actual, más humano y vanguardista, donde son más requeridas las capacidades de pensar y crear en el ser humano; se convierte en *el gran dinosaurio social*.

Esta situación obvia ante ojos de muchos ha sido elemento central de atención de entidades y organismos Internacionales, quienes llaman a los gobiernos a intervenir frente a la situación y exigiendo mejoramiento en la calidad educativa desde las políticas públicas que cada uno emite. Así, por ejemplo, la Organización de las Naciones Unidas (ONU), tras reconocer la importancia de la



educación en el mejoramiento de las condiciones de vida de los ciudadanos, impulsan políticas que pretenden mejorar los aspectos esenciales de la educación, buscando dejar atrás las prácticas descontextualizadas, proponiendo la matemática, como conocimiento básico del ser humano.

Las matemáticas son fundamentales para el desarrollo intelectual de los niños, al fortalecer el desarrollo de procesos lógicos, razonados, ordenados y dispuesto al pensamiento, la crítica y la abstracción. Por ello las respuestas gubernamentales a estas exigencias, no dejan de ser postulados ideales, que se materializan en el aula, por los distintos actores del sistema, se requiere un compromiso conjunto, donde el Estado prevé los recursos y medios indispensables y docentes vanguardistas y comprometidos con tal fin.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fedesarrollo 2014. LA EDUCACIÓN BÁSICA Y MEDIA EN COLOMBIA: RETOS EN EQUIDAD Y CALIDAD. Bogotá, Colombia. Enero de 2014

Gobierno de Canarias. (2015). La Didáctica de las Matemáticas: una visión general. Recuperado de <http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/rtee/didmat.htm>

Icfes (2013) COLOMBIA EN PISA 2012 Informe nacional de resultados Resumen ejecutivo. Bogotá, D.C., diciembre de 2013

OCDE (2015) Estudios económicos de la OCDE COLOMBIA: Colombia políticas prioritarias para un desarrollo inclusivo.

ONU, (1948). Declaración universal de derechos humanos. Adoptada y proclamada por la Resolución de la Asamblea General 217 A (iii) del 10 de diciembre de 1948

Ministerio de Educación Nacional (2006). Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. 1ª ed. Ministerio de Educación Nacional. Bogotá, D.C., Colombia.

Sacristán, G. (2008). Comprender transformar la enseñanza. Madrid: Morata.

Unesco (1990) Declaración Mundial sobre Educación para Todos: Satisfacción de las Necesidades Básicas de Aprendizaje, diseñada en el marco de la Conferencia Mundial sobre Educación para Todos, en Jomtien, Tailandia, del 5 al 9 de marzo de 1990. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001275/127583s.pdf> [Consulta: 2016, febrero 3]

Unesco (2000). Marco de Acción de Dakar-Educación para Todos: cumplir nuestros compromisos comunes, adoptado en el foro mundial sobre educación, Senegal abril del 2000. [Transcripción en línea] Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001211/121147s.pdf> [Consulta: 2013, septiembre 1]

Unesco (2015) A. Informe de resultados TERCE Tercer Estudio Internacional Comparativo y explicativo. Logros de aprendizaje [Transcripción en línea] Disponible en:



<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002435/243532S.pdf> [Consulta: 2016, Julio 1]



29. ESTRATEGIA DE MEDIACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA MATEMÁTICAS EN PREESCOLAR

IRMA MARIA ORTEGA GONZÁLEZ¹

¹TUTORA PROGRAMA TODOS A APRENDER MEN. irmisortega@hotmail.com,
irmisortega20@gmail.com

Resumen

La enseñanza de las matemáticas se da desde temprana edad (informal) e involucra a todos los sujetos que hacen parte del diario vivir del niño (a). Dentro del ambiente escolar se propende por un aprendizaje autónomo mediado por las estrategias de acompañamiento que realiza el docente a través de los proyectos de aula, donde busca desarrollar las habilidades, destrezas y competencias matemáticas a través de actividades lúdicas con una intencionalidad.

Palabras claves: Competencia, Estrategia, Mediación, aprendizaje autónomo

1. INTRODUCCIÓN

Algunas de las habilidades, destrezas y competencias son innatas en el ser humano entre ellas escuchar y hablar, pensar y actuar etcétera, aun así ellas requieren desde temprana edad la intervención y estimulación para lograr su mayor desarrollo.

Es así como la educación inicial (0 a 5 años) requiere de un conjunto de acciones permanentes y objetivas que conlleven a un desarrollo integral de cada uno de los niños y niñas que ingresan por primera vez al ambiente escolar. Surge entonces la necesidad de una planeación intencionada que garantice la formación integral de sus educandos.

Dentro de este proceso de formación integral que se pretende en cada aula, es necesario conocer los intereses de aprendizaje de los estudiantes, sus formas más fáciles de aprender y los recursos que

motivan dichos aprendizajes; partiendo de Howard Gardner y su teorías de Inteligencias múltiples permite implementar diferentes estrategias para la enseñanza que garantizan que el estudiante de acuerdo a sus intereses inicia su proceso de aprendizaje apropiándose de los primeros conceptos a un nivel nocional pues de acuerdo con las características propias de su edad según Piaget y sus etapas de desarrollo estos pequeños se encuentran en un periodo pre operacional que requieren de la manipulación de material concreto para empezar a construir sus primeros conceptos entre ellos los relacionados con el desarrollo de la competencia lógico matemáticas.

Esta propuesta hace uso del desarrollo del aprendizaje autónomo donde es el educando el autor de su conocimiento mediado por el docente quien acompaña el proceso de aprendizaje desde una planeación intencionada que responde a los intereses del estudiante.



Las Matemáticas en preescolar.

Hablar sobre la enseñanza de las matemáticas en el nivel preescolar es abordar un tema complejo y de gran importancia porque en realidad la matemática no es algo que se deba enseñar al niño(a) en preescolar, sino que requiere de un proceso de construcción individual que tiene como referentes el desarrollo individual y como aprende a esa edad.

Como estrategias se implementa el desarrollo del aprendizaje autónomo que se refiere al grado de intervención del estudiante en el establecimiento de sus objetivos, procedimientos, recursos, evaluación y momentos de aprendizaje, desde el rol activo, en la cual el estudiante puede y debe aportar sus pre saberes y experiencias previas, a partir de los cuales se pretende revitalizar el aprendizaje y darle significado.

Al ingresar a la escuela los niños (as) ya han adquirido un conocimiento informal de las matemáticas, lo ha adquirido a través de métodos informales como la auto iniciación o interacción espontánea con su ambiente o la instrucción informal que incluye la imitación del adulto, los programas de televisión, interacción en juegos o conversaciones con adultos, hermanos o iguales, rescatándose aquí el valor de la zona de desarrollo próximo como agente dinamizador de este proceso propuesta por Vigotsky.

Conceptos a potenciar en preescolar. Teniendo en cuenta que los estudiantes de preescolar se encuentran en la etapa pre operacional, que tiene entre sus características el pensamiento concreto que se manifiesta a través de su interacción con los objetos, el medio que le rodea y sus

experiencias se estimulan los siguientes procesos:

La clasificación: de acuerdo a las cualidades de los objetos en cuanto forma, color y tamaño. "juntar" por semejanzas y "separar" por diferencias. Asimismo, dentro de la clasificación se toman en cuenta la pertenencia, que es la relación que se establece entre cada elemento y la clase a la que pertenece, está fundada en la semejanza, y la inclusión, consiste en relacionar lógicamente un conjunto con un subconjunto

La seriación. Establecer relaciones entre elementos que son diferentes en algún aspecto ordenando esas diferencias y se podrá efectuar en dos sentidos creciente y decreciente.

La transitividad. Al establecer una relación entre un elemento de una serie y el siguiente y de este con el posterior, se puede deducir cual es la relación entre el primero y el último.

La reciprocidad. Cada elemento de una serie tiene una relación tal con el elemento inmediato que al invertir el orden de la comparación, dicha relación también se invierte.

Para desarrollar dichos procesos se plantean proyectos de aula que involucran a cada niño(a) de forma activa, lúdica y creativa en los procesos matemáticos. Así mismo construyen nociones matemáticas a partir de situaciones que demanden el uso de sus conocimientos, logrando encontrar la relación entre objetos, espacios, tiempos para poder comparar y clasificar.

Así logra desarrollar las competencias: Comunicación de cantidades, Cuantificación y principios de conteo,



establecimiento de relación de orden y Solución de problemas.

- En cada uno de estos proyectos se plantean actividades como: juegos de mesa, Rompecabezas de números, Juegos con bloques lógicos, Trabajo con el ábaco, ejercicios de conteo y seriación, Relaciones, Reconocimiento y escritura de números, Formas, figuras, colores y tamaños, Sumas y restas, Lateralidad. Ordinales.

- El aprendizaje de las matemáticas inicia en el hogar por eso se busca involucrar al padre de familia ya que ellos pueden transformar las rutinas diarias en oportunidades de aprendizaje estimulantes, y formar bases firmes para el aprendizaje futuro. estas las actividades cotidianas ofrecen muchísimas oportunidades para enseñarles.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo del pensamiento lógico es la base del desarrollo del número y las habilidades Aritméticas en el niño. La competencia numérica parece estar presente desde los primeros meses después del nacimiento.

Los niños (as) ingresan al aula con pre saberes que facilitan la apropiación y el desarrollo de las competencias matemáticas.

Por las características de la edad de los niños en este periodo escolar se hace necesario el uso de material concreto que le permita al estudiante establecer diferentes

categorías en la aplicación de los procesos matemáticos a desarrollar como la clasificación, seriación, comparación y transitividad.

La estrategia de mediación respeta los ritmos y estilos de aprendizaje y favorece el desarrollo de habilidades y competencias matemáticas además de potenciar valores y aprendizajes entre pares.

La construcción de los números naturales es la base de la competencia numérica en la primera infancia y se logra por dos vía alternas y relacionadas: la significación de los elementos de la secuencia numérica verbal y la significación de las notaciones arábigas. A medida que avanzan en la significación de los sistemas numéricos arábigo y verbal, los niños empiezan a significar y construir otras propiedades abstractas de los números naturales tales como la cardinalidad y la ordinalidad.

REFERENCIAS

Colombia. Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos curriculares de Para Preescolar*. Recuperado de: http://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-89869_archivo_pdf8.pdf

KAMII, C y DECRIES, R. La teoría de Piaget y la educación preescolar. Madrid editorial Pablo del rio.

Vygotsky, L. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona: Paidós.



30. INFLUENCIA DE LOS MOVIMIENTOS OCULARES EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE MATEMÁTICAS

GERSON ADRIANO RINCÓN ALVAREZ¹
DANIEL VILLAMIZAR JAIMES²
RAÚL PRADA NUÑEZ³

¹ Facultad de Educación Artes y Humanidades Docente. UFPS. gersonadrinora@ufps.edu.co

² Facultad de Educación Artes y Humanidades Docente. E-mail. d_villami@hotmail.com

³ Facultad de Educación Artes y Humanidades Docente. raulprada@ufps.edu.co

Resumen

La presente ponencia surge como fruto de una investigación adelantada con estudiantes de Quinto grado de Educación Primaria, en la que se pretendía indagar sobre aspectos fisiológicos funcionales del ser humano y si ellos podían tener algún tipo de incidencia en el proceso de aprendizaje de una asignatura que siempre ha sido causante de índices de pérdida académica como lo son las Matemáticas. Se realizó una investigación descriptiva no experimental con una muestra de 161 estudiantes de varias instituciones oficiales de la ciudad de Cúcuta.

Palabras claves: Movimientos oculares, educación.

1. INTRODUCCIÓN

Los desempeños, las competencias y la conceptualización adquiridas en los estudiantes, reflejadas en el rendimiento académico es un aspecto que llama el interés de los docentes en especial cuando se presenta un bajo rendimiento académico en los estudiantes.

Por ello, los investigadores educativos y docentes en su quehacer profesional requieren de estar constantemente actualizados y ser conscientes de las diferentes innovaciones y avances en diferentes áreas y ciencias que contribuyan en los procesos educativos, por ejemplo, la neuropsicología en temas específicos como los movimientos oculares, y más concretamente, los movimientos sacádicos,

fundamentales en el proceso de lectura, no son bien conocidos entre los docentes investigadores y menos su relación con áreas, como las matemáticas, (Torcal, 2012).

Los procesos neuropsicológicos y en si la neuropsicología es una ciencia aún poco empleada en la educación, especialmente en estudiantes que no presentan trastornos neurológicos, por ello es interesante aplicarla en estudiantes que no presentan un rendimiento adecuado ni un ritmo normal en su aprendizaje. No obstante, la evaluación neuropsicológica es de vital importancia si queremos conocer aquellos factores que intervienen en el sistema de acción del estudiante dentro del entorno escolar y especialmente en el aprendizaje de conceptos reflejados en el rendimiento



académico (Solovieva, Quintanar y Flores, 2002).

En este sentido, el diagnóstico nos permitirá detectar, y consecuentemente intervenir, elaborando estrategias para dar solución a aquellos problemas, que puedan ser los causantes del bajo rendimiento académico o del fracaso escolar de los estudiantes (Yu, Quintanar y Flores, 2002).

En esta línea poco usual, cabe destacar aportaciones como las de Ardila y Otrosky (2012) que sirven de guía y orientación sobre qué dominios podemos evaluar, a través de qué pruebas podemos diagnosticar y cómo llevar a cabo este proceso. Considerando estas aportaciones y estudios que revelan la vinculación que existe entre la atención y el rendimiento académico (Berwid et al., 2005), problemas en destrezas visuales, concretamente los movimientos sacádicos, con posible fracaso escolar (Granet, 2005), y la importancia en el uso de estrategias de aprendizaje para la mejora del rendimiento académico (Lobo, 2006), en esta investigación se plantea analizar estas variables como posibles factores que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes. Por consiguiente, teniendo en cuenta que este estudio se realizó, con estudiantes vulnerables, que en ocasiones provocan impulsividad e inatención, contextualizados en una sociedad cargada de multitud de estímulos visuales, donde temas como el fracaso escolar son de marcada reocupación, el objetivo que se han planteado llevar a cabo es el siguiente:

Analizar si existe relación entre el tiempo requerido y el número de errores en una tarea de medición de movimiento sacádico, y el rendimiento académico.

Por ello es bueno tener claro las variables de estudio.

Existen multitud de definiciones que intentan explicar el significado de rendimiento académico. Entre ellas cabe destacar la aportada por la Comisión on Higher Education Msa (1995), la cual considera el rendimiento académico como una herramienta que ayuda a medir la calidad de la enseñanza de los centros e instituciones. Observa si se han alcanzado los objetivos educativos, considerando a la evaluación como un instrumento fundamental en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Díaz et al. (2004), define el movimiento sacádico, como un movimiento rápido del ojo que realiza para enfocar la mirada hacia una ubicación específica. Este movimiento es de vital importancia para el proceso lector, ya que, si no ocurren de forma adecuada, dará lugar a una ineficacia en el ritmo de la lectura, provocando una velocidad de lectura lenta, pérdidas de ubicación en el texto, saltos y supresiones de renglones, omisiones de letras e incluso movimiento exagerado de la cabeza, y por ende mala comprensión del texto.

2. Metodología

2.1 Tipo De Investigación. Estudio de investigación es de tipo cuantitativo, con diseño no experimental ex post facto, pues no se manipulan variables, ni se cuenta con grupo experimental, ni de control. La variable dependiente es el rendimiento académico con dos niveles alto y bajo rendimiento académico y las variables independientes son los movimientos sacádicos.

Se tomó una muestra no probabilística por conveniencia a 161 estudiantes de Quinto de primaria, de colegios públicos, Cúcuta, Colombia, con edades comprendidas entre los 8 y 16 años, con



media de edad 11.67 años con una desviación típica de 1,87 años. En la Tabla 1 se muestra la distribución del género.

Tabla 1. Frecuencia y porcentaje del género en los grupos.

| | Frecuencia | Porcentaje |
|-----------|------------|------------|
| Femenino | 81 | 50,3 |
| Masculino | 80 | 49,7 |
| Total | 161 | 100,0 |

La tabla muestra que la cantidad de estudiantes femeninos y masculino es muy equitativa.

Las variables principales que se van a medir son:

Los movimientos sacádicos por intermedio del test King Devick (K-D) (1976). Los números, dispuestos en columnas en la tarjeta I, están unidos por líneas horizontales, las tarjetas II y III no tienen líneas que los unan y en la tarjeta III la separación vertical entre las filas es mucho menor, se tomarán datos como tiempo de lectura de la tarjeta, errores cometidos en la lectura. Al estudiante se le colocó las tarjetas a una distancia promedio de 40 cm, teniendo que leer cada tarjeta de la misma dirección horizontal en que lee un texto, mientras el aplicador de la prueba anota la cantidad de errores cometidos el tiempo empleado en segundos y si mueve o no la cabeza durante el proceso de la lectura de cada una de las tarjetas. Se registran los resultados del tiempo total de lectura en cada tarjeta, así como la suma total del tiempo y de errores de las tres tarjetas. Mediante las Tablas de valores normativos clasificadas por edades, se determina si existen o no problemas en los movimientos sacádicos en cuanto al tiempo y a los errores.

La variable rendimiento académico se tomará por el promedio de las notas en matemáticas de los tres primeros informes

académico dado por las instituciones en el año académico 2016. Se dividió en dos grupos de alto los que obtuvieron un promedio de 3.8 o superior y bajo rendimiento los que obtuvieron un promedio inferior a 3.8.

3. RESULTADOS

Primero se muestran los resultados univariados, en tablas de frecuencia, después se muestran relaciones bivariadas, distribuidos en los grupos de alto y bajo rendimiento académico.

Tabla 2. Frecuencia y porcentaje del género en los grupos.

| Edad | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|-------|------------|------------|----------------------|
| 8 | 2 | 1,2 | 1,2 |
| 9 | 6 | 3,7 | 5,0 |
| 10 | 53 | 32,9 | 37,9 |
| 11 | 27 | 16,8 | 54,7 |
| 12 | 20 | 12,4 | 67,1 |
| 13 | 20 | 12,4 | 79,5 |
| 14 | 14 | 8,7 | 88,2 |
| 15 | 18 | 11,2 | 99,4 |
| 16 | 1 | 0,6 | 100,0 |
| Total | 161 | 100,0 | |

Se observa que 10 años es la edad con mayor frecuencia entre los estudiantes que pertenecieron a la muestra de estudio.

Tabla 3. Frecuencia de errores totales de lectura.

| Errores | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|---------|------------|------------|----------------------|
| 0 | 47 | 29,2 | 29,2 |
| 1 | 44 | 27,3 | 56,5 |
| 2 | 28 | 17,4 | 73,9 |
| 3 | 19 | 11,8 | 85,7 |
| 4 | 11 | 6,8 | 92,5 |
| 5 | 8 | 5,0 | 97,5 |
| 6 | 1 | 0,6 | 98,1 |
| 7 | 1 | 0,6 | 98,8 |
| 12 | 1 | 0,6 | 99,4 |
| 15 | 1 | 0,6 | 100,0 |
| Total | 161 | 100,0 | |



La tabla muestra que el 29,2% de los estudiantes encuestados no cometieron errores de lectura en las tres tarjetas

Tabla 4. Tabla de contingencia Grupo x Genero

| Rendimiento Académico | | Genero | | Total |
|-----------------------|---|--------|-------|--------|
| | | F | M | |
| Grupo Alto | R | 37 | 24 | 61 |
| | % | 60,7% | 39,3% | 100,0% |
| Grupo Bajo | R | 44 | 56 | 100 |
| | % | 44,0% | 56,0% | 100,0% |
| Total | R | 81 | 80 | 161 |
| | % | 50,3% | 49,7% | 100,0% |

Se observa en la tabla que existe un mayor porcentaje (60,7%) de niñas en el grupo de alto rendimiento académico. Se aplica la prueba Chi cuadrado, por ser el género una variable categórica con una significancia del 0,05, planteándose como hipótesis nula la igualdad de porcentajes en los dos grupos, y como hipótesis alterna que los porcentajes en los dos grupos no son iguales, $\chi^2 (1) = 4,204, p \leq 0,05$. Los resultados nos indican que existe evidencia suficiente para falsar la hipótesis nula, y aceptar que los porcentajes del género en los dos grupos son diferentes.

Tabla 5. Promedio, desviación típica en variables cuantitativas de los movimientos sacádicos

| | Grupo | N | Media | Des típ. |
|-------------------|-------|-----|-------|----------|
| Tiempo Tarjeta 1 | Alto | 61 | 27,48 | 5,328 |
| | Bajo | 100 | 27,97 | 7,493 |
| Errores Tarjeta 1 | Alto | 61 | 0,69 | 0,941 |
| | Bajo | 100 | 0,66 | 1,027 |
| Tiempo Tarjeta 2 | Alto | 61 | 26,77 | 4,832 |
| | Bajo | 100 | 27,13 | 6,866 |
| Errores Tarjeta 2 | Alto | 61 | 0,41 | 0,716 |
| | Bajo | 100 | 0,46 | 0,858 |
| Tiempo Tarjeta 3 | Alto | 61 | 28,05 | 5,512 |
| | Bajo | 100 | 27,57 | 6,357 |
| Errores Tarjeta 3 | Alto | 61 | 0,69 | 1,259 |
| | Bajo | 100 | 0,60 | 0,899 |
| Tiempo Total | Alto | 61 | 82,30 | 13,724 |
| | Bajo | 100 | 82,67 | 18,790 |

| | | | | |
|-----------------|------|-----|------|-------|
| Errores Totales | Alto | 61 | 1,79 | 2,067 |
| | Bajo | 100 | 1,72 | 2,035 |

Se aplicó la prueba t de Student para comparación de medias entre grupos, de las variables cuantitativas duración de tiempo de lectura de cada una de las tarjetas y duración de tiempos total de lectura, con un nivel de significancia del 0,05, considerando hipótesis nula la igualdad de las medias entre los grupos, y como hipótesis alternativa la diferencia de medias entre los grupos.

Tabla 6. Prueba T para la igualdad de medias

| | t | gl | Sig. |
|-------------------|--------|-----|-------|
| Tiempo Tarjeta 1 | -0,450 | 159 | 0,653 |
| Errores Tarjeta 1 | 0,176 | 159 | 0,860 |
| Tiempo Tarjeta 2 | -0,358 | 159 | 0,721 |
| Errores Tarjeta 2 | -0,383 | 159 | 0,703 |
| Tiempo Tarjeta 3 | 0,487 | 159 | 0,627 |
| Errores Tarjeta 3 | 0,519 | 159 | 0,604 |
| Tiempo Total | -0,135 | 159 | 0,893 |
| Errores Totales | 0,201 | 159 | 0,841 |

Las variables cuantitativas no presentaron diferencia estadística significativa entre medias de los grupos de alto y bajo rendimiento académico en la prueba t de Student, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 7. de contingencia Grupo * Problemas por Tiempo

| | | Problemas por Tiempo | | Total |
|------------|---|----------------------|-------|--------|
| | | No | Si | |
| Grupo Alto | R | 26 | 35 | 61 |
| | % | 42,6% | 57,4% | 100,0% |
| Grupo Bajo | R | 18 | 82 | 100 |
| | % | 18,0% | 82,0% | 100,0% |
| Total | R | 44 | 117 | 161 |
| | % | 27,3% | 72,7% | 100,0% |

En la prueba Chi cuadrado de Pearson, para comparar los grupos de alto y bajo



rendimiento académico, en la variable categórica problemas en los movimientos oculares en función del tiempo total de lectura de las tres tarjetas, se planteó como hipótesis nula, que no existe diferencia entre los porcentajes de los dos grupos, y como hipótesis alterna o del investigador que existe diferencia entre los porcentajes de los dos grupos, $X^2(1) = 11,56$, $p \leq 0,05$, los resultados de la prueba evidencia que existe información suficiente para falsar la hipótesis nula. Existe diferencia entre los porcentajes de los participantes que presentan problemas en los movimientos oculares en función del tiempo total de lectura de las tres tarjetas entre los grupos de alto y bajo rendimiento académico.

Tabla 8. de contingencia Grupo * Problemas por Errores

| | | Problemas por Errores | | Total |
|-------|---------|-----------------------|--------|--------|
| | | No | Si | |
| Grupo | Alto | R 41 | 20 | 61 |
| | | % 67,2% | 32,8% | 100,0% |
| Bajo | R 56 | 44 | 100 | |
| | % 56,0% | 44,0% | 100,0% | |
| Total | R 97 | 64 | 161 | |
| | % 60,2% | 39,8% | 100,0% | |

Se realiza la prueba Chi cuadrado de Pearson, con un nivel de significancia del 0,05, Dando la prueba los siguientes resultados, $X^2(1) = 1,98$, $p = 0,158$. Por tanto, no existe diferencia entre los porcentajes de los grupos respecto a problemas en movimientos oculares en función de los errores totales, por lo tanto, no existe evidencia suficiente para falsar la hipótesis nula de que no existe diferencia entre los grupos de alto y bajo rendimiento académico con respecto al porcentaje de errores totales en la lectura de las tres tarjetas del test K-D de los movimientos sacádicos.

CONCLUSIONES

A partir de lo realizado en esta investigación se concluye como más relevante:

- Uno de cada tres estudiantes no cometieron errores en la aplicación de la prueba.
- Se evidenciaron diferencias significativas en cuanto al género en la categoría de porcentaje Alto con predominio del género femenino.
- Las variables cuantitativas no presentaron diferencias significativas entre las medias de los dos grupos de puntuación.

REFERENCIAS

- Commision on Higer Education MSA (1995). Framework for outcomes as-sessment. Midle State Association
- Díaz, S.B., Gómez, A., Jiménez, C., Martínez, M. (2004). Bases optométricas para una lectura eficaz .Tesis de maestría, centro de optometría internacional. Recuperado 6/6/2014 [http://www. visio-dat.com/PDF/bases_optométricas_para_un_a_lectura_eficaz.pdf](http://www.visio-dat.com/PDF/bases_optométricas_para_un_a_lectura_eficaz.pdf)
- Solovieva, Y., Quintana, L., Flores, D. (2002) Programa de corrección neuropsicológica del déficit de atención. México: Universidad Autónoma de Puebla.
- Torcal, M. G. (2012). Relación entre los movimientos sacádicos y la comprensión y velocidad lectora, tesis para maestria no publicada.
- Yu, S., Quintanar, L., & Flores, D. (2002). Programa de corrección neuropsicológica del déficit de atención. México, Universidad Autónoma de Puebla.
- Ardila, A., Otrosky, F.(2012). Guía para la evaluación Neuropsicológica. Recu-perado el 7/6/2014



http://www.ineuro.cucba.udg.mx/libros/bv_guia_para_el_diagnostico_neuropsicologico.pdf.

Berwid, O.G., Curko, E.A., Marks, D.J., Santra, A., Bender, H.A., Halperin, J.M. (2005). Sustained attention and response inhibition in young children at risk for Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46 (11), 1212-1229.

Granet, D.B., Gomi, C.F., Ventura, R. Miler, A. (2005). The relationship between convergence insufficiency ADHD. *Strabismus* 13 (4). Recuperado el 10/7/2014 de <http://informahealthcare.com/doi/abs/10.1080/09273970500455436>

Granet, D. B., Gomi C. F., Ventura, R., Miller, A. (2005). The relationship between Convergence Insufficiency and Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Strabismus* 13(4) 163-8.

Lobo, M. P. (2006). *El salto al aprendizaje. Cómo obtener éxito en los estudios y superar*

las dificultades de aprendizaje. Madrid: Palabra.

Sánchez Upegui, A. A. (2011). *Manual de redacción académica e investigativa: cómo escribir, evaluar y publicar artículos*. Medellín: Católica del Norte Fundación Universitaria. Recuperado de <http://www.ucn.edu.co/institucion/sala-prensa/Paginas/Publicaciones/manual-de-redaccion-academica-e-investigativa.aspx>

31. ESTRATEGIAS TEÓRICO-PRACTICAS QUE PROMUEVEN EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA NUMÉRICA EN EL ÁREA DE MATEMÁTICAS EN ESTUDIANTES DE SÉPTIMO GRADO

JOSÉ ORLANDO CAÑAS TORRES¹
 ROSA VIRGINIA HERNÁNDEZ²
 OLGA LUCY RINCÓN LEAL³
 Grupo de Investigación: **Euler**

¹Magister en Prácticas Pedagógicas. Institución Julio Pérez Ferrero.

joseorlandocanas@gmail.com

²Magister en Educación Matemática. Institución Universidad Francisco de Paula Santander

rosavirginia@ufps.edu.co

³Magister en Educación Matemática. Institución Universidad Francisco de Paula Santander

olgarincon@ufps.edu.co

Resumen

Siendo el aprendizaje de los números enteros un problema de gran trascendencia para los alumnos de séptimo grado, el presente trabajo estudia las prácticas pedagógicas de los docentes y la percepción de las mismas por medio de los estudiantes de la Institución Educativa Julio Pérez Ferrero. Además, propone la didáctica como herramienta para que los alumnos adquieran la competencia numérica de tal tema. Los resultados indican que la didáctica es un factor fundamental que impulsa la motivación por el aprendizaje y la solución de problemas. Este proceso de aprendizaje debe ser promovido por los docentes en su práctica pedagógica para que los estudiantes no pierdan el interés y adquieran la competencia numérica, sin desviarse de los lineamientos curriculares que establece el Ministerio de Educación Nacional.

Palabras claves: Práctica pedagógica, Números enteros, Didáctica matemática, Competencia numérica.

INTRODUCCIÓN

La introducción de los números negativos se ha realizado tradicionalmente alrededor de los 12-13 años, en séptimo grado. Los profesores de estos niveles y diversas investigaciones han revelado ciertas dificultades de los alumnos al utilizar

estos números. Dichas dificultades han invitado a la reflexión de aplicar nuevos enfoques en la enseñanza de estos números, así como las actividades a seguir por los estudiantes en su aprendizaje. Bruno (1997)

El Ministerio de Educación en sus



reformas, ha tratado de promover acciones que apuntan al desarrollo de competencias en los distintos niveles educativos. En este sentido, los profesores deben comprender lo que se debe alcanzar en el alumno y la forma para lograrlo, buscando estrategias curriculares para que ellos comprendan la función de la matemática en el mundo, como una herramienta en la solución de problemas o toma de decisiones con juicios fundamentados.

Por esa razón, el desarrollo de la competencia matemática supone aplicar capacidades, utilizando las herramientas de apoyo adecuadas e integrando conocimientos matemáticos e interdisciplinarios para dar una mejor respuesta a las situaciones de la vida, con distinto nivel de complejidad. El tema de competencias es una tendencia a nivel nacional e internacional, motivo de evaluación del aprendizaje y determinante de la calidad de los mismos.

Dentro del marco de las competencias matemáticas, existe un grupo de competencias, Villanueva (2000). En su trabajo, se define la *competencia numérica* como el proceso general de comprensión de los sistemas de número y sus operaciones asociadas. Esta competencia es la que se busca adquirir en los alumnos, en el tema de los números enteros con el presente trabajo. Para obtener los resultados, se recurrió al diseño de tres actividades didácticas de números enteros, las cuales se evaluaron y concluir los hallazgos.

La comunidad educativa del colegio donde se desarrollo el proyecto quedo muy satisfecha con el aporte de esta investigación. Alumnos y profesores agradecieron de manera personal cada uno desde su punto de vista respectivo. Los

profesores por contar con un material para enseñar y por aprender cómo se debe enseñar cuando lo que se quiere es un alumno competente.

Los alumnos expresaron su agrado con las actividades didácticas las cuales les permitieron tener un acercamiento a las matemáticas de una manera cómoda rompiendo paradigmas tradicionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto de investigación se desarrolló en dos sedes de la institución Julio Pérez Ferrero: Cundinamarca y Nuevo Horizonte. Ambas, ofrecen educación básica secundaria en sus sectores, familias de estratos 1 y 2 de dichos barrios de la ciudad de Cúcuta.

La población objeto de estudio, corresponde a estudiantes de grado séptimo en la Institución Educativa Julio Pérez Ferrero, sedes Cundinamarca y Nuevo Horizonte. La selección de los participantes fue realizada mediante muestreo intencional y durante el desarrollo de este proceso se eligieron cuarenta (40) estudiantes en cada sede. Para el desarrollo del proyecto se utilizaron actividades de competencias numéricas con números enteros.

Los resultados de las pruebas de competencia numérica fueron tratados en forma cuantitativa. La prueba consta de tres actividades didácticas, las cuales fueron evaluadas de acuerdo al SIE de la institución sujeto de estudio, con calificaciones de 1,0 hasta 5,0. Los resultados fueron considerados por cada estándar de competencias matemáticas según el Ministerio de Educación Nacional.

Se diseñaron tres actividades didácticas con números enteros para evaluar



la incidencia de este tipo de material en el aprendizaje de los alumnos (Tabla 1). Todas las competencias están basadas en los

estándares de matemáticas del Ministerio de Educación Nacional para séptimo grado. (Tabla 2).

Tabla 3. Actividades Didácticas desarrolladas por los estudiantes

| CÓDIGO | Nombre | Símbolo | Objetivo |
|-------------|-----------------------------|---|---|
| Actividad 1 | Puzzle Los Padrinos Mágicos |  | Ordenar correctamente los números enteros de menor a mayor. |
| Actividad 2 | Cruciereros |  | Sumar y/o Restar un grupo de números enteros de acuerdo a su signo. |
| Actividad 3 | Razas de Perros |  | Resolver correctamente ejercicios con una o más de las operaciones básicas. |

Estas actividades abarcan dos temas esenciales:

- Tema 1: Relación de orden de los números enteros (Mayor, Menor, Igual)
- Tema 2: Operaciones con los números enteros (Suma, Resta, Multiplicación y División)

Tabla 2. Temas involucrados en las actividades, con sus respectivas competencias

| TEMA | COMPETENCIAS | INSTRUMENTOS |
|--|--|---|
| Relaciones de orden entre números enteros | Reconozco argumentos combinatorios como herramienta para interpretación de situaciones diversas de conteo. |   |
| | Identifico las propiedades de los números enteros (conmutativa, asociativa, etc.) |   |
| | Justifico procedimientos aritméticos utilizando las relaciones y propiedades de las operaciones. |  |
| | Aplico relaciones de orden entre números enteros (mayor, menor, valor absoluto) y/o las operaciones (suma, resta, multiplicación, división) en diferentes contextos. |  |
| | Resuelvo y formulo problemas en contextos para los números enteros, utilizando relaciones de orden y las operaciones. |  |
| Operaciones con números enteros | Reconozco argumentos combinatorios como herramienta para interpretación de situaciones diversas de conteo. |   |
| | Identifico las propiedades de los números enteros (conmutativa, asociativa, etc.) |   |
| | Justifico procedimientos aritméticos utilizando las relaciones y propiedades de las operaciones. |    |
| | Aplico relaciones de orden entre números enteros (mayor, menor, valor absoluto) y/o las operaciones (suma, resta, multiplicación, división) en diferentes contextos. |    |
| | Resuelvo y formulo problemas en contextos para los números enteros, utilizando relaciones de orden y las operaciones. |    |

RESULTADOS

Actividad 1. Puzzle los padrinos mágicos

| ACTIVIDAD 1 – Puzzle Los Padrinos Mágicos | | | | | |
|---|-----|---|-------|---|-------|
| Estándar 3 | | Estándar 4 | | Estándar 5 | |
| Correcto | 95% | Correcto | 92,5% | Correcto | 78,9% |
| Incorrecto | 0% | Incorrecto | 2,5% | Incorrecto | 21,1% |
| NS/NR | 5% | NS/NR | 5% | NS/NR | 5% |
|  | |  | |  | |
| ■ Correcto | | ■ Incorrecto | | ■ NS/NR | |

Teniendo en cuenta que la muestra fue de 80 estudiantes, solo 4 de ellos no resolvieron

tal actividad (5%). Se puede apreciar una gran aceptación de este ejercicio, así como el gran porcentaje de



éxito en la resolución correcta. Aproximadamente 64 estudiantes

resolvieron el rompecabezas gracias al concepto claro de la relación de orden de los números enteros.

Actividad 2: Crucienteros

| ACTIVIDAD 2–Crucienteros | | | | | | | | | |
|--|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| Estándar 1 | | Estándar 2 | | Estándar 3 | | Estándar 4 | | Estándar 5 | |
| Correcto | 81,3% | Correcto | 70% | Correcto | 61,3% | Correcto | 57,5% | Correcto | 51,3% |
| Incorrecto | 6,2% | Incorrecto | 17,5% | Incorrecto | 26,2% | Incorrecto | 30% | Incorrecto | 36,3% |
| NS/NR | 12,5% | NS/NR | 12,5% | NS/NR | 12,5% | NS/NR | 12,5% | NS/NR | 12,5% |
| | | | | | | | | | |
| <p>■ Correcto ■ Incorrecto ■ NS/NR</p> | | | | | | | | | |

En la actividad 2, 10 de los 80 alumnos no la resolvieron (12,5%). Aunque en todos los estándares superan el umbral del 50%, se observa que aún persiste la dificultad en la Ley de Signos. Aproximadamente 41 estudiantes resolvieron totalmente el crucigrama, gracias

a que dominan la competencia numérica de los números enteros y saben cuándo se debe sumar o cuando se debe restar. El resto de los estudiantes no cumplieron con todo el crucigrama pero en su trabajo parcial se observó que lo hicieron de manera correcta pero el tiempo establecido para tal trabajo se les agotó.

Actividad 3: Razas de perros

| ACTIVIDAD 3 – Razas de Perros | | | | | | | | | |
|--|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| Estándar 1 | | Estándar 2 | | Estándar 3 | | Estándar 4 | | Estándar 5 | |
| Correcto | 51,3% | Correcto | 47,5% | Correcto | 48,8% | Correcto | 20% | Correcto | 7,5% |
| Incorrecto | 0% | Incorrecto | 3,8% | Incorrecto | 2,5% | Incorrecto | 31,3% | Incorrecto | 43,8% |
| NS/NR | 48,7% | NS/NR | 48,7% | NS/NR | 48,7% | NS/NR | 48,7% | NS/NR | 48,7% |
| | | | | | | | | | |
| <p>■ Correcto ■ Incorrecto ■ NS/NR</p> | | | | | | | | | |

En la actividad 3, 39 de los 80

alumnos no la resolvieron (48,7%). Unos



porque no sabían, pero la mayoría de este grupo expresó que fue por falta de tiempo. Dicha actividad fue resuelta de manera correcta y completa por solo 6 alumnos. Al igual que en la actividad 2, los 35 estudiantes restantes, iban resolviéndola correctamente pero el tiempo se les agotó. No obstante, acá

ya se nota que a los estudiantes se les dificulta la interacción de las cuatro operaciones al mismo tiempo. Cada paquete (las tres actividades) fue calificado de acuerdo al Sistema Institucional de Evaluación (SIE) a cada alumno.

Cuadro 1: Distribución de frecuencias de las calificaciones

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|--------------|------------|------------|----------------------|
| Válidos 1,31 | 2 | 2,5 | 2,5 |
| 1,62 | 2 | 2,5 | 5,0 |
| 1,92 | 9 | 11,3 | 16,3 |
| 2,23 | 5 | 6,3 | 22,5 |
| 2,54 | 10 | 12,5 | 35,0 |
| 2,85 | 5 | 6,3 | 41,3 |
| 3,15 | 3 | 3,8 | 45,0 |
| 3,46 | 11 | 13,8 | 58,8 |
| 3,77 | 2 | 2,5 | 61,3 |
| 4,08 | 8 | 10,0 | 71,3 |
| 4,38 | 12 | 15,0 | 86,3 |
| 4,69 | 8 | 10,0 | 96,3 |
| 5,00 | 3 | 3,8 | 100,0 |
| Total | 80 | 100,0 | |

Se puede apreciar que el 41,25% no alcanzó los objetivos trazados en tales actividades según el SIE de esta institución. Por otra parte, el 58,75% de la muestra, si

alcanzó los niveles de aprendizaje esperados, que van desde Básico hasta Superior. A continuación se detalla el porcentaje de cada nivel:

Tabla 3. Resultados de las actividades, clasificadas por nivel

| Nivel | Frecuencia | Porcentaje |
|----------------------|------------|-------------|
| Bajo (1,0 – 2,9) | 33 | 41,25% |
| Básico (3,0 – 3,9) | 16 | 20% |
| Alto (4,0 – 4,4) | 20 | 25% |
| Superior (4,5 – 5,0) | 11 | 13,75% |
| TOTAL | 80 | 100% |

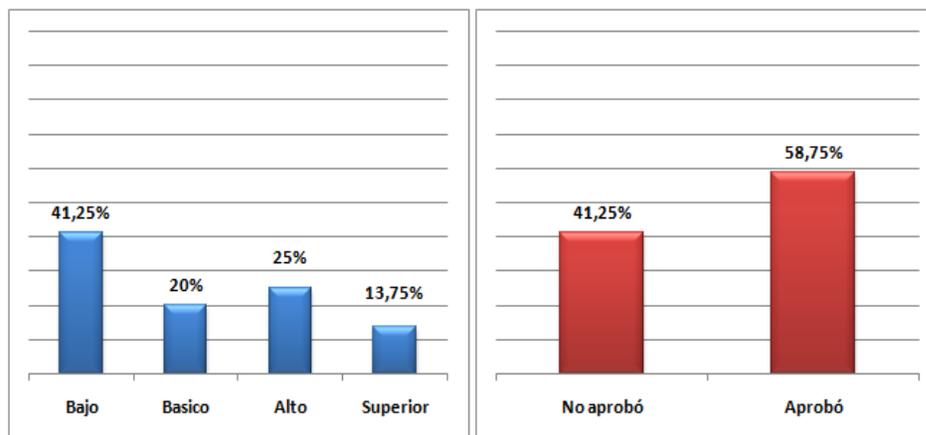


Gráfico 1. Análisis de los resultados de las actividades didácticas

Se puede visualizar mejor mediante un gráfico de barras (Gráfico 1). A primera vista se observa que el porcentaje más alto corresponde al nivel Bajo (No Aprobó). No

obstante, este porcentaje se supera con la sumatoria de los niveles Básico, Alto y Superior, los cuales pertenecen al conjunto que Aprobó.

Tabla 4. Valores estadísticos de las calificaciones

| | |
|------------|---------|
| Media | 3,3339 |
| Mediana | 3,4600 |
| Moda | 4,38 |
| Desv. típ. | 1,04885 |
| Varianza | 1,100 |
| Mínimo | 1,31 |
| Máximo | 5,00 |



De la Tabla 4, se puede observar que la Media y Mediana están por encima del mínimo establecido para aprobar que es 3,0. Otro buen valor para la investigación, es que la calificación más frecuente (Moda) corresponde a un nivel Alto. Por último, y de gran importancia, es que se presenció la calificación perfecta en tres estudiantes y además, ocho con nivel Alto.

DISCUSIONES

Los estudiantes descubrieron la relación entre los conocimientos y la solución de problemas. Al culminar las tres actividades su grado de satisfacción fue interesante pudieron resolver todo gracias al dominio de números enteros. La matemática tiene por finalidad involucrar valores y desarrollar actitudes en el alumno y se requiere el uso de estrategias teórico prácticas que permitan desarrollar las capacidades para comprender, asociar, analizar e interpretar los conocimientos adquiridos para enfrentar su entorno. Ramírezparis (2009).

A medida que el grado de dificultad en las actividades aumentó, también incrementó el número de estudiantes que no la resolvieron. En la actividad 1 fue el (5%), en la segunda actividad (12,5%) y por último, en la tercera actividad (48,7%). No obstante, este grupo expresó que fue por falta de tiempo y sugirieron hacer tales actividades por separado y no en conjunto en un solo momento pedagógico. Las respuestas cerebrales ante operaciones con números negativos tardan más que con números positivos. La actividad cerebral aumenta cuando se manipulan mentalmente los números negativos. Gullick (2012)

La evaluación debe ser continua para poder aclarar dudas luego de las respectivas correcciones. Con base en la auto-

evaluación, se pueden establecer estrategias para mejorar y crear un ambiente participativo. El 58,75% de los estudiantes logró desarrollar las competencias numéricas en el aprendizaje de los números enteros. Este grupo alcanzó los estándares correspondientes al tema, que obedecen a los lineamientos del MEN.

El porcentaje restante demuestra que el número negativo es de difícil aceptación por parte de los estudiantes, al parecer por la falta de comprensión de éste en la realidad cotidiana y en un contexto que tenga utilidad, pues muchos maestros se quedan proporcionando la definición a partir de la recta numérica, como si la única fuente de ampliar el concepto estuviera ligado a este tipo de representación. Giraldo Osorio (2014).

Al calificar la actividades, se observó que el porcentaje más alto corresponde al nivel Bajo (No Aprobó). No obstante, este porcentaje se supera con la sumatoria de los niveles Básico, Alto y Superior, los cuales pertenecen al conjunto que Aprobó. Las dificultades con los números enteros se pueden superar mediante la práctica o entrenamiento matemático. Cada vez que el entrenamiento avanza, los estudiantes resuelven con menos dificultad y mayor autonomía los problemas que se le presentan. Acosta Barros (2011).

Haciendo análisis en los resultados de las actividades, La Media y Mediana de las calificaciones están por encima del mínimo para aprobar que es 3,0. La calificación más frecuente (Moda) corresponde a un nivel Alto y se presenció la calificación perfecta en tres estudiantes, además ocho con nivel Alto. Cuando el estudiante adquiere una matemática contextualizada de manera natural, se motiva. Es importante que el estudiante no



desvincule a las matemáticas de sus áreas de interés ya que influye de forma determinante en su desempeño escolar y puede en estas encontrar su futuro laboral, cursando carreras profesionales como ingenierías u otras de matemática aplicada pura. Camarena (1988)

CONCLUSIONES

En cuanto al desarrollo de la competencia numérica, se encontró en los resultados que los estudiantes descubrieron la relación entre los conocimientos y la solución de problemas en las actividades planteadas por la investigación. En la actividad 1, el grado de satisfacción fue interesante cuando vieron el rompecabezas terminado, todo gracias al dominio en la relación de orden con números enteros.

Lo mismo ocurrió con la segunda y tercera actividad cuando cumplían el objetivo de las mismas. Como docentes, el principal objetivo es que los alumnos aprendan a razonar apoyándose en el apremio de que "Lo que se razona se aprende, pero lo que en matemáticas se memoriza acaba olvidándose, tarde o temprano", (Muñoz Serrano, 2010).

Los alumnos participantes concluyeron las actividades didácticas y se mostraron satisfechos por el aprendizaje adquirido y el despeje de algunas dudas. Cuando el estudiante adquiere una matemática contextualizada de manera natural, se motiva. Es importante que el estudiante no desvincule a las matemáticas de sus áreas de interés ya que influye de forma determinante en su desempeño escolar, (Camarena, 1988).

Las tres actividades didácticas fueron de gran aceptación y despertaron el interés en la muestra estudiada. Para utilizar la

lúdica en la educación matemática, se debe ofrecer una estrategia que ayude a superar las dificultades encontradas. La matemática tiene por finalidad involucrar valores y desarrollar actitudes en el alumno y se requiere el uso de estrategias que permitan desarrollar las capacidades para comprender, asociar, analizar e interpretar los conocimientos adquiridos para enfrentar su entorno. (Ramirezparis, 2009).

Las actividades didácticas diseñadas para el estudio, tienen por objeto la enseñanza apoyada en una metodología y recursos adecuados para lograrla, (Cantoral 2003). Luego de concluidas dichas actividades, se puede apreciar el desarrollo de las competencias referidas al abordaje de eventos contextualizados, (Camarena, 2001).

El 58,75% de los estudiantes logró desarrollar las competencias numéricas en el aprendizaje de los números enteros. Este grupo alcanzó los estándares correspondientes al tema, que obedecen a los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional. En este experimento, las nociones matemáticas se hacen aparecer como herramientas para resolver problemas a través de las cuales los alumnos construyen el sentido de esos saberes y, sólo después, estas herramientas podrán ser estudiadas por sí mismas.

Las actividades didácticas con los números enteros se presentaron de manera atractiva para los estudiantes: Rompecabezas, Crucigrama y Misión. En la obra "Didáctica de las Matemáticas para Maestros" (Godino, Juan), hace referencia a la transposición didáctica cuando queremos enseñar un cierto contenido matemático, hay que adaptarlo a la edad y conocimientos de los alumnos, con lo cual hay que simplificarlo, buscar ejemplos asequibles a



los alumnos, restringir algunas propiedades, usar un lenguaje y símbolos más sencillos que los habitualmente usados por el matemático profesional.

REFERENCIAS

Acosta Barros, C., Bravo Castro, R., Campo Torné, A., Fontalvo Yaruro, M. (2011). Desarrollo de la metacognición al resolver problemas de adición de números enteros. *Zona Próxima*, (14). Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85320028006>

Bruno A. (2013). La enseñanza de los números negativos: aportaciones de una investigación. *Números. Revista de didáctica de las matemáticas*, (29), 5-18. Recuperado de: <http://www.sinewton.org/numeros/numeros/29/Articulo01.pdf>

Cantoral, R., Farfán, R. M. (2003). Matemática Educativa: Una visión de su evolución *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 6(1), 27-40. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33560102>

Camarena P. (2001). La matemática en el contexto de las ciencias, la resolución de problemas. Reporte del proyecto de investigación. México: ESIME-IPN.

Camarena, P. (1988). Propuesta curricular para la academia de matemáticas del Departamento de ICE. México: ESIME-IPN. Colombia. Ministerio de Educación Nacional. (2003). *Estándares Básicos De Competencias En Matemáticas*. Recuperado de: http://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-116042_archivo_pdf2.pdf

Giraldo, Osorio, L. F. (2014). *Los números enteros negativos en la matemática moderna y la matemática actual*. (Trabajo de Grado) Universidad del Valle. Santiago de Cali. Recuperado de: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/7705/1/3469-0473485.pdf>

Godino, J. (s.f.). Didáctica de las matemáticas para maestros. Universidad de Granada. Recuperado de: http://www.ugr.es/~jgodino/edumat-maestros/manual/9_didactica_maestros.pdf

Gullick M., Wolford G., Temple E. (2012). Understanding less than nothing: Neural distance effects for negative numbers. *Neuro Image*, (62).

Muñoz Serrano E. (s.f.). Propuestas de mejora de la competencia en matemáticas. *Revista de la asociación de inspectores de la educación de España*. Recuperado de: http://www.adide.org/revista/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=68&Itemid=49

Ramírez París Colmenares, X. (2009). La lúdica en el aprendizaje de las matemáticas. *Zona Próxima*, (10), 138-145. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85312281009>

Villanueva Aguilar, G. (2000). *Las Matemáticas por Competencias*. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: http://dcb.fi-c.unam.mx/Eventos/Foro3/Memorias/Ponencia_67.pdf