



Universidad Virtual

Escuela de Graduados en Educación

Estrategias pedagógicas actuales en el proceso de enseñanza y aprendizaje del tema de la esperanza estadística en el grado de undécimo del Colegio Isidro Caballero Delgado.

Tesis que para obtener el grado de:

Maestría en Tecnología Educativa y Medios Innovadores para la Educación

Presenta:

William Sierra Torres

Asesor Tutor:

Maestro Jaime Polanía Perdomo

Asesor Titular:

Doctora Gabriela García Ortiz

Monterrey, México

20 de Marzo de 2012

Dedicatorias

- Quiero dedicar este proyecto a Dios y la Santísima Virgen María, quienes me iluminaron durante todo el proceso.
- A mi mamá Rosalba Torres, mi Hermano Carlos Alberto y mi Esposa Lorena Ramírez quienes con su apoyo incondicional hicieron posible que cursar mis estudios de Maestría, además son parte importante en mi vida.

Agradecimientos

- A los estudiantes de undécimo grado del Colegio Isidro Caballero Delgado (Promoción 2011), al profesor Jesús Alberto Sierra por permitirme ingresar a su aula y compartir sus experiencias, pensamientos, risas, alegrías y tristezas.
- A la Doctora Gabriela García Ortiz y al Maestro Jaime Polanía Perdomo por su apoyo durante ésta investigación; a todos los Tutores y Titulares de cada una de las asignaturas cursadas en estos años en el Tecnológico de Monterrey y la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

Estrategias pedagógicas actuales basadas en TIC en el proceso de enseñanza de la estadística que propician su aprendizaje significativo en el grado undécimo del Colegio Isidro Caballero Delgado de Floridablanca, Departamento de Santander, Colombia

Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo responder a la pregunta de investigación: ¿Cuáles son las estrategias pedagógicas basadas en Tecnologías de la Información y la Comunicación –TIC- que se usan en la actualidad en la enseñanza de la estadística y que propician su aprendizaje significativo en el grado undécimo del Colegio Isidro Caballero Delgado de Floridablanca, del Departamento de Santander, Colombia?

La iniciativa presentada en este documento hace parte de la temática abordada por la línea de investigación del Instituto Tecnológico de Monterrey denominada: “*Uso de las tecnologías en la educación*”. Para dar respuesta al interrogante principal del proyecto, se planteó que éste fuera un estudio descriptivo bajo un enfoque cualitativo mediante un estudio de caso. Lo anterior no excluyó el uso de estrategias, técnicas e instrumentos propios del enfoque cuantitativo para complementar el proceso de investigación. El estudio de caso es un método cualitativo de investigación que permite indagar en profundidad un fenómeno específico (PEREZ 1994), como en el presente caso, que se trató de las estrategias pedagógicas basadas en las TIC para enseñar estadística en un contexto específico. Con los estudios de caso se pretende comprender el significado y relevancia de un hecho, presentando aquello que se halló en la investigación sin llegar a explicarlo.

La investigación cualitativa debe presentar los criterios de validez interna. Para ello, se optó por hacer un contraste entre las versiones de las personas que participaron en la investigación, las cuales son: el investigador, estudiantes y docentes. Lo anterior no excluyó que se apelara al contraste con la teoría disponible sobre el tema.

Para recabar información, el autor aplicó como estrategias de recolección de información las siguientes: la consulta bibliográfica, la observación directa, la entrevista semiestructurada y el cuestionario. Los respectivos instrumentos de recolección de información fueron: para la consulta bibliográfica, se empleó la ficha bibliográfica; para la observación directa, la libreta de campo y la lista de chequeo. En la libreta de campo, el investigador anotó lo que observó en las clases e incluyó su propio punto de vista sobre aquello que observó. La lista de chequeo se empleó para orientar la posterior clasificación de las estrategias pedagógicas entre los distintos paradigmas de la enseñanza. Por su parte, la entrevista semiestructurada se le aplicó a la población que fue objeto de estudio y empleó el cuestionario con las preguntas que sirvieron de base para la indagación. Esta estrategia permitió al entrevistador hacer contra preguntas en los casos en que fue necesario. Por último, se aplicaron sendas pruebas, una inicial de diagnóstico y otra al final planificado del proceso de enseñanza. En todo este proceso, la indagación de aspectos como la metodología empleada por los maestros, los presaberes de los estudiantes, las prácticas pedagógicas y el uso de las Tics, fueron indispensables para el análisis de los resultados.

Se evidenció que con el uso del computador y la tecnología informática los estudiantes se motivaron y aprendieron de una forma diferente: también que participaron activamente,

que mostraron mayor interés, que desplegaron una actitud de colaboración entre ellos y que mejoraron sus procesos de aprendizaje.

Fue indispensable que el docente que está a cargo de la asignatura de estadística, tuviera conocimientos en informática, que estuviera capacitado en el manejo de las TIC y que se apoyara en ellas como medio didáctico y se propicie que los estudiantes estén motivados.

Cabe indicar, que no sólo con usar las Tics se generaron los resultados esperados, sino que se hizo necesario que el docente generara estrategias, que se formulara un proyecto y que estuviera pendiente de los ritmos de aprendizaje de los estudiantes.

Con los resultados obtenidos se dio respuesta a la pregunta de investigación, ya que con el uso del computador en las clases de estadística se configuró una mejora en los resultados obtenidos por los estudiantes en las pruebas aplicadas.

Índice

Introducción	1
Planteamiento del problema	2
Contexto	2
Definición del problema	3
Justificación	5
Objetivos de la investigación	7
Viabilidad	8
Limitaciones	9
Revisión de la literatura	11
Estadística	11
La Esperanza matemática	12
Teoría de la decisión	16
Criterios de incertidumbre	16
Criterios no estadísticos	17
Criterio estadístico	19
Estructura de las decisiones	20
Otros conceptos de interés	21
Investigación en el área	22
Experiencias previas	24
La construcción del conocimiento científico	25
Concepciones Socráticas y Empiristas	26
Racionalismo	28
Epistemología moderna	30
El renacimiento epistemológico S. Toulmin	34
El paradigma de la complejidad de Morin	36
El aprendizaje de conceptos	40
Concepción asociacionista del Aprendizaje	41
La psicología cognitiva	45
Teoría de la Equilibración	51
Zona de desarrollo de Vigotsky	52
El aprendizaje significativo, David Ausbel	54
El procesamiento de la información	60
Modelos Pedagógicos	66
Elementos del modelo pedagógico	66
Características del modelo propuesto	68
Software educativo	72
La informática y la educación	72

Metodología de la investigación	76
Método	76
Población y muestra	78
Instrumentos	79
Procedimientos	83
Análisis de la información	83
Resultados	86
Resultados obtenidos	86
Análisis de resultados	92
Problemas detectados	93
En la institución	93
En el docente	94
En el estudiante	95
En la metodología	98
Posibles causas	100
En la institución	100
En el estudiante	102
En la metodología	104
Los conceptos errados	105
Conclusiones y recomendaciones	107
Conclusiones	107
Recomendaciones	112
Intentos para modificar los planteamientos erróneos	115
Futuras investigaciones	117
Referencias	119
Apéndices	
Apéndice A	124
Apéndice B	126
Apéndice C	127
Apéndice D	129
Apéndice E	130
Apéndice F	131
Currículum Vitae	135

Introducción

Es innegable que los profesores tienen sus propias concepciones sobre sus disciplinas, sobre las ciencias, sobre la enseñanza y sobre el aprendizaje, que influyen directamente en su labor docente, por eso es clave la comprensión de la naturaleza de la Estadística en el tema de la Esperanza Matemática, con el desarrollo de actitudes.

Muchos profesores del área de matemáticas, poseen y transmiten una visión empirista-inductivista de su disciplina, y consecuentemente conciben la enseñanza como un proceso de transmisión de conocimientos, el aprendizaje como un proceso de asimilación de estos transmitidos por el profesor y los textos. Esto es el resultado de considerar al aprendizaje como la asimilación memorística, acumulativa, pasiva y acrítica de los nuevos conocimientos, a la estructura cognoscitiva que posee el estudiante, y la tarea del educador es la transmisión directa de un conjunto de conocimientos "verdaderos".

Concretamente, no basta con diseñar cuidadosa y fundamentalmente un currículo, por ello se quiere con este proyecto fortalecer la estructuración propia como docente comprometido con el proceso de formación de los estudiantes en el pensamiento científico y en la construcción del conocimiento sobre la enseñanza y el aprendizaje de la Estadística, diseñando una estrategia didáctica basada en el modelo constructivista de enseñanza y aprendizaje por investigación, que permita caracterizar las concepciones iniciales sobre un tema, en este caso la Esperanza Estadística, su enseñanza y aprendizaje, en un grupo de estudiantes de grado undécimo del colegio Isidro Caballero Delgado, utilizando el computador como elemento de laboratorio.

Planteamiento del Problema

A continuación se presenta el tema de investigación, con fin de ubicar al lector en el marco de la investigación; se expone una descripción del contexto, las condiciones que llevaron a realizar este estudio para así presentar el problema planteado, los objetivos de la investigación y su justificación.

Contexto

La sede A del Colegio Isidro Caballero Delgado es una de las seis sedes pertenecientes a la Ciudadela Educativa. El colegio fue creado en 1993 en el barrio Zapamanga III etapa, el cual está ubicado en el Municipio de Floridablanca, Departamento de Santander, al nororiente de Colombia. Esta institución ofrece a la comunidad los niveles de estudio desde el preescolar, hasta la básica secundaria y media técnica. En la misión del Colegio Isidro Caballero Delgado se pueden identificar distintos elementos que caracterizan al plantel:

“Somos la institución técnica industrial, pertenecemos al sector oficial y ofrecemos servicios de formación desde preescolar hasta grado once para los estratos uno, dos y tres. Contamos con talento humano cualificado y comprometido con nuestra política de calidad, en el futuro del país y con las exigencias y políticas del Ministerio de Educación Nacional. Para satisfacer a nuestra comunidad y lograr los resultados sostenibles, contribuyendo con esto al desarrollo de nuestra sociedad” (Pacto de Convivencia 2010, p, 11)

La planta docente del colegio, está integrada por 86 profesores y seis directivos docentes; posee tres jornadas, atiende una población de 2.260 estudiantes. En cuanto a infraestructura, cuenta con doce salones y dos salas de informática con equipos viejos y lentos, donde también se imparten talleres para las modalidades ofrecidas por la Institución.

La población de referencia está conformada por 36 jóvenes, todos adolescentes entre los 15 y 17 años de edad, de los cuales 15 son de sexo femenino y 21 son de sexo masculino. Los estudiantes son de escasos recursos económicos. La mayor parte de los padres se desempeña como operadores de producción en la industria representativa de la ciudad como es el calzado, el comercio ambulante, la construcción y otras actividades con baja remuneración. De esta población se sacó un subconjunto de 15 personas para hacer el estudio, del cual también participó el titular de la asignatura.

Finalmente, cabe anotar que, los principios que orientan el quehacer educativo de la sede y en general de toda la institución se enfocan principalmente hacia el “fortalecer los valores humanos, éticos y morales de convivencia pacífica y democrática” (Manuel de Convivencia, 2010, p, 11).

Definición del problema

En la enseñanza de la estadística en el Colegio Isidro Caballero se detecta que la gran mayoría de los estudiantes tienden a aprender memorísticamente y de manera poco significativa los conceptos principales, sin que se evidencie que puedan aplicarlos en diferentes situaciones, tanto, académicas como de su cotidianidad. Por otro lado, el Instituto Colombiano de Fomento a la Educación Superior –ICFES- realiza cada año unas

pruebas censales que son requisito para entrar a la universidad y se usan para medir parcialmente el desempeño de las instituciones. En los últimos años, el desempeño del colegio no ha sido óptimo, lo cual ha generado serios cuestionamientos de parte de los gestores públicos y los padres de familia sobre los profesores del, área de matemáticas. La situación se torna crítica, si se tiene en cuenta que la estadística ocupa alrededor del 30% de las preguntas de matemáticas. Además, se ha constatado que lo poco que aprenden los estudiantes lo olvidan rápidamente, comprometiendo el prestigio académico del colegio y dificultando el buen desempeño de aquéllos que consiguen acceder a la educación superior.

La anterior problemática, ha motivado formular la siguiente pregunta principal de esta investigación: ¿Cuáles son las estrategias pedagógicas basadas en Tecnologías de la Información y la Comunicación –TIC- que se usan en la actualidad en la enseñanza de la estadística y que propician su aprendizaje significativo en el grado undécimo del Colegio Isidro Caballero Delgado de Floridablanca, del Departamento de Santander, Colombia?

Además, las siguientes preguntas secundarias o auxiliares, las cuales sirvieron como directrices a lo largo de la investigación:

- ¿Cuáles son las concepciones que tienen los profesores y estudiantes sobre la sobre el uso de las TIC en el aula durante las clases de estadística en el grado undécimo de la institución objeto de estudio?
- ¿Cuáles son las actividades de enseñanza mediadas por TIC que utilizan los profesores de estadística de la institución Isidro Caballero de Floridablanca, Colombia?
- ¿Cuáles son las principales dificultades o ventajas que encuentran los docentes en

la integración de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación como elementos facilitadores de un aprendizaje de la Estadística efectivo para los educandos en la institución objeto de estudio?

- ¿Cuáles son los sentimientos que surgen en los estudiantes cuando un docente realizan en las clases de estadística actividades con las TIC que considera motivadoras o no?
- ¿Cómo quisieran los estudiantes que se usaran las TIC en las clases de estadística de la institución objeto de estudio?

Justificación

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación han tomado un auge creciente en el ámbito de la educación por sus enormes posibilidades para mejorar la labor del maestro; a la par de lo anterior, crece el interés y la motivación de los discentes, sentando las bases para un mejor aprendizaje. Lo anterior cobra especial relevancia cuando se trata del aprendizaje y despliegue de competencias relacionadas con asignaturas cuantitativas, como es el caso de la Estadística.

La importancia de la estadística en la vida moderna es innegable, pues está presente en casi todos los aspectos cotidianos. Esta ubicuidad se refleja en la prensa popular, donde los lectores habituales encuentran casi a diario artículos e informaciones sobre estudios médicos, económicos o psicológicos, que se pueden comprender y valorar sólo con algunos conocimientos estadísticos. Además de este uso generalizado, la estadística tiene un ingrediente adicional en la enseñanza, y es que facilita la capacidad de razonamiento abstracto y de comprensión de problemas estocásticos, como los relacionados con la demografía, las ventas y hasta el mismo comportamiento humano.

El principal enfoque de aprendizaje que guió la presente investigación, fue el planteado por Ausubel. De acuerdo con lo planteado por la teoría de Aprendizaje Significativo de Ausubel (1993), "las personas piensan con conceptos" y elaboran representaciones sobre ellos que deben ser conocidas por el docente para propiciar la elaboración de su significado. El confrontar los conocimientos que tienen los alumnos con las concepciones presentadas por el profesor, permitirá diseñar estrategias que propicien el aprendizaje significativo del concepto de esperanza matemática, haciendo que el conocimiento sobre la construcción de este concepto se enriquezca.

Se escogió el aprendizaje significativo del concepto de esperanza matemática, dejando bases para extender las estrategias al aprendizaje de otros temas, por ser uno de los conceptos básicos, ya que se requiere para casi todos los capítulos de la materia; es bastante intuitivo, útil y, aunque aparentemente fácil, con frecuencia se detectan fallas sobre ese concepto en estudiantes que están terminando el bachillerato.

Entre los beneficios de la presente investigación, se puede enunciar que las TIC como apoyo audio visual en las explicaciones y como herramienta de procesamiento de datos en los ejercicios prácticos, tienden a liberar a los estudiantes del tedio, posibilita la relación de los contenidos con la realidad de los estudiantes y les permite concentrarse en lo relevante. Lo anterior da pie para asegurar que los discentes superarán el aprendizaje memorístico para ellos, facilitando con ello la aplicación de lo aprendido en contextos y situaciones reales que toquen directamente su vida cotidiana. Además, con un mejor aprendizaje en Estadística, se incrementarán las probabilidades de aprobar el examen de admisión para la educación superior, lo que les brindaría mejores posibilidades de acceso a un cupo en la Universidad pública, que en Bucaramanga es la mejor en cuanto a calidad

y que cobra precios que puede pagar la mayoría de las familias a las que pertenecen los estudiantes del colegio Isidro Caballero donde se desarrolló esta investigación. Un aprendizaje significativo de la estadística de parte de quienes egresan de la institución les posibilitaría el destacarse en su ámbito laboral o les haría menos arduo el tránsito por una institución de educación superior, al menos en lo atinente a dicho campo del conocimiento. Como colorario, un buen desempeño de los alumnos en las pruebas censales que aplica el ICFES, mejoraría el buen nombre de la institución ante la comunidad y permitiría bajar un poco la presión que en la actualidad ejercen los gestores públicos y de los padres de familia sobre los maestros y los directivos docentes.

Objetivos

Objetivo General

Describir las estrategias pedagógicas basadas en Tecnologías de la Información y la Comunicación –TIC- que se usan en la actualidad en la enseñanza de la estadística y que propician su aprendizaje significativo en el grado undécimo del Colegio Isidro Caballero Delgado de Floridablanca, del Departamento de Santander, Colombia.

Objetivos Específicos

Identificar las concepciones que tienen los profesores y estudiantes sobre la sobre el uso de las TIC en el aula durante las clases de estadística en el grado undécimo de la institución objeto de estudio.

Identificar las actividades de enseñanza mediadas por TIC que utilizan los profesores de estadística de la institución Isidro Caballero de Floridablanca, Colombia.

Describir las principales dificultades o ventajas que encuentran los docentes en la integración de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación como elementos facilitadores de un aprendizaje de la Estadística efectivo para los educandos en la institución objeto de estudio.

Detectar los sentimientos que surgen en los estudiantes cuando un docente realiza en las clases de estadística actividades con las TIC que considera motivadoras o no.

Determinar cómo quisieran los estudiantes que se usaran las TIC en las clases de estadística de la institución objeto de estudio.

Viabilidad

Con respecto a la viabilidad o factibilidad que se consideró antes de la realización de la investigación aquí planteada, se tuvieron en cuenta los tres elementos planteados en Hernández, Fernández y Baptista (2006), citando a Rojas (2002) en donde se aclara que “debemos tomar en cuenta la disponibilidad de recursos financieros, humanos y materiales que determinan en última instancia, los alcances de la investigación” (p,52)

En cuanto a los recursos financieros, éstos estuvieron directamente relacionados con erogaciones debidas a la impresión y fotocopiado de los diferentes formatos y documentos que se necesitaron durante la actividad investigativa y demás gastos que se originaron por la realización de este trabajo académico. Todas estas salidas de dinero fueron sufragados en su totalidad por el titular del estudio.

En lo atinente al talento humano necesario para este trabajo, no constituyó un factor crítico o de temor para declarar su inviabilidad. La participación del docente encargado del estudio en el colegio en donde se realizó la investigación fue un

componente esencial para lograr el éxito en la misma. Otros elementos clave fueron las sugerencias y consejos entregados por el tutor designado por la universidad.

Paralelamente, a los dos elementos anteriormente nombrados, durante el desarrollo de la investigación se interactuó con los docentes del colegio, lo que facilitó el cumplimiento del objetivo específico relacionado con la descripción de las principales dificultades o ventajas que encontraron los profesores de Estadística en la integración de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación como elementos facilitadores de un aprendizaje efectivo para sus educandos.

En lo referente a los recursos materiales, éstos tampoco se constituyeron en un inconveniente, ya que para la implementación del curso/taller que se les impartió a los docentes que aceptaron la invitación, se contó con la sala de sistemas del colegio. Esta aula, tiene veinticinco (25) computadores personales con acceso a internet.

Limitaciones

En cuanto a la fase de recolección de la información, hubo cierta resistencia de los docentes al expresar sus creencias y suposiciones respecto a la utilización de las TIC en su quehacer educativo. Así como hubo poca disposición de tiempos y espacios para realizar las entrevistas.

Esta actividad estuvo orientada a aquellos docentes que demostraron interés por conocer algunas posibilidades que ofrece la implementación de las TIC.

Es pertinente anotar que este estudio no pretendió ser la panacea o el elemento mágico, que sirviera para que en los docentes se efectuara un cambio radical en su manera de enseñar o facilitar el aprendizaje a sus estudiantes. Durante el desarrollo del

proyecto se evidenció algo de escepticismo acerca de la efectividad de la propuesta por parte del docente de la asignatura, su participación fue indispensable, pues con él se aumentó la validez de la investigación; al comparar los resultados de las pruebas ex ante y ex post, fue el mismo docente quién al final reflexionó que la experiencia de haber implementado herramientas tecnológicas para la enseñanza de la Estadística se podría replicar con buenos resultados en otras asignaturas y en otras instituciones con contextos similares.

Revisión de Literatura

Dada la complejidad del problema, se consideró que primero se debía revisar los conceptos estadísticos relacionados con matemáticas. Si la Estadística tiene su mayor utilización en la toma de decisiones, no se puede enfocar este tema sin una adecuada filosofía de la ciencia. Fue necesario revisar las teorías del aprendizaje en que las que el autor se apoyó, y otras no menos importantes para contrastarlas, ya que la teoría es el más directo referente; además, las teorías que se consultaron tienen una clara base psicológica, y estudiarlas sin esta referencia puede llevar a un reduccionismo incómodo, y no se pueden abocar sin una base epistemológica y psicológica.

Estadística

Hay varios conceptos relacionados con la Esperanza Matemática; aquí se revisaran los básicos Moreno (2006). La Estadística enseña a vivir con la incertidumbre que necesariamente tienen ciertos procesos que no conocemos a cabalidad cuando necesitamos conocerlos. La Esperanza de una variable aleatoria es su valor más representativo e insesgado (justo); a veces es uno de sus valores (pocas veces lo es) pero No es el valor de la variable, y que el estudiante reconozca esto es uno de los objetivos de la materia. Entre los diversos temas de esta asignatura, a continuación se presenta uno que se trabajó con especial énfasis con los discentes:

La esperanza matemática

La Esperanza es un operador lineal, el parámetro poblacional que mide la tendencia central, que coincide con la media poblacional, aunque se le suele definir de modo diferente:

$$\text{media } \bar{x} = \frac{\sum_{k=1}^n x_k}{n}$$

Esto indica que la media muestral, o simplemente promedio, se calcula dividiendo la suma de los valores observados por el número de casos.

La esperanza se puede calcular, para una variable discreta (que toma algunos valores del espectro), a partir de los valores de la variable, X_k , y de probabilidad asociada a cada uno, $P(X_k)$, como $\mu_x = E[x] = \sum_k X_k P(X_k)$

Esto es, la suma en todo el espectro, del producto del valor de la variable por su probabilidad. Por ejemplo, el lanzamiento de un dado, los posibles valores son 1, 2, 3, 4, 5 y 6, todos con la misma probabilidad $1/6$, por lo que la esperanza es 3,5, que se puede interpretar como que el promedio de muchos lanzamientos de un dado, tiende a acercarse a 3,5 a medida que se incluyen, más lanzamientos.

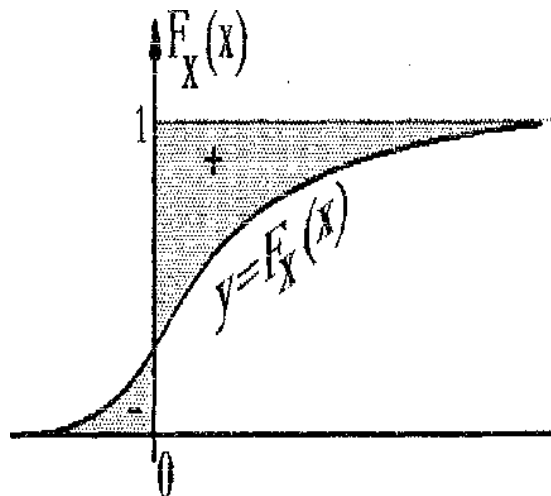
Para una variable continua (que puede tomar cualquier valor en un rango), a partir de la función de densidad de probabilidad de la variable en mención, $f_x(x)$, la esperanza es:

$$\mu_x = \int_{-\infty}^{\infty} X f_x(x) dx$$

es decir, la integral en todo el rango del valor de la variable por su densidad de probabilidad.

El signo \bar{X} se utiliza para media de muestras, que también se llama "promedio",
 y μ para poblaciones, que se simboliza con la misma μ que para la esperanza.

Al ser operador lineal:



Si

$$E[|X|] < \infty \quad \Rightarrow \quad E[X] = \int_0^{\infty} [1 - F_X(x)] dx - \int_{-\infty}^0 F_X(x) dx$$

Que se interpreta como que si la esperanza de una variable X es finita, su valor equivale al área sobre su función acumulada de probabilidad para X positiva, menos el área bajo su función acumulada de probabilidad para X negativa.

$$E[\sum_i a_i X_i] = \sum_i a_i E[X_i] \quad \text{Sean o no independientes}$$

La esperanza de una suma ponderada de variables, es la suma ponderada de sus esperanzas.

Una característica importante es que no necesariamente el valor esperado de una variable aleatoria discreta es un valor que pertenece al espectro, pero sí está dentro del rango. Por ejemplo, si en el lanzamiento de una moneda asignamos cara=0, sello=1, casi nunca el promedio va a ser 0 ó 1, los dos únicos valores del espectro, pero siempre va ser alguno de estos dos valores, sin importar cuantas veces lanzo la moneda.

Esperanza de una función. Siendo X una variable aleatoria, g(x) una función cualquiera de X, f(x) su función de probabilidad para X discreta o su función de densidad de probabilidad para X continua, Se tiene:

Para X continua, $a \leq X \leq b$

$$E[g(X)] = \int_a^b g(x)f(x)dx$$

Y para X discreta,

$$E[g(X)] = \sum_{x \in \text{soporte}} g(x)f(x)$$

La esperanza de una constante es, entonces, la misma constante,

$$E[a] = a$$

La esperanza de una constante por una variable aleatoria, mas otra constante es la constante por la esperanza de la variable, mas la otra constante,

$$E[b \cdot X + a] = b \cdot E[X] + a$$

La esperanza de una suma de variables aleatorias es la suma de las esperanzas,

$$E[X+Y] = E[X] + E[Y]$$

La esperanza de un producto de variables aleatorias independientes es el producto de las esperanzas,

$$E[X*Y] = E[X] *E[Y]$$

Reemplazar una variable estocástica (aleatoria, que puede tomar un valor de muchos posibles, y cuya predicción no es obvia ni exacta) por su esperanza, es una simplificación que puede resultar peligrosa, pues muestra algo diferente a la realidad. Ejemplo de eso es la ridiculización que usan algunos periodistas para restarle méritos a un estudio estadístico: "en una microempresa el trabajador almuerza con un pan y un refresco, mientras que el patrón se come un pollo; en promedio en esa empresa se almuerza con medio pollo c/u, luego en conclusión, estamos bien".

Pero también la Esperanza tiene muchos usos, por ejemplo en teoría de la decisión, teoría de juegos, inclusive se usa como función, en caso de la correlación, en fin, sus usos son múltiples. Cómo se estima y cómo se saca provecho de conocer su valor, sin sobrestimar su importancia, especialmente, cuando no es suficiente conocerla, son de vital importancia para el estudiante como preparación para su vida, donde se espera que sea asesor de ventas, donde lo incierto es cotidiano. Su estimación adecuada es preocupación de la Estadística Inferencial, que le dedica la mitad del contenido a la

Esperanza y sus sinónimos y derivados (media aritmética ó simplemente media, media muestral, intervalo de confianza de la media, curva de esperanzas condicionadas, ..).

Teoría de la decisión

La calidad de una decisión depende del criterio empleado, y uno de los más sólidos es la esperanza matemática, por lo que es importante revisar el tema, contrastando algunos de estos criterios utilizados en el pasado con los actuales, para comprender mejor la importancia de la esperanza matemática.

Criterios en la Incertidumbre

Para comprender más fácilmente el problema, ejemplo:

Se quiere construir un Hotel de turismo. Hay las alternativas de construirlo con 10, 20, 30,40, o 50 cuartos.

Las inversiones en lote y otros, suma M\$250, que conserva su valorización, por lo que no se considera un gasto.

Dentro de los gastos fijos está la reparación, el mantenimiento, la celaduría, los empleados, y la amortización de acondicionamiento del terreno, a diez años, suma M\$255 por año.

Los gastos variables dependientes de los cuartos construidos, que incluye la amortización a diez años de la construcción, el mantenimiento, los seguros, principalmente, representa anualmente M\$4,75 por cada cuarto construido.

Los costos variables por cuarto ocupado, que incluye lavado y limpieza, servicios y otros, representa nada para ningún cuarto ocupado, y M\$3,6 anuales cada cuarto ocupado.

Los ingresos varían únicamente de la ocupación, con \$24,9 anuales por ocupación, como valor posible.

	0	10	20	30	40	50
20	-310,0	-127,0	56,0	56,0	56,0	56,0
30	-357,5	-174,5	8,5	191,5	191,5	191,5
40	-405,0	-222,0	-39,0	144,0	327,0	327,0
50	-452,5	-269,5	-86,5	96,5	279,5	462,5

Tabla 1 Utilidad neta anual de acuerdo al número de cuartos

El hecho de que construir 50 cuartos no implica la mejor decisión porque con una demanda de 50 cuartos se obtiene la máxima utilidad, pues también se obtiene la máxima pérdida si la demanda es nula. Esto indica que la decisión no es obvia sin un criterio adecuado.

Ante la ausencia de historia, los criterios más conocidos son:

Criterios No Estadísticos

- Criterio de LAPLACE: "No conozco nada, por lo tanto todos los eventos son igualmente posibles"

Según eso se asigna una probabilidad de 1/6 a que se ocupen 0, 10, 20, 30, 40, y 50 cuartos en promedio, y la esperanza de la utilidad sería: para 20 cuartos construidos \$-35,5 (pérdida), con 30 cuartos construidos \$8,5, construyendo 40 cuartos tendríamos una utilidad de \$22,0 anual, y con 50 cuartos la utilidad neta anual sería de \$5,0, por lo cual la decisión sería construir 40 cuartos.

Criterio de WALD: "Si ignoro los estados de la naturaleza, debo ser prudente"

(criterio pesimista)

Se escogería construir 20 cuartos, que produce la mínima pérdida (-310,0 en caso de cero ocupaciones)

Este da el mismo resultado que el criterio de Von NEWMAN en "Juegos de suma nula", donde propone maximizar la mínima utilidad, $\text{Max}_i[\text{Min}_j(a_{i,j})]$. Como la mínima utilidad es -310,0, -357,5, -405,0 y -452,0 para 20, 30, 40, y 50 cuartos construidos, el máximo de estos es una pérdida de M\$310, que corresponde a 20 cuartos construidos.

- Criterio de HURWICZ: "No es razonable desdeñar la utilidad más elevada y conviene introducir subjetivamente un coeficiente de optimismo. Esto se logra mediante un coeficiente subjetivo (establecido por el analista) α , que varía entre 0 (y entonces equivale al criterio más pesimista) y 1 (que implica el criterio más optimista), generando

$H = \alpha \text{Max}_j [a_{ij}] + (1 - \alpha) \text{min}_j [a_{ij}]$. En nuestro caso:

	$\alpha=0.2$	$\alpha=0.5$	$\alpha=0.8$
20	*-236,8	-127,0	-17,2
30	-247,7	-85,0	81,7
40	-258,6	-39,0	180,6
50	-269,5	*5,0	*279,5

Tabla 2. Criterio de HURWICZ

Donde el asterisco señala en cada fila el óptimo, y la columna depende del criterio del analista.

- Criterio de SAVAGE: Evaluar el más favorable y restárselo a todos los elementos de la columna, con el propósito de obtener "el pesar entre la selección efectuada y la

más favorable" si se conocieran las intenciones de la naturaleza. Los "pesares" quedarían:

Demanda	0	10	20	30	40	50
20	0'0	0'0	0'0	-135'5	-271'0	*-406'5
30	-47'5	-47'5	-47'5	*0,0	-135'5	*271'0
40	-95'0	-95'0	-95'0	-47'5	0'0	*-135'5
50	*-142'5	*-142'5	*-142'5	-95'0	-47'5	0'0

Tabla 3. Criterio de SAVAGE

El asterisco señala el mínimo por cada fila. Para 50 cuartos construidos se presenta triple empate. El máximo de todos estos mínimos es -135,5 que corresponde a 40 cuartos construidos, que da un pesar no superior a p.

Criterio Estadístico

Información previa. Si la demanda en un hotel similar en una ciudad de similar tamaño y localización, tuvo la siguiente demanda en el último año de funcionamiento:

Demanda	0	10	20	30	40	50
Probabilidad	0,01	0,09	0,20	0,30	0,30	0,10

Tabla 4 Criterio Estadístico

Cuartos Construido	Utilidad Esperada
20	35,9
30	116,5
40	*142,2
50	113,0

Tabla 5 la esperanza de la utilidad

El señala es el óptimo en 40 cuartos a construir. El que esta probabilidad sea válida requiere un análisis de mercado, pero lo cual hay técnicas adecuadas hoy en día. También debe hacerse un análisis de sensibilidad, para verificar que pequeñas variaciones en la probabilidad asumida, no modifiquen grandemente la utilidad esperada.

Se espera haber demostrado la necesidad de manejar un criterio basado en optimizar la esperanza de una variable pertinente y significativa, y esto a su vez realza la importancia del concepto de esperanza en estadística.

Estructura de las Decisiones

El análisis de un problema de decisión bajo incertidumbre, requiere:

- Lista de las opciones viables, para recolectar información, para experimentación, y para actuar.
- Lista de los eventos que pueden ocurrir.
- Arreglo en orden cronológico de la información que puede adquirir y las alternativas que puede escoger con el transcurso del tiempo.
- Decisión sobre qué también le conviene las consecuencias de los varios cursos de acción abiertos.
- Juzgamiento de la posibilidad que tiene cada uno de los eventos inciertos.
- Elección de una meta (como maximizar la utilidad, minimizar el riesgo) y calcule su esperanza.
- Comparación, validación de la credibilidad de los datos, analice qué otro factor se debe tener en cuenta, y la decisión es fácil.

Otros conceptos de interés

Siempre ha existido dificultad para explicar un tema como la esperanza sin relacionarla con otros conceptos muy cercanos, se mencionaran a continuación pero no profundizara en ellos pues hay literatura suficiente, como Canavos (1997), Feller(2001), Kreyszig(2003), Miller (2006), Moreno(2006), Papoulis(2008), Spiegel (2001), para mencionar sólo algunos de ellos.

Conjuntamente con la esperanza se deben explorar principalmente y entre otros, los conceptos de Atributo (como cualidad que tienen las personas, animales, cosas, y otros conceptos concretos y abstractos), la necesidad de medirlos, la división entre atributos cualitativos y cuantitativos, que es infranqueable, pero que tenemos que reducir muchas veces y asumir que una medición cuantitativa nos refleja un atributo cualitativo por la falta de herramientas cualitativas y la capacidad matemática (incluyendo la estadística) de describir aspectos cualitativos, pero que se debe tener en cuenta esa limitación, y no tomarlo con un criterio reduccionista que al reemplazar conceptos cualitativos por alguna medición cuantitativa de un problema, nos resuelve todas las situaciones.

Con esta salvedad y dentro del enfoque cuantitativo, para llegar al concepto de esperanza ampliamos el concepto de variable, y dentro de este el de variable aleatoria, la necesidad de expresar dicha variable como un número, por lo que se generaliza a la esperanza, haciendo énfasis de nuevo que es una limitación de las disciplinas, y que la esperanza nos aclara muchas ideas acerca de la variable en cuestión pero no la reemplaza.

También se deberían incluir aquí y sólo los mencionaremos, otros conceptos relacionados, como el de parámetro, los momentos matemáticos, especialmente el

primero ó media, que tiene el mismo valor que la esperanza y ese hecho apoya grandemente la teoría de la decisión y otros temas estadísticos. Se deberá revisar la importancia que la esperanza tiene en el tema de inferencia estadística, pronóstico, y otros capítulos de la Estadística que utilizan la esperanza. Además los intervalos de confianza, especialmente los resultantes al inferir el valor de la esperanza a partir de muestras. La esperanza condicionada y su importancia en el tema de la correlación, es un tema así mismo pertinente y que como los arriba citados, se exploran adecuadamente en cualquiera de las referencias bibliográficas dadas.

Investigaciones en el área

La mayoría de las investigaciones sobre razonamiento estadístico no apropiado han sido realizadas, no por educadores, sino por psicólogos. Piaget e Inhelder (1955) se citan con frecuencia como iniciadores del desarrollo, de la investigación que ha posibilitado revelar las dificultades que los estudiantes tienen con conceptos erróneos de probabilidad. Han sido citados, de cualquier forma, por haber utilizado sólo una aproximación clásica de la probabilidad, y por haber basado sus experimentos en conceptos teóricos y razonamientos proporcionales, los cuales a menudo parecen ser juegos de comparación de fracciones, con poca conexión con las nociones de azar.

De cualquier forma, la escasa investigación empírica se ha centrado en la efectividad de los diferentes métodos de enseñanza o aproximaciones docentes en el desarrollo del razonamiento en estadística y probabilidad.

Recientemente, algunos estudios sobre resolución de problemas han mostrado que los estudiantes que reciben instrucciones concretas sobre cómo resolver problemas llegan

a ser mejores en esta tarea y más capaces de "pensar físicamente" (E. Aguilar, 1995 aplicado a temas de electromagnetismo). Lo que posiblemente sea necesario son estudios similares de enseñanza de la estadística y la habilidad de los estudiantes para "pensar estadísticamente". En el intento de ayudar a los estudiantes, a pensar estadísticamente se han realizado algunas experiencias: interesantes sobre el papel de los computadores en el aprendizaje de los procesos estocásticos.

Estudios en EEUU sobre el aprendizaje de matemáticas, Carpenter (2007) indican que las nociones intuitivas de probabilidad parecían fortalecerse con la edad, pero no eran necesariamente más correctas; se presentan descensos en el nivel de realización en probabilidad conforme aumentaba la edad, que los investigadores atribuían a la experiencia escolar y al reduccionismo científico. Las ideas intuitivas de los niños, presumiblemente basadas en sus experiencias, pueden ser razonables en la mayoría de los contextos en los que los estudiantes las utilizan, pero pueden ser inconsistentes con los conceptos estadísticos que deseamos enseñarles: el reconocimiento de la aleatoriedad disminuía con la edad. Carpenter hipotetizó que estaban implicadas dos tendencias opuestas: por una parte la madurez, y por otra el dominio de la deducción científica, que "oculta la apreciación del azar intentando codificar y explicar todo".

Un problema conocido es la falta de investigación en el diseño y uso de instrumentos para medir el conocimiento estadístico. La literatura muestra claramente que se ha investigado más en psicología y probabilidad que en conceptos estadísticos.

La experiencia conjunta de psicólogos, educadores y estadísticos es que un alto porcentaje de estudiantes, incluso universitarios, no comprenden muchos de los conceptos estadísticos básicos que han estudiado. Las insuficiencias en las habilidades

matemáticas previas y en el razonamiento abstracto constituyen parte del problema. Además, investigaciones en el seno del cognitivismo muestran el predominio de algunas formas intuitivas de pensamiento que interfieren en el aprendizaje del razonamiento estadístico correcto. Los trabajos literarios revisados por J Grafield & A Ahlgren (2005) indican una necesidad de investigación interdisciplinaria en colaboración con psicólogos, profesores del área, expertos en la materia, expertos en didáctica, y expertos en informática educativa, sobre cómo los estudiantes llegan a pensar correctamente en términos de probabilidad y estadística.

Experiencias previas

La experiencia sobre el tema tiene especial importancia por lo que la resumiremos aquí, no tanto por los aportes (aunque personalmente creo que las propuestas fallidas sí me aportan, pues me evita cometer el mismo error varias veces, o insistir en una metodología ineficaz), sino para mostrar cómo el tema es muy importante donde se ha dedicado buena parte de los esfuerzos.

El ambiente computacional del Colegio Isidro Caballero no es propicio en este momento, hay dos aulas informáticas en donde los computadores fallan con frecuencia, velocidad, capacidad de almacenamiento y de comunicación en red, insuficientes.

Hay literatura abundante sobre intentos de enseñanza asistida por computador, que han servido de guía, aunque los ejemplos anteriores no se pueden considerar exitosos, quizá porque solo ahora es barata la tecnología, y esta parece adecuada. Las pesquisas iniciales han producido mucha expectativa por la necesidad de una ayuda

importante en la enseñanza de la Estadística, por lo que el mercado de un producto en esa área está asegurado, si el producto es bueno.

El deseo de reconocer las concepciones previas de los alumnos al iniciar el curso del grado once, hubo una gran sorpresa por la baja capacidad de resolución de problemas del tema de Estadística (estadística descriptiva y teoría de probabilidad). Esto motivó, de común acuerdo con los alumnos, el hacer un repaso de la estadística descriptiva y teoría de probabilidad, que sería rápido, dado que muchos conceptos solo faltaba revivirlos. Mayor fue la sorpresa cuando dicho repaso tomó cinco semanas, pues se debieron discutir casi todos los temas básicos.

La Construcción del Conocimiento Científico

Es importante conocer cómo el hombre relaciona el mundo físico con el mundo de sus ideas, entre el ser y el conocer, que ha sido el centro de innumerables debates teóricos dentro de abundantes paradigmas epistemológicos. En los más serios de estos debates no se aísla el maestro, y resulta innegable que el pensamiento y las concepciones del profesor influyen en su actuación en el aula. De ahí que requiramos revisar la filosofía de la ciencia, para comprender la actuación del profesor, y proponer modificaciones o reforzarla, según el caso.

Esta revisión se hace indispensable, ya que la ciencia forma parte de la cultura actual, circunstancia ésta que más diferencia a la actual, de culturas anteriores. La concepción del mundo de muchos ciudadanos está determinada en gran medida por el conocimiento científico y sus aplicaciones tecnológicas, una de ellas la estadística, que se ha involucrado en prácticamente todas las disciplinas contemporáneas.

Además, no es posible seguir una sola línea de pensamiento, ya que los paradigmas actuales son una mezcla ecléctica de varias de estas teorías, y cada una de ellas deben ser conocidas por el profesor, pues las puede utilizar o las debe evitar, según el caso, y en ambos casos debe familiarizarse con ellas.

En nuestro caso consideramos la filosofía de la ciencia (epistemología) como un elemento esencial para el análisis y la fundamentación de disciplinas como la Estadística. Además, la filosofía de la ciencia puede ayudar a los profesores a entender la construcción del conocimiento científico, explicar cómo evoluciona, y poder explicitar sus puntos de vista sobre el tema, especialmente importante si tenemos en cuenta que las concepciones del profesor tienen un reflejo e influencia en su actuación en el aula.

Como paradigma actual nos interesa el constructivismo, y para esta tendencia moderna no se puede citar un solo autor, sino que, como toda teoría moderna, ha sido producto de la evolución a través de la historia, desde los primeros conceptos hasta nuestros días, que se ha acelerado recientemente, pero que se remonta a la antigüedad

Concepciones Socráticas y Empiristas

Fueron los presocráticos en el siglo VI a.c. quienes mostraron los primeros rasgos de un pensamiento científico-filosófico, que planteó de manera sistemática el virtuosismo de un conocimiento racional, haciendo evidente el problema que ha ocupado a los filósofos hasta nuestros días: la validez del conocimiento. Platón con su mundo de las ideas, suponía que existían unos principios universales, y creía que "el conocimiento es la proyección de nuestras ideas innatas", sostenía que estas ideas con que el hombre nace, transmitidas por herencia biológica, le permitían comprender su

mundo. Esta teoría la reflejamos en el aula cuando afirmamos que algunos dogmas científicos tienen validez porque *así se ha venido haciendo*, y porque *eso lo sabe todo el mundo*, desafortunadamente nada extraño en nuestras aulas.

Este paradigma fue rechazado por su discípulo Aristóteles, quien afirmaba que la mente humana era una "tabula rasa", sin nada al nacer, y era el maestro quien "escribía" en ella a través de sus enseñanzas. Esta concepción es reflejada por algunos docentes cuando se limitan a transmitir información a sus alumnos, esperando que así aprendan. Aristóteles sentó las bases de la cultura occidental, sus teorías predominaron por veinte siglos, y su influencia ha llegado hasta la actualidad, reflejada en el positivismo que algunos practican aunque no se defiendan. Fue tan prolífica su contribución al conocimiento que alrededor de su mito surgió un dogmatismo intelectual que frenó la investigación por mucho tiempo.

Con la observación sistemática de los fenómenos naturales por Copérnico y Galileo, opuesto a Aristóteles resalta la figura de Francis Bacon, que inicia el *empirismo*, escuela continuada por Hobbes, Hume y Locke; la cual basa el conocimiento en los sentidos, propicia la observación, y trata de establecer un método científico inductivo y riguroso apoyado en los datos de esta experiencia. Un ejemplo de esa visión positivista del conocimiento y del método científico en los albores de nuestro siglo es K. Pearson, impulsor de la estadística, y de quien Nóvale cita: "La unidad de toda ciencia consiste solo en su método, no en su contenido. El hombre que clasifica hechos, sean del tipo que sean, que observa su relación mutua y describe sus secuencias, está aplicando el método científico y es un hombre de ciencia".

Racionalismo

El racionalismo, que basa la formación y fundamentación del conocimiento científico en la razón y los conceptos creados por la mente, tiene sus máximos exponentes en la época moderna en R. Descartes, y luego I. Kant con su *idealismo trascendental*, que intenta cerrar la brecha entre el racionalismo y el empirismo, al establecer que si bien todo conocimiento científico tiene su origen en la experiencia sensible, tiene que ser encuadrado en unas estructuras mentales trascendentales y *a priori*, para que adquiriera el rango de necesidad y universalidad, ya que la experiencia no reflexionada no produce conocimiento. Estas dos escuelas fundacioncitas, el racionalismo y el empirismo, se llaman así porque buscan la verdad fundamental como objetivo del método científico.

Como lo anota Porlán (2003), en los siglos XVII y XVIII el problema central de la filosofía de la ciencia giraba alrededor de los principios absolutos de la racionalidad y se debatió entre el racionalismo y el empirismo, especialmente en el siglo XIX el problema era la diversidad conceptual, con la dicotomía: *absolutismo* y *relativismo*. El absolutismo se distingue por su diversidad aparente y uniformidad en lo esencial; y el relativismo por su diversidad radical, racionalidad contextual e inconmensurabilidad de las teorías.

Kant reviste gran importancia para nosotros por la influencia de su filosofía en el constructivismo actual. La filosofía kantiana propone, a diferencia de la propuesta empirista y la propuesta racionalista, que en el ser humano sólo se puede conocer el fenómeno y nunca la cosa en sí. De otro lado, Kant no parte sólo del binomio sujeto/objeto, como en el empirismo y el racionalismo, sino del trinomio sujeto/la-cosa-en-

sí/fenómeno. Mientras para los empiristas la realidad objetiva se descubre por medio de los sentidos, para los racionalistas se descubre mediante el sólo uso de la razón crítica; para el Kantismo el ser humano al interactuar con la realidad sólo puede conocer las manifestaciones fenomenológicas de la misma: es una construcción que surge de las interacciones entre el sujeto y el objeto Bustos (2007). Para los empiristas "nada hay en la mente que no haya pasado antes por los sentidos"; para los racionalistas "los sentidos a veces nos engañan" y con el sólo uso de la razón crítica se puede descubrir verdades convincentes, que no admiten contradicción.

El razonamiento inductivo dominante en esa época, partía de una observación fidedigna y sin prejuicios de algún hecho o fenómeno, que permite al observador establecer enunciados basados en observación que sean verdaderos y singulares, que se convertían en generales a través de un proceso de inferencia y generalización, el cual requiere que: el número de enunciados singulares obtenidos por la observación directa sea lo suficientemente grande, aun cuando no se especifica qué es suficientemente grande; se hayan obtenido en una amplia variedad de condiciones; y ninguno entre en contradicción con la ley universal que se persigue.

Los ejemplos se ponían siempre de la matemática o de la física teórica, donde se puede lograr que los enunciados particulares sean exhaustivos, y la observación podía ser imparcial, y por supuesto el principio parecía muy evidente. Hoy en día se ha revaluado la utilidad del inductismo para otras disciplinas, pero sobre esto hay tanta teoría que es aplicable en nuestro ejemplo, ya que se trata de aspectos matemáticos y la estadística puede darle un manejo no riguroso al asunto, y es una de las pocas disciplinas que puede seguir haciendo uso de este inductismo, en forma moderada.

En nuestro siglo tuvo fuertes seguidores con el *neopositivismo lógico* del Círculo de Viena, que rechazó la metafísica como ciencia, poniendo el énfasis en la nueva lógica matemática. En este movimiento se afirmó que sólo las demandas del conocimiento que se basan directamente en la experiencia son genuinas, es decir, que una proposición es significativa si se puede verificar empíricamente. En esa época imperaban los supuestos de que: la observación es imparcial e independiente de los conceptos científicos, el conocimiento aumenta en sentido acumulativo, y lo importante es la estructura lógica de los productos de la investigación científica y su validación por criterios objetivos.

Epistemología moderna

En la última mitad de nuestro siglo la epistemología se ha preocupado por la naturaleza del cambio conceptual, con dos tendencias principales: la revolucionaria y la evolutiva, diferenciadas principalmente porque en la primera los cambios se suceden en forma extraordinaria, radical y total, mientras que en la segunda los cambios son continuos, graduales y parciales.

Hasta mediados del siglo XX el problema central con las concepciones radicó en la creencia generalizada de que debe haber unos criterios universales y fijos, para evaluar la validez del conocimiento humano sobre una naturaleza de orden igualmente fijo y estable.

K. Popper refutó esta creencia, afirmando que la teoría precede y condiciona a la observación, y que siendo la teoría falible, también lo es la observación. Las teorías de Popper sobre refutación o falsación de las teorías son hoy consideradas de transición,

pues aunque no son de aceptación generalizada, sí fueron pioneras en la epistemología moderna.

El aporte de J. Piaget al constructivismo está en demostrar experimentalmente que las diferentes categorías kantianas no son a priori, sino que se construyen permanentemente en las diversas etapas del desarrollo del niño al adulto. Sobre estas consideraciones Piaget propone su teoría Constructivista del conocimiento científico. Categóricamente no está dispuesto a tratar el tema de la "realidad objetiva" independiente del sujeto que la conoce, sino del fenómeno (la realidad conocida).

Piaget termina considerando que las ciencias llegan a un estado de desarrollo donde las estructuras lógico-matemáticas gobiernan toda asimilación y construcción de los conocimientos y cree que las estructuras mentales tienen como estado de equilibrio final las estructuras del lenguaje lógico-matemático. Tampoco se acepta hoy día el planteamiento de Piaget de la etapa de desarrollo de los niños y de los adolescentes, donde el individuo asimila cualquier conocimiento en función de una estructura mental generalizada. Esto fue un avance, pero se ha demostrado que en un mismo sujeto hay etapas diferentes, coexisten conceptos asimilados en diferentes etapas. Sin embargo prevaleció su idea de la "realidad objetiva"; que en la ciencia no se descubre sino que se construye mediante modelos que los científicos están sometiendo constantemente a falsación. Ya no se habla hoy de verdades sino de conjeturas que el humano construye para explicarse un fenómeno.

Actualmente el Constructivismo que surge de la reflexión epistemológica de las ciencias de la naturaleza y la investigación acción participativa que tuvo su origen en las

Ciencias Sociales, tienen un mismo propósito: cambiar la práctica y la teoría de la producción científica desde el interior de la misma producción Bustos (2007) .

La imagen relativista de la ciencia la inicia (T.S.Kuhn 1971) que considera las teorías como estructuras complejas que denomina paradigmas. Según Kuhn, los paradigmas están integrados por unos principios metafísicos generales, un conjunto de leyes y supuestos teóricos, algunas prescripciones metodológicas globales, y algunas normas y técnicas instrumentales que permiten aplicar las leyes fundamentales a situaciones del mundo real. Afirma que la ciencia se caracteriza más por los paradigmas de las comunidades científicas que por su unidad metodológica.

La revolución o cambio paradigmático se produce cuando una comunidad de científicos abandona una estructura teórica y la sustituye por otra incompatible con la anterior. Se refiere a los períodos de ciencia normal como aquellos durante los cuales un paradigma incuestionado permite a los científicos resolver los problemas teóricos o experimentales de su área; pero cuando surgen problemas que no son susceptibles de resolver mediante ese paradigma, se les llama anomalías, que se acumulan hasta formar una crisis que es propicia para el surgimiento de nuevos estilos de pensamiento y pronto se produce la ruptura epistemológica.

Muchos autores critican a Kuhn, han llamado catastrófico su enfoque porque: no toda innovación implica un reemplazo de marcos conceptuales; algunas crisis preparan revoluciones, pero no toda revolución resulta de una crisis; las revoluciones más radicales son siempre parciales, y no es cierto que toda revolución epistémica supera e incluye los logros anteriores; tampoco es cierto que no podemos escapar de nuestro marco conceptual por medio de un acto de fe y no de manera racional, pues implicaría

que los científicos no pueden examinar sus teorías y sus métodos y reconocer en ellos errores formales o empíricos.

El anarquismo metodológico de Feyerabend es una reacción a la idealización del método científico, único, omnipotente, formalista y universal, ya que si la naturaleza y el conocimiento son complejos, las escuelas científicas y las formas de pensamiento deben ser múltiples. También defiende la inconmensurabilidad de las teorías rivales cuando estas no comparten enunciados observables. Afirma con toda razón que una definición a priori de lo que es ciencia corre el riesgo probable de impedir de antemano legítimos cursos de avance teórico que no se ajusten a las exigencias previas. Algunos han afirmado que el "todo vale" de Feyerabend implica que todo sigue igual, y que sean prácticamente imposibles los cambios. Pero si es cierto que el extremismo de este autor ha despertado a los científicos, ahora hay más preocupación por la epistemología, por saber cómo conocemos y cómo mejoramos nuestros conocimientos.

Esto nos debe dejar una moraleja al interior de nuestra institución, y es que la investigación no tiene por qué vestirse de gala permanentemente, que la investigación cotidiana tiene mucha validez, que así se progresó durante mucho tiempo, y solo así logramos dominar un campo, o al menos podernos valer en él.

El racionalismo y empirismo se llamaron corrientes absolutistas, pues pretendían imponer desde fuera, a todos los medios por igual, un conjunto ideal y abstracto de criterios formales, definidos en términos de un sistema lógico universal y casi matemático. Se le opuso el enfoque relativista, que permite a los hombres considerar los sistemas conceptuales y preposicionales particulares de sus medios como localmente soberanos.

Renacimiento epistemológico: S. Toulmin

La dicotomía entre las corrientes absolutistas y las relativistas se supera con la posición de Stephen Toulmin (1977) que cambió el rumbo de la filosofía de la ciencia con una especie de renacimiento epistemológico, al avanzar en el dilema de conciliar la necesidad de un punto de vista imparcial para analizar, comprender y evaluar el conocimiento, con el hecho evidente de la diversidad conceptual de nuestra especie, retomando los problemas como cuestiones operativas multidisciplinares, y no abordarlos exclusivamente como problemas filosóficos, o como problemas científicos.

Califica las nociones antagónicas de imparcialidad y de diversidad del conocimiento como expresiones reduccionistas propias de un paradigma de simplificación que desaprueba. Para enfrentar el problema de encontrar la complementariedad dialéctica de estas nociones antagónicas, Toulmin (1977) propone el concepto de ecología intelectual, donde las nociones de imparcialidad y de juicio racional ya no deben ser consideradas en términos lógico-formales sino en términos ecológicos y contextuales.

Según Porlán (2003) esto significa "abandonar la suposición de que el conocimiento se organiza en conjuntos preposicionales estáticos y reconocer que las ideas de cualquier tipo constituyen poblaciones conceptuales en desarrollo histórico tanto en el plano colectivo como en el individual. Llegar a este punto nos obliga a desvincular la imagen de racionalidad de la de logicidad" Porlán (2003)

La concepción evolucionista de las especies de Darwin (1859) le explica a Toulmin (1977) hechos aparentemente antagónicos: la relativa continuidad y estabilidad de las especies por un lado, y los cambios a largo plazo que se producen para adaptarse a

las condiciones del nicho ecológico, por el otro. La novedad de Toulmin (1977) consiste en aplicar los conceptos de variación y selección natural a las poblaciones conceptuales por considerar que los modelos poblacionales orgánicos y conceptuales son casos particulares de un patrón de desarrollo por producción de innovaciones y de selección crítica.

La necesidad de solucionar los problemas no resueltos genera exigencias intelectuales o prácticas específicas a determinadas poblaciones conceptuales, que ejercen una presión selectiva sobre las variantes conceptuales, que a su vez producen desarrollo por innovación y selección crítica, y muchas de estas innovaciones se quedarán ignoradas y serán abandonadas, pero algunas serán elegidas para su incorporación sin cambio (el mismo proceso producirá otros cambios futuros).

Para este cambio conceptual Toulmin (1977) propone una perspectiva gradualista en el sentido de que cualquier transformación, sea lenta o rápida, siempre es parcial y está sometida a la selección crítica de la comunidad intelectual. Por lo anterior podemos entender que los conocimientos cotidianos cambien con más lentitud que los conocimientos científicos y que a pesar de estar sometidos a la evolución conceptual tienen condiciones ecológicas de vida muy estables y un ritmo de evolución muy lento, porque están protegidos contra los efectos de una selección crítica debido a su circulación sin restricciones, lo cual implica la importancia que tiene el conocimiento cotidiano a la hora de especificar un modelo de enseñanza.

Según palabras de Toulmin (1977), "los hombres demuestran su racionalidad, no ordenando sus conceptos y creencias en rígidas estructuras formales, sino por su

disposición a responder a situaciones nuevas con espíritu abierto, reconociendo los defectos de sus procedimientos anteriores y superándolos".

Las consecuencias de este modelo epistemológico son variadas y vendrán muchas más. Por ahora citemos la superación del concepto filosófico de las "entidades permanentes" por el de "entidades históricas" que sin ser absolutamente inmutables, conservan suficiente unidad y continuidad como para permanecer distintas y reconocibles de una época a otra, expresado por el mismo Toulmin(1977), además de las implicaciones que la ecología intelectual tiene para describir y gobernar los procesos de enseñanza y de aprendizaje y de formación de docentes.

Debe notarse que aunque nos proponíamos un resumen histórico de algunos aspectos de la naturaleza del conocimiento científico, que en el caso de Toulmin(1977) su modelo no está reducido a la ciencia, sino que se extienden al conocimiento, humano en general, tanto científico como cotidiano, y tanto individual como social.

El paradigma de la complejidad: E Morin

Digno de citarse en este estudio es el paradigma de la complejidad de Edgar Morin (1984) que rechaza el paradigma epistémico de la simplificación y parcialización del saber en compartimentos disciplinares, con el respectivo reduccionismo analítico y la desunión excluyente. Para ello compara las ciencias experimentales y las sociales, sin oponerlas, sino enriqueciéndolas unas a otras haciendo que se comuniquen para que "por fin podamos concebir no solo la complejidad de toda realidad, sino la realidad de la complejidad".

El paradigma de la compartimentalización de las disciplinas ha traído, entre otros: el desarrollo fragmentario del saber, la separación e incomunicación de las ciencias naturales y las sociales, el carácter anónimo del saber científico acumulado en bancos de datos, el neoscurantismo: el especialista termina ignorante de todo lo que no concierne a su especialidad, la tendencia a separar la reflexión filosófica de la teoría científica, el aumento de la capacidad de manipulación de la técnica sobre la naturaleza, y el aumento de proceso interretroactivo entre ciencia, tecnología, sociedad y estado: la técnica producida por la ciencia transforma la sociedad y el estado, pero el estado y la sociedad tecnologizados transforman la propia ciencia, pragmatizándola.

Según Morin (1988) el conocimiento implica información y unas estructuras teóricas que le den sentido. Mucha información con pocas estructuras conceptuales, como suele suceder ahora, hace que falte el conocimiento general reflexivo formativo, aumente la incertidumbre y progrese la ignorancia.

La cibernética ha aportado la idea de que la organización de un todo no se reduce a la suma de las partes, la idea de la retroacción positiva ó negativa, y el substrato epistemológico de la racionalidad técnica e instrumental. Por su parte el reduccionismo maquinista aplica el modelo de máquina artificial al hombre y a la sociedad, con una simplificación inaceptable: la tecnología se ha convertido en el soporte epistemológico de una simplificación y manipulación inconsciente en nombre de la racionalidad.

Para contrarrestar este modo de ver, pensar y transformar la realidad, Morin(1988) propone el paradigma del conocimiento complejo, con los siguientes principios: La complementariedad de la racionalidad universalidad con la racionalidad local; la necesidad de hacer intervenir la historia en toda descripción y explicación; el

principio sistémico, según el cual no se puede conocer el todo simplemente con el conocimiento de sus partes, ni conocer una parte sin conocer el todo; la imposibilidad de reducir el conocimiento de la organización al conocimiento exclusivo del orden de los sistemas involucrados, sin contemplar su desorden; la causalidad compleja, que incluye interacciones, interferencias e interrelaciones mutuas; la necesidad de contextualizar el conocimiento, sin aislar el objeto de su ambiente, ya que conocer el objeto requiere conocer sus relaciones con su entorno; la necesidad de relacionar el objeto y el sujeto, que manifiesta la necesidad de una teoría científica del sujeto; la imposibilidad de eliminar del ser a la existencia, mediante la cuantificación, dada la necesidad de enfoques cualitativos; la necesidad de reconocer científicamente la noción de autonomía; la necesidad de reconocer los límites de la lógica formal; la complementariedad de las nociones eventualmente antagónicas, produciendo el pensamiento dialógico.

El conocimiento complejo se genera desde la conjunción entre la teoría y el método: la teoría sólo adquiere vigencia cognitiva con la actividad mental constructiva del sujeto (el método). Sin esta conjunción nos encontramos ante una perspectiva simplificadora y reduccionista del conocimiento, donde la teoría tiende a degradarse, bien porque se operativiza (funcionalismo), bien porque se convierte en doctrina (dogmatismo), o porque se mercantiliza (vulgarismo). De igual forma, el método tiende a degradarse en técnica o a desaparecer. La comunicación consciente entre ciencia, ética y política, evita que la práctica sea gobernada por el funcionalismo, la técnica y la manipulación.

Además del campo de la investigación o del conocimiento público, del que nos hemos ocupado hasta ahora, debemos indagar sobre las formas de comprender y describir el conocimiento privado, natural o cotidiano.

El pensamiento natural según Guidoni, citado por Porlán (2003), es un proceso individual cuyo objetivo no es tanto formalizar teorías acerca del mundo, sino dirigir el comportamiento dentro de un contexto y de acuerdo a un propósito Porlán (2003). Para ello utiliza prototipos cognitivos, que son esquemas patrones de la realidad, con los que intenta manejar la ambigüedad existente entre el comportamiento y el contexto, adaptándolos continuamente a medida que los utiliza. Esta perspectiva se acerca mucho a la propuesta de Toulmin de la evolución conceptual por innovación y selección natural.

Porlán (2003) analiza "La Construcción de Conceptos" de C.A.Kelly, 1955, con sufragmentalismo acumulativo, según el cual los conceptos son algo como átomos lógicos que se acumulan fragmentariamente en nuestra mente, de manera similar al conocimiento público, y de tal forma que un individuo puede aumentar sus conocimientos en forma discreta. Los conceptos son algo activo, constructivo, intencional e interactivo, y con ellos organizamos e interpretamos nuestra experiencia, y las personas disponen de teorías locales para la comprensión de aspectos concretos de la realidad.

Para el enfoque constructivista activo el conocimiento cotidiano está cargado de significados personales que hay que respetar y valorar epistemológicamente. Por ello los enfoques alternativos no se pueden considerar como correctos o ignorantes, sino como concepciones personales propias, singulares y diversas para los fenómenos de su experiencia, que no se puede medir por la cantidad de sucesos con los cuales ha

colisionado, sino por las inversiones que ha hecho en sus predicciones y por las revisiones de sus constructos que se han seguido de su enfrentamiento con las consecuencias, según las propias palabras de Kelly, citado por Porlán (2003), y que nos lleva a la conclusión de que las personas utilizan estrategias de investigación para la búsqueda de conocimiento, que no son exclusivas de los científicos, aunque estos las utilicen con mayor rigor y más elaboradamente. Textualmente "... la investigación es una estrategia para disminuir un conflicto entre la teoría y los datos. Si no se reconoce que la expectativa no se ha cumplido, por muchas novedades o cosas extrañas que aparezcan en una situación, no se producirá aprendizaje"

Pero ¿cuándo una teoría predomina sobre otra? Según Lakatos (1978) la falsación de una teoría no la producen los datos empíricos, sino la aparición de una teoría mejor, y para esto se requiere:

- Tener un exceso de contenido empírico con respecto a la teoría anterior, predecir hechos que aquella no predecía.
- Explicar el éxito de la teoría anterior; todo lo que aquella explicaba.
- Corroborar empíricamente al menos una parte de su exceso de contenido.

Estas ideas parecen ajustarse con éxito al desarrollo no sólo de las ciencias naturales, sino también de la propia psicología, y bajo su luz compararemos al conductismo con el procesamiento de información.

El Aprendizaje de Conceptos

Se trabajó en el marco conceptual de la psicología cognitiva, especialmente en el Constructivismo Gallegos (2007), principalmente en la forma como el ser humano

mantiene el conocimiento en representaciones y lo construye a partir de otros conocimientos o de representaciones anteriores. El constructivismo señala la importancia de descubrir estos conocimientos previos para lograr un aprendizaje significativo, teniendo en cuenta la teoría de la evolución de los conceptos en la comprensión humana de Toulmin (1977), ya revisado. Una mirada especial merecen las teorías computacionales, dada su aplicación en el tema. Aunque antagónicas, se revisan las teorías asociacionistas por su uso generalizado en nuestro medio y la lucha que cada docente debe emprender para erradicar secuelas dejadas en los estudiantes, y para convencer a otros docentes de dar un mejor enfoque a sus prácticas en el aula.

Concepción Asociacionista del Aprendizaje

El conductismo nace en 1913 con John B. Watson (1878-1958), como reacción al subjetivismo y al abuso del método introspectivo del funcionalismo, y se consolida hasta los años cincuenta con su paradigma objetivista basado en los estudios de aprendizaje mediante condicionamiento, que considera innecesario el estudio de los procesos mentales superiores para la comprensión de la conducta humana. En su sentido más amplio, el término conductismo abarca todas las teorías de condicionamiento, estímulo y respuesta.

Skinner(1948), su principal sostenedor hoy en día, afirma que no es un estudio científico de la conducta, sino una filosofía de la ciencia dedicada al objeto y a los métodos de la psicología.

El núcleo central del Conductismo lo constituye su concepción asociacionista del conocimiento y del aprendizaje. Con raíces en el asociacionismo Aristotélico, comparte la

teoría del conocimiento del empirismo inglés de Hume, que predica que el conocimiento humano lo constituyen las impresiones y las ideas. Las impresiones son los datos recibidos a través de los sentidos, mientras que las ideas son copias que recoge la mente de esas mismas impresiones y que son las que permanecen en la mente. El conocimiento se alcanza mediante la asociación de ideas según los principios de semejanza, causalidad, y contigüidad espacial y temporal.

Uno de los rasgos que con mayor frecuencia utilizan los conductistas es la negación de los estados y los procesos mentales, llamado reduccionismo antimentalista, pero que en realidad se refiere al rechazo del uso de la introspección, y la exigencia de que si se estudia la mente se haga objetivamente, con índices conductuales. Pero una característica del núcleo es que la mente, de existir, es necesariamente una copia de la realidad, un reflejo de esta, y no al revés, lo que se ha llamado el principio de correspondencia. Esto implica la negación causal de los estados mentales, por lo que el control de la conducta sigue residiendo en el medio.

La correspondencia entre los procesos mentales con las variables observables se puede identificar como anticonstruccionismo. El carácter elementista, según el cual toda conducta, por compleja que sea, es reducible a una serie de asociaciones simples entre estímulos y respuestas, que algunos identifican como una teoría Estímulo-Respuesta es negada por los constructivistas. Inicialmente los conductistas definían el aprendizaje como un cambio de conducta, quedando excluidos los efectos del aprendizaje latente que se produce en ausencia de conductas observables, pero ya está superado.

La teoría de que el aprendizaje es siempre iniciado y controlado por el ambiente los ha tildado de ambientalistas, aunque no prohíben la incorporación de impulsos

instintivos o la determinación genética de la conducta. La idea de que el sujeto del conductismo es pasivo se refiere a que el aprendizaje no es una cualidad intrínseca al organismo, sino que necesita ser impulsado desde el ambiente, lo hace mecanicista, y da una escasa consideración al carácter biológico del aprendizaje. La equi-potencialidad, según la cual las leyes del aprendizaje son igualmente aplicables a todos los ambientes, especies e individuos, y que implicaría que sólo se puede aprender por asociación, y este es otro rasgo del núcleo del conductismo, y que se deduce de que todas las tablas rasas se parecen.

Dentro de los últimos intentos por "modernizar" al conductismo se sigue manteniendo la asociación como único mecanismo de aprendizaje, y las diferencias cuantitativas como única variación del mecanismo. Como lo resumió Bolles, citado por (Pozo 2005), "el defecto capital de la posición asociacionista es que no puede proporcionar ninguna razón convincente por la que una cosa es más fácil o más difícil de aprender que otra... el conductismo no se interesa por la conducta significativa del organismo, ni intenta explicarla, y sigue considerando el aprendizaje como algo que le ocurre al animal, no como algo que éste realiza activamente".

Los conductistas Skinner (1984) consideran que el aprendizaje es el modelamiento de la conducta por las contingencias, de tal forma que los estímulos que poseen la propiedad evoquen la respuesta mientras que otros estímulos no. Pero la inducción (o generalización) no es una actividad del organismo, es simplemente un término que describe el hecho de que el control adquirido por un estímulo es compartido por otros estímulos con propiedades comunes o, para decirlo de otro modo, que el control es compartido por todas las propiedades del estímulo tomadas por separado. Y luego

afirma que las respuestas abstractas sólo se adquirirán cuando un agente reforzador así lo disponga, ya que en las contingencias naturales raramente, una respuesta queda bajo control de una propiedad aislada.

De esta forma, un maestro que enseñe con éxito es aquel que haya preparado y realizado contingencias eficientes de reforzamiento., en forma selectiva y deliberada, cuyo efecto es cambiar las respuestas existentes en el repertorio del aprendiz.

Los maestros traían de llevar a sus alumnos de donde ya conocen a lo que debieran conocer. Esto puede realizarse de muchas maneras, pero una de ellas es programando la instrucción. La programación es el proceso de disponer lo que el alumno debe aprender en una serie de etapas, dispuestas para hacer avanzar al estudiante desde lo que ya conoce hasta lo que ignora respecto a principios nuevos y más complejos.

No se puede decir que "programación" y "conductismo" sean lo mismo, pues todas las teorías que usan un enfoque sistemático para organizar ambientes de aprendizaje insisten en la necesidad de "programar" en el sentido de descomponer aquello que se desea enseñar en sus partes constituyentes, para que una vez que se tiene identificada la estructura que subyace, escoger un programa o ruta de acción. Lo que hace conductista una programación es el tratamiento que se da al alumno para conducirlo de donde se supone que está a donde se desea llevarlo. La teoría del reforzamiento y la programación en pequeños pasos, son las herramientas básicas que utiliza el conductismo para esto.

La aplicación de esta teoría la considero exitosa cuando se trata de habilidades, como conducir un vehículo, y en general, cuando se quiere que la aplicación del conocimiento sea "automática", sin requerir mucho razonamiento, por ejemplo el

aprendizaje de vocabulario y modismos en idiomas. Desdichadamente algunos profesores han utilizado el conductismo donde no debiera, en áreas que están en el currículo, más que como herramienta, para aprender a pensar, y esa no es una fortaleza del conductismo.

El problema que me incumbe es que los estudiantes se acostumbraron a la "mecanización", entonces un ejemplo de un tema no es suficiente para ellos, sino que deben darse ejemplos hasta la saciedad, y cuando el profesor sólo da un ejemplo o dos de un tema, los estudiantes consideran que no es importante. Lo peor de todo es que no se aplica el conductismo adecuadamente (ya que Skinner previó situaciones de excepción, pero que consume tiempo para el profesor), si lo que se quiere es que el estudiante aprenda a integrar, por ejemplo, se escogen los siete casos que el profesor considera más comunes, y se dan una treintena de ejercicios de cada uno, y eso mecaniza, no enseña. Otra consecuencia importante de esta metodología para enseñar a resolver problemas, es que si se varía alguna condición del problema, ya no lo reconocen, no saben cómo resolverlo, "no se lo enseñaron". Afortunadamente este tipo de metodologías está desapareciendo, pero quedan traumatismos.

El conductismo buscaba una teoría unitaria del aprendizaje, pero fue incapaz de elaborarla. Esto lo descalifica como programa, progresivo, en términos de Lakatos.

La Psicología Cognitiva

Las nuevas teorías de la comunicación, la lingüística y la cibernética hacen que el Conductismo entre en crisis y sea sustituido por el procesamiento de información que se apoya en la metáfora del computador, pero que ha abandonado las investigaciones sobre

aprendizaje, por lo que es poca la posibilidad de que algún día el procesamiento de información nos proporcione una teoría del aprendizaje potente y comprensiva.

Se llamaron psicologías cognitivas al conjunto de enfoques que no aceptan reducir el sujeto de estudio a las simples conductas, sino que se interesan por el problema de la significación, refieren la explicación de la conducta humana a procesos y disposiciones de naturaleza mental, para los que reclama un discurso propio. Esto no quiere decir que todas las Psicologías Cognitivas se puedan llamar constructivistas. Por ejemplo el Aprendizaje Significativo de D.Ausubel, que dio origen a la técnica de los Mapas Conceptuales (Novak) y la V-heurística (Gowin) es cognitiva sin ser derivada de los planteamientos piagetianos; del Aprendizaje por Descubrimiento de J.Bruner se puede decir lo mismo; otro tanto se puede afirmar de la propuesta de Zonas de Desarrollo Próximo de L.Vygotsky.

La revolución cognitiva, que constituyó una respuesta a las demandas tecnológicas de la revolución postindustrial, la inicia G.A.Miller en 1956 con su artículo "El mágico número siete más o menos dos. Algunos límites de nuestra capacidad para procesar información", que basado en la "Teoría de la Comunicación" de Shannon analizaba el número de elementos de información que el humano puede manejar. Coincidió con la presentación de "La máquina de teoría lógica" donde Simón y Newell presentaban un programa de computador capaz de demostrar un teorema. Ese mismo año Chomsky publica sus "Estructuras sintácticas" donde propone una lingüística basada en reglas formales sintácticas muy próximas a las formulaciones matemáticas. También en 1956 se publicó "Un estudio del pensamiento" de Bruner sobre solución de problemas y adquisición de conceptos artificiales.

Como padre del constructivismo se puede señalar a Piaget, quien estudió las relaciones entre la maduración biológica y el desarrollo psíquico, cuyas investigaciones sobre los invariantes perceptivos y las conservaciones marcaron una revolución en la psicología contemporánea, investigaciones por las que se muestra que incluso las creencias más simples y universales sobre la realidad son una elaboración cognitiva, por lo que el mundo en que vivimos dista de ser un mero producto de nuestras impresiones sensoriales. Es demostrable que si nos dejáramos guiar por esas impresiones sensoriales, nos descontrolaría el cambio tan grande que ocurriría por un desplazamiento en cualquier dirección, que haría que todo el mundo perceptivo que nos rodea cambiara y dejara de ser el mismo.

También demostró que algunas de las categorías fundamentales de la realidad no están en la realidad sino en nuestras propias mentes. A la vez descubre el carácter necesario de dichas categorías, pues si no las utilizáramos para ver el mundo a través de filtros, viviríamos en esa ruidosa confusión de la primera infancia, pues al no categorizar el mundo, cada hecho o estímulo sería completamente nuevo para nosotros, y seríamos esclavos de lo particular Bruner (1978).

Los conceptos nos evitan la angustia de la eterna tabula rasa y cumplen entonces dos funciones esenciales para la supervivencia: de un lado proporcionan organización en un mundo que de otra manera sería caótico, nos reduce la complejidad del entorno al identificar los objetos que hay en el mundo; del otro lado, tienen una función de predicción lo que nos reduce la necesidad de un aprendizaje constante. Ambas funciones nos permiten generar escenarios, modelos mentales, o teorías implícitas o explícitas, que no solo nos permite identificar o descubrir la realidad, sino explicar y predecir lo que

pasará a continuación, y esto nos permite adaptarnos al ambiente, y aquellos hechos no previstos en nuestros modelos explicativos son los que obligan a generar conceptos nuevos, a modificar nuestro sistema conceptual.

En un concepto se debe distinguir entre referencia y sentido; la referencia tiene que ver con los hechos y objetos del mundo que designa, y el sentido señala su relación con otros conceptos. Es tradicional definir el concepto "desde abajo", a partir de sus atributos, o "desde arriba", según su relación con el resto de conceptos de la teoría.

Además del lugar en la estructura, los conceptos poseen una estructura interna. Según la concepción clásica o forma, un concepto está constituido por una serie de atributos necesarios y suficientes. Según la concepción probabilística los conceptos tienen una estructura difusa, no existiendo atributos necesarios ni suficientes que los definan Pozo(1987).

En las teorías de comprobación de hipótesis Bruner(1978) se presentan unos descubrimientos que muestran cómo las posiciones conductistas resultaban insostenibles en varios puntos, por lo que se propone la idea de que al aprender un concepto, lo que hacen los sujetos es comprobar hipótesis de modo sucesivo o simultáneo. Parten de que el sujeto dispone de un banco de hipótesis potenciales al comienzo del problema; en cada ensayo la persona hace un muestreo de una ó más hipótesis de entre las disponibles y responde sobre esa base; si la hipótesis elegida lleva a una clasificación correcta del estímulo, se mantiene, pero si no, es rechazada y sustituida por otra u otras del conjunto. Dependiendo de cómo se presenten los conceptos, los sujetos utilizan estrategias diferentes, unas son más eficaces que otras en la comprobación de las hipótesis, pero raramente un sujeto acude a una búsqueda aleatoria.

En las investigaciones se han venido utilizando conceptos artificiales, que adoptan la concepción clásica, según la cual un concepto queda definido por un conjunto de caracteres necesarios y suficientes. La falta de acogida de estas teorías radica más en la metodología utilizada, que carece de generalidad, debida probablemente a la definición clásica de concepto de la que partieron, y que conduce a que el humano extrae su conocimiento de la realidad mediante la aplicación de reglas lógicas, idea que ha sido ampliamente desacreditada en la psicología del pensamiento. Vale la pena subrayar que lo único que se puede hacer mediante un proceso de comprobación de hipótesis es "fijar" o seleccionar creencias dentro de un campo previamente definido, por lo que no pueden explicar cómo se adquieren los conceptos, los significados nuevos, confirmando las limitaciones de asociacionismo como teoría del aprendizaje.

Las teorías probabilísticas de los conceptos se basan en que los conceptos no tienen una estructura determinística asimilable a una lógica de clases, sino en la existencia de un mecanismo automático de categorización de estímulos basado en prototipos. Se rechaza la concepción clásica de que todos los ejemplares de un concepto tienen una serie de atributos comunes, mientras que esos ejemplares dentro de un mismo concepto los unía un cierto parecido familiar, y los atributos de los ejemplares de un concepto no los tiene en forma de todo o nada, sino en grados o probabilidades, y todos los ejemplares tendrán uno o varios rasgos comunes si se les compara dos a dos, pero puede no haber un rasgo común a todos ellos. Las fronteras del conocimiento son difusas, pudiendo atribuirse una misma instancia a más de una categoría, en función del contexto.

El mundo percibido no contiene atributos independientes entre sí, sino que se rige por tres principios:

- Los atributos no ocurren independientemente y por separado, sino que mantienen una estructura correlacional.
- Existe una estructuración vertical en diferentes niveles de abstracción.
- La estructura correlacional del mundo no es perfecta y se ve completada mediante su representación en forma de prototipos, y unos ejemplares serán más prototípicos que otros, que serán como las medidas de tendencia central de la categoría.

Los tres niveles principales se han llamado supraordenado (ej. mueble), básico (ej. silla) que es el más utilizado, y subordinado (ej. reclinomática). El aprendizaje de conceptos se inicia por la adquisición de prototipos del nivel básico.

No solo hay discrepancia en cuanto a la estructura de los conceptos, sino también respecto a su realidad, pues hay quienes afirman que los conceptos están en la realidad y el sujeto se limita a extraerlos o detectarlos, otros consideran que los conceptos son invenciones útiles que no están en la realidad. Estas posiciones implican la forma como deben adquirirse los conceptos, pues para quienes los conceptos son reales, son partidarios del aprendizaje de conceptos por abstracción o inducción, ya que basta tener mecanismos para detectar las covariaciones existentes en el medio y por lo tanto las teorías de la abstracción son teorías del aprendizaje por asociación. En cambio, si los conceptos son invenciones, se construirán por procesos más complejos, por reestructuración de conceptos previos en la mente del sujeto.

Teoría de la Equilibración

Jean Piaget distinguía entre aprendizaje en sentido estricto, porque se adquiere del medio información específica, y el aprendizaje en sentido amplio, que consistiría en el progreso de las estructuras cognitivas por procesos de equilibración. El proceso cognitivo no es consecuencia de la suma de pequeños aprendizajes puntuales, sino regido por un proceso de equilibración. Este proceso es el equilibrio cada vez mayor entre los procesos de asimilación y acomodación, tiene su mayor aplicación al explicar no solo cómo conocemos el mundo en un momento dado, sino también cómo cambia nuestro conocimiento sobre el mundo.

Esta teoría asume una posición netamente constructivista, pues el conocimiento es una construcción del individuo, y los procesos mencionados son ambos constructivistas. La acomodación explica la tendencia de nuestros conocimientos o esquemas de asimilación a adecuarse a la realidad, además explica el cambio de esos esquemas cuando esa adecuación no se produce.

Es importante tener en cuenta el caso de los aprendizajes naturales, en los que el individuo construye por descubrimiento, los conceptos básicos, ya que los conceptos sobresalientes difícilmente pueden ser descubiertos por el individuo.

Piaget también identificó patrones de desarrollo cognoscitivo asociados a patrones de desarrollo orgánico (recuérdese que Piaget era biólogo). Concluyó que el niño se desarrolla pasando por unos estadios propios de cada edad: sensorio-motor, pensamiento simbólico, pensamiento intuitivo, operaciones concretas, y operaciones formales. Esta teoría prácticamente dividió en dos la Pedagogía, pues explica las capacidades de los niños para aprender, aunque debe entenderse bajo dos puntos de vista: primero, la edad

biológica no determina exactamente la edad mental de una persona, pues depende de muchos otros factores; segundo, en una misma persona las diferentes áreas del pensamiento no se encuentran en el mismo estadio.

Esto nos hace pensar que el aprendizaje no puede ir al mismo ritmo para todos los estudiantes de un grupo, aunque estén en el mismo nivel, y esa diferenciación es precisamente la labor del maestro. Creo que cada tema se debe tratar inicialmente para la mayoría, y luego observar cómo fue recibido por cada estudiante, y preparar material extra para quienes sobresalgan y deseen ir más allá de lo básico, y refuerzos, lecturas adicionales, talleres, y otros recursos para quienes no fue suficiente la clase inicial, teniendo en cuenta que estos alumnos que no entendieron inicialmente, no son los malos, ni es una pérdida de tiempo insistir con ellos, que una vez que logren captar los conceptos, pueden resolver problemas igual o más complicados que los estudiantes promedio.

Zonas de desarrollo de Vigotsky

Este autor define el aprendizaje como "un proceso constructivo social y comunicativo que proporciona elementos para interpretar y dar respuesta a las dificultades que surgen durante el proceso" Mull(1993)

Claramente los conocimientos, las habilidades y las destrezas se manejan primero en el plano social y después pasa al plano individual, incorporando una fuerte influencia del mundo social. Para él el sujeto ni imita los significados, ni los construye, sino que los reconstruye. El proceso de aprendizaje consiste en una internalización progresiva de

instrumentos mediadores, por lo que se inicia en el exterior, por procesos de aprendizaje que más adelante se transforman en procesos de desarrollo interno.

El aprendizaje se da en dos niveles, uno de desarrollo efectivo que representaría los mediadores ya internalizados por el sujeto, es decir., expresa las funciones que ya han madurado en las estructuras cognitivas del sujeto; el otro nivel es el de desarrollo potencial, que está constituido por lo que el sujeto sería capaz de hacer con ayuda de otras personas o de instrumentos mediadores, es decir, que está en proceso! de maduración. La diferencia entre estos dos da como resultado la zona de desarrollo próximo. "La zona de desarrollo próximo es la distancia entre el nivel de desarrollo real determinado por la capacidad de resolver problemas de manera independiente, y el nivel de desarrollo potencial, determinado por la capacidad de resolver problemas bajo la orientación- de un- adulto".Mull(1993)

El desarrollo humano lo considera Vigotsky en relación con las interacciones que el individuo mantiene con quienes lo rodean. El desarrollo se orienta hacia la transformación de las relaciones sociales en funciones mentales; las funciones mentales se forman en el ámbito colectivo como relaciones entre los niños, luego entre los compañeros de estudio, y después se convierten en las funciones mentales del individuo.

Esta capacidad para interactuar con sus pares se debe aprovechar en la clase, haciendo que se discutan asuntos del mundo exterior a la escuela y que serán de uso cotidiano, como son los conceptos estadísticos. Dedicar una clase a discutir unas elecciones y las encuestas relacionadas, otra al índice de precios al consumidor, otra a las variaciones del peso, el dólar, los índices de bolsa, las predicciones de crecimiento

económico,... es altamente provechoso, pues los alumnos le ven aplicación práctica a la materia, entienden mejor las noticias, se sienten más ciudadanos.

Vigotsky promovía que la forma más efectiva para producir un cambio en la zona de desarrollo próximo, es con el juego y la capacidad de ejercer la imaginación. "El juego engendra una zona de desarrollo próximo; es en el juego donde son posibles los logros más grandes del niño. Lo esencial del juego es que en él se crea una nueva relación entre el campo del significado y el campo visual" Mull(1993). Supongo que no solo es aplicable a niños, y para complementar esto debemos desarrollar en el alumno la capacidad de utilizar ayuda de los demás, de formular preguntas, de buscar ayuda y utilizarla.

Algunas de las discusiones en clase deben ser lúdicas, y una manera es formar grupos y establecer alguna clase de competencia entre ellos; para eso nada más propicio que un juego gerencial. Esta será nuestra próxima meta.

Hasta este momento no hay conceptos relacionados con tu tema de investigación. La información incluida tiende a otro tipo de tema.

El Aprendizaje Significativo, David Ausubel

La importancia del Constructivismo radica en que se ha establecido un método de investigación para averiguar cómo las personas van construyendo las estructuras que soportan los objetos de conocimiento que se tratan en la vida cotidiana y en la escuela. Este método de investigación sobre las creencias de los alumnos ha demostrado en el aula su eficacia para promover el aprendizaje con autonomía por parte del alumno, quien construye sus propias estructuras cognitivas, y no en la recepción pasiva de los

conocimientos. Básicamente consiste en una adaptación del "método clínico" de los psiquiatras donde el investigador-docente conversa libremente con el alumno, conservando así las ventajas de una charla adaptada a cada alumno, destinada a permitirle el máximo posible de toma de conciencia y de formulación de sus propias actitudes mentales.

En lo referente al aprendizaje escolar Ausubel (1993) lo clasifica en aprendizaje por recepción y aprendizaje por descubrimiento. Se da aprendizaje por recepción cuando los conceptos que adquiere el alumno le son dados y se le presentan en forma final; y puede darse aprendizaje por descubrimiento cuando el alumno descubre por sí mismo el contenido principal de lo que se va a aprender y lo incorpora a su estructura cognoscitiva. Esta última categoría se logra en pocas ocasiones, y la primera se debe evitar pues el alumno no se interesa por investigar, se vuelve perezoso, se acostumbra a "tragar entero", y eso es atrofiante.

También clasifica el aprendizaje en memorístico y en significativo. Aprendizaje memorístico, mecánico ó por repetición es aquel en el que la tarea de aprendizaje consta de puras asociaciones arbitrarias, el alumno carece de los conocimientos previos relevantes y necesarios para el nuevo aprendizaje, además de que adopta una actitud de internalizar de modo arbitrario y al pie de la letra; generalmente se produce cuando el alumno incorpora el material para poderlo reproducir en una próxima oportunidad; de otra parte, el aprendizaje significativo se da cuando las ideas son comprendidas por el alumno en el proceso de internalización, es decir si la tarea de aprendizaje puede relacionarse de modo no arbitrario y sustancial y no al pie de la letra, con lo que el

alumno ya sabe, y este adopta la actitud favorable de aprendizaje infundiendo un significado propio a los contenidos que asimila.

De acuerdo con lo planteado por la teoría de aprendizaje significativo, "las personas piensan con conceptos" y elaboran representaciones sobre ellos, que deben ser conocidas por el docente para propiciar la elaboración de su significado.

Para que haya un aprendizaje significativo, esta teoría postula un conjunto de requisitos que guiaron el proceso de observación directa en esta investigación:

- Los conceptos que se van a aprender deben ser potencialmente significativos, es decir, suficientemente no arbitrarios y sustanciales para poder ser relacionados con las ideas relevantes que tiene el alumno. Lo anterior implica que el material debe tener significatividad lógica, es decir estar compuesto por elementos organizados en una estructura cuyas partes se relacionen entre sí de modo no arbitrario.
- La existencia en la estructura cognoscitiva del alumno de ideas relevantes necesarias que puedan ser relacionadas con los nuevos conocimientos; esto condiciona la escogencia de un material que tenga significatividad psicológica. El alumno debe poseer ideas incluseras con las cuales se pueda relacionar el nuevo material.
- El alumno debe manifestar una disposición significativa hacia el aprendizaje, lo que implica que asuma una actitud activa mental. Los factores internos del alumno que lo llevan a esa actitud se refieren a: las variables de la estructura cognoscitiva, pues lo que ya sabe el alumno y la profundidad de sus conocimientos, influyen en la disposición personal para nuevos aprendizajes; la etapa del desarrollo intelectual y emotivo del alumno; los factores motivacionales y actitudinales que tienen que ver con el deseo de aprender, el interés por los contenidos, el estado de alerta, el nivel de

esfuerzo, la persistencia, y la concentración.

Esta teoría rompe la falacia de que afirma que, contraria a la enseñanza tradicional, está la "enseñanza activa", sustentada en la falta de diferenciar los procesos de aprendizaje de las estrategias de enseñanza. También queda claro que la forma de enseñanza no determina el tipo de aprendizaje.

Nótese que las diferencias individuales hacen que no haya material universal, que todos los estudiantes aprovechen igual. Esto se corrige utilizando múltiples estrategias, una vigilancia permanente del docente hacia el progreso individual de cada alumno, remitiendo procesos para aquellos que no han alcanzado las metas, aunque hay casos en que no se tendrá éxito total.

En la propuesta de Ausubel, Novak y Hanesian Ausubel (1993) se plantean para efectos de evaluación de los conceptos que tienen los alumnos, el uso de los mapas conceptuales y las redes semánticas Hans(1988), y Aebli plantea las metodologías desarrolladas a partir de la teoría constructivista Hans (1998).

David Ausubel parte de la distinción entre el aprendizaje y la enseñanza. Analiza el aprendizaje desde dos dimensiones, el tipo de aprendizaje realizado por el alumno, y la estrategia de instrucción planificada para fomentar ese aprendizaje, dimensiones por demás independientes entre sí, aunque interactúan, ambas continuas y no discretas, que se resumen en la figura siguiente, donde los ejes son continuos, aunque se han marcado unos puntos, y los valores interiores son situaciones "ejemplo":

Figura 2 Clasificación de las situaciones de aprendizaje Ausbel

Aprendizaje significativo	↑ tipo de aprendizaje	Clarificación de relaciones entre conceptos	Enseñanza por tutoriales buenos	Investigación científica
		Conferencias ó presentaciones de textos	Trabajo escolar en el laboratorio	Investigación académica
		Tablas de multiplicar	Aplicación de fórmulas para resolver problemas	Solución a rompecabezas por prueba y error
Aprendizaje memorístico por repetición		→ estrategia de instrucción		
		Aprendizaje por recepción	Aprendizaje por descubrimiento guiado	Aprendizaje por descubrimiento autónomo

En el eje vertical se oponen el aprendizaje memorístico y el significativo. En el eje horizontal están las estrategias de instrucción y en sus extremos están la enseñanza por exposición, donde el maestro da todo el conocimiento ya procesado, y el descubrimiento autónomo, donde el alumno es el gestor de su propio aprendizaje.

En esta investigación se utilizan ambos tipos de aprendizaje, por recepción y por descubrimiento, y se busca la mejor combinación de los dos, pero se requiere que dicho aprendizaje sea significativo. Se está considerando que el aprendizaje es un proceso en el que un individuo construye un significado interpretativo propio del mundo y sus elementos que lo rodean; adquiriendo conocimientos, desarrollando destrezas y habilidades, que le permiten interpretar su mundo y responder a las dificultades que encuentra, este aprendizaje le permite llegar a ser autónomo.

El proceso de asimilación que está presente en el aprendizaje significativo se puede realizar según Ausubel como aprendizaje subordinado, aprendizaje supraordenado, y el aprendizaje combinatorio.

El aprendizaje subordinado que se produce cuando las nuevas ideas son relacionadas subordinadamente con ideas de mayor nivel de abstracción, generalidad, e inclusividad. A estos conceptos ó ideas de mayor nivel los llama "inclusores", sirven de base a los nuevos conceptos, y se van modificando y desarrollando con el aprendizaje significativo en un proceso de diferenciación progresiva que produce una estructura cognoscitiva organizada jerárquicamente de arriba a abajo.

El aprendizaje supraordenado que se da cuando las ideas relevantes existentes en la estructura cognoscitiva del alumno son de menor nivel de generalidad, abstracción e inclusividad que los nuevos conceptos a aprender, y sucede cuando el sujeto integra los conceptos ya aprendidos dentro de un nuevo concepto integrador más amplio e inclusivo.

Mientras que en el aprendizaje combinatorio los nuevos conceptos pueden relacionarse de una forma general con la estructura cognoscitiva ya existente, y no en forma subordinada ni supraordenada con ideas específicas en la estructura existente en el alumno.

En el aprendizaje significativo supraordenado o en el combinatorio, las modificaciones producidas en la estructura cognoscitiva del sujeto permiten establecer nuevas relaciones entre conceptos y a este proceso se le denomina "reconciliación integradora".

El confrontar los conocimientos que tienen los alumnos con las concepciones presentadas por el profesor, permitirá diseñar estrategias que propicien el aprendizaje significativo del concepto de Esperanza Matemática y otros relacionados, haciendo que el conocimiento sobre la construcción de este concepto se enriquezca.

El procesamiento de la información

Es un paradigma importante dentro del enfoque cognitivo actual, aunque son muchas sus insuficiencias, limitaciones y promesas incumplidas. Pero en el área del aprendizaje no se puede acreditar el predominio del enfoque cognitivo sobre el conductual, juzgando por los contenidos de los manuales más usuales en psicología del aprendizaje que siguen teniendo un enfoque conductual.

La psicología cognitiva, basada en un enfoque computacional, está cada vez más interesada en el estudio del significado como la base de toda la estructura cognitiva. La mayor parte de las teorías del aprendizaje que se están desarrollando con orientación cognitiva se ocupan de la forma como se adquieren los significados. En casi todas las áreas de estudio del aprendizaje se ha llegado a la convicción de que la conducta y el conocimiento de los sujetos están determinados por el significado que atribuyen a sus propias acciones y a los cambios ambientales.

El rumbo del procesamiento de información adoptado por la psicología cognitiva, es un enfoque diferente de la posición racionalista y constructivista de la psicología europea, hasta el punto que ha sido llamada "conductismo subjetivo", y que es un enfoque más restrictivo, porque propone que las representaciones que determina la conducta del sujeto, estén constituidas por algún tipo de cómputo; unas pocas

operaciones simbólicas relativamente básicas, tales como codificar, comparar, localizar, almacenar, etc., pueden dar cuenta de la inteligencia humana y la capacidad para crear conocimientos, innovaciones y tal vez expectativas respecto al futuro.

La aceptación de la analogía entre la mente humana y un computador indujo la concepción del ser humano como procesador de información. La idea central es que tanto el hombre como el computador son sistemas de procesamiento de propósitos generales, funcionalmente equivalentes, que intercambian información con su ambiente mediante la manipulación de símbolos, dándole a la información un significado matemático muy preciso de reducción de la incertidumbre.

El estudio de las representaciones ha generado teorías de la memoria, que se considera la estructura básica del sistema de procesamiento. Se aceptan procesos cognitivos causales, como los procesos de atención, los procesos y estructuras de memoria, etc., y defiende la interacción de las variables del sujeto y las variables de la tarea o situación ambiental a la que está enfrentado el sujeto, convirtiéndose éste en un procesador activo de información, que busca y reelabora información activamente.

El supuesto fundamental, llamado descomposición recursiva de los procesos cognitivos, explica que cualquier proceso cognitivo se comprende reduciéndolo a las unidades mínimas de que está compuesto. Estas unidades se unen entre sí hasta constituir "programas", y son de carácter discreto, no continuo, y consumen tiempo de un modo serial, aditivo e independientes entre sí, dado que la naturaleza de una de esas computaciones no afecta al tiempo consumido por las restantes; por ejemplo, en los modelos de memoria semántica, el tiempo de procesamiento es función del número de nodos o del

"espacio" recorrido, y de la frecuencia de activación de esos nodos, pero no de su contenido o naturaleza.

De lo anterior podemos deducir que tanto los programas de computadora como el funcionamiento cognitivo humano están definidos por leyes exclusivamente sintácticas, son sistemas lógicos o matemáticos de procesamiento de información, constituidos exclusivamente por procedimientos formales. Esto implica que la lógica computacional es suficiente por sí misma para representar cualquier conocimiento.

No parece que la teoría del procesamiento de información tome en cuenta la cultura, el desarrollo cognitivo, el aprendizaje y la afectividad, por lo que se pone en duda su capacidad de proporcionar una teoría de la mente. Una explicación satisfactoria de la mente debería tomar en cuenta la existencia y el funcionamiento de la conciencia, la intencionalidad la subjetividad de los estados mentales, y la existencia de una causalidad mental, a la que se puedan atribuir efectos causales de la conducta humana a los procesos mentales.

Existen en el procesamiento de la información conceptos que pueden asimilarse a la conciencia, como son la atención selectiva, los procesos de control y la memoria de trabajo o a corto plazo, aunque explicarían la parte pasiva o mecánica de la conciencia, y no su dimensión constructiva, tan importante para Piaget.

Respecto a la intencionalidad, se halla presente en las secuencias medios-fines y en el establecimiento de metas y objetivos, pero muy cerca al conductismo, ya que los sistemas de procesamiento no tienen propósitos ni intenciones, únicamente la satisfacción de ciertas características "dispara" la búsqueda de ciertas metas, como un programa de computador que no tiene intenciones sino que se halla reforzado por las consecuen-

cias. Debe recordarse que la intencionalidad no se puede referir solamente a la causalidad, sino que debe incluir explicaciones ideológicas o finales.

Al no admitir la intencionalidad, mal puede el procesamiento de información asumir la subjetividad de los estados mentales, subjetividad que alude a la existencia de contenidos cualitativos en la conciencia. Es más, es difícil que pueda siquiera dar cuenta de la existencia de estados mentales, dado que éstos tienen un carácter semántico mientras que todos los procesos mentales postulados son sintácticos.

Respecto a la causación mental, el procesamiento de información remite la explicación de las acciones y representaciones humanas a entidades mentales como la memoria a largo plazo, filtros atencionales, capacidades de procesamiento limitadas, las estructuras de conocimiento de los sujetos, etc., pero no puede explicar el origen de esas estructuras de conocimiento que determinan la conducta.

Este subconjunto de constructivismo, puede explicar microfenómenos, pero no macrofenómenos, y eso le hace pasivo, dejando de lado aspectos como el aprendizaje y el desarrollo cognitivo, por lo que se aminora su eficacia explicativa, pues aunque puede predecir una conducta específica, ya que la simulación puede ser replicada, lo que se puede replicar es predecible, mientras lo que no se pueda replicar es inexplicable, y se vuelve irrelevante. De esta forma, un producto de la inteligencia humana como el computador, se convierte en espejo de la misma inteligencia, y acaba siendo el modelo de la mente, aunque no tiene mente, como vimos no puede abordar el problema de la mente consciente, intencional, subjetiva y causal. Por eso algunos autores han definido el procesamiento de información como un asociacionismo computacional, muy cerca del conductismo, pues la aparición de las estructuras asociativas "mediacionales" complejas,

posibles por la extraordinaria capacidad de cómputo posibilitada por la cibernética, permite una memoria semántica constituida por redes asociativas; pero la diferencia entre ese asociacionismo y el conductista, es sólo cuantitativa.

La teoría del procesamiento de información se ha dedicado a estudiar la memoria, pero no propiamente el aprendizaje. Se ha ocupado de cómo se representa la información en la memoria, de las estrategias de retención en la memoria a corto plazo, del repaso, de los estudios sobre "aprendizaje verbal", de la hipótesis de los niveles de procesamiento, pero poco se ha interesado en la forma como se adquieren o modifican esas representaciones. Por lo que generar una verdadera teoría del aprendizaje a partir del procesamiento de información no es tarea fácil entonces, dadas las limitaciones del asociacionismo, principalmente su incapacidad para asumir la influencia de los contenidos en el aprendizaje, y la falta de coherencia u organización interna del sistema.

Un sistema de procesamiento de información opera mediante la manipulación de símbolos por medio de procedimientos sintácticos. Es paradójico entonces que los estados mentales tengan contenido y que los procesos mentales sean sintácticos. Una forma de resolver la paradoja es demostrar que los contenidos pueden ser reducidos a reglas de transformación, intentada por el mismo Piaget, cuando afirma que al alcanzar las operaciones formales, el pensamiento del adolescente queda liberado de las resistencias del contenido, convirtiéndose en un pensamiento exclusivamente preposicional, pero la evidencia ha mostrado que el pensamiento formal sigue sujeto a las influencias semánticas.

Otra forma es explicar cómo opera un computador teniendo en cuenta que los significados no pueden reducirse a reglas formales; la explicación es que el computador

no manipula símbolos sino señales, no manipula significados sino información; la información se mide en términos de probabilidad matemática o reducción de la incertidumbre, no es vehículo de conocimiento ni de comprensión como los verdaderos símbolos, mientras que los significados son cualitativos y necesitan una mente que los interprete.

Por eso una teoría del aprendizaje se convierte en una teoría de la fijación de creencias, pero no explica el origen del campo de creencias. Algunos teóricos afirman que el único origen posible de esas creencias es el innatismo, que nos trae otros problemas insolubles, por lo que yo ni lo consideraría. Eso no nos indica que no puede haber una teoría del aprendizaje de conceptos, sino ninguna teoría asociacionista del aprendizaje de conceptos.

Un intento por corregir las falencias de la teoría del procesamiento de información ha sido el viraje con el cual se abandona el mecanicismo por el organicismo, donde la base epistemológica no es ya el realismo-empirismo, sino el racionalismo constructivista, pues el sujeto posee una organización propia; el enfoque no es el elementismo sino el holismo, pues la preocupación no es atomística por las partes sino por el todo; el sujeto deja de ser reproductivo de los conceptos y estático, y se convierte en dinámico y productivo, ya que el sujeto modifica la realidad al conocerla, y la actividad es inherente al sistema; el origen del cambio no es externo sino interno; la naturaleza del cambio no es cuantitativa sino cualitativa; y el aprendizaje no es por asociación sino por reestructuración. En esta nueva visión el sujeto interpreta la realidad proyectando sobre ella los significados que va construyendo, y se ve en la nueva teoría un rechazo explícito del principio de correspondencia de las representaciones con la realidad.

Modelos Pedagógicos

Un modelo pedagógico es un conjunto de estrategias para planear, organizar y desarrollar el proceso de aprendizaje con miras a lograr un desarrollo integral del alumno en sus dimensiones cognitivas, afectivas y comunicativas; esto es, el desarrollo de estrategias para que al alumno se le facilite apropiarse del conocimiento, que aprenda a aprender, que le dé sentido a su entorno y lo conceptualice, que pueda crear, recrear, internalizar lo que ha recibido, que pueda establecer diferencias y categorías con voluntad, dinamismo y entusiasmo.

Elementos del Modelo Pedagógico

Basado en los conceptos de la profesora Ruby Arbeláez (1996)

- El Alumno. El modelo pedagógico lo consideramos centrado en el alumno, quien debe favorecer su desarrollo, formar una persona investigativa, ética, autónoma, familiar, creativa, analítica, crítica, democrática, activa, sociable, política, afectiva, cultural, espiritual, y libre.
- Metas. Saber qué y cómo aprenden los estudiantes, cómo llegan al conocimiento, con el propósito de orientarlos en su proceso de aprendizaje en forma significativa en un ambiente lúdico y que tenga en cuenta sus individualidades y sus ideas previas. Debe buscar el desarrollo integral del alumno.
- Propósito: La educación debe buscar la formación integral del alumno, de forma que se desarrolle como una persona libre, responsable, creativa, interesada en la interrogación del mundo y del contexto, en la cultura, en la ciencia, la tecnología y la historia. Que le guste y sepa trabajar cooperativamente con sus compañeros.

- **Métodos.** El alumno debe ser el centro del proceso educativo, y el maestro debe ser el guía, el orientador, facilitador de los procesos de aprendizaje, el que acompaña al estudiante en el descubrimiento y la reconstrucción del conocimiento, teniendo en cuenta su nivel de desarrollo evolutivo y potencial, sus conceptos previos. Deben favorecer las operaciones de análisis.
- **Ambiente.** El ambiente en el que se desarrollan los procesos de enseñanza y de aprendizaje debe ser agradable, acogedor, participativo, de libertad, de reconocimiento del otro como persona pensante y actuante, de respeto a la espontaneidad, a las experiencias anteriores y al potencial individual, de forma que el estudiante adquiera habilidades y destrezas en la comprensión, el análisis, la síntesis, la construcción de conceptos, la solución de problemas, la interacción con los demás, con la cultura, y con su entorno.
- **Evaluación.** Los procesos de evaluación deben estar orientados a la comprensión de logros en el desarrollo de los procesos cognitivos y de destrezas y habilidades para el desempeño individual, social y cultural, y deben tener en cuenta el desarrollo del alumno y la utilidad de los nuevos saberes y destrezas. Deben ser continuos e integrales, que expresen los avances y las dificultades. Deben ser justos, transparentes y las reglas o criterios deben fijarse y ser conocidos por los alumnos antes de iniciarse el proceso. Deben favorecer la formación de un pensamiento sistémico y global.
- **Retroalimentación.** Debe buscarse que la evaluación no sea solamente sumativa, sino que alimente un proceso de realimentación continuo, donde el alumno está mejorando revisando cada una de sus actuaciones, reforzando las deseables y corrigiendo las menos deseables, buscando un cambio de esquemas y estructuras cada

vez que sea necesario.

- Autoevaluación. El reconocimiento de aciertos y desaciertos debe ser una constante en el alumno, de tal forma que se haga parte de su modo de vivir.
- Contenidos. Con los criterios constructivistas, se buscará que se construyan conceptos con base en los anteriores, por lo que el maestro estará pendiente de revisar lo que sabe el alumno, para planificar no solo cada clase, sino cada actividad particular.
- El modelo pedagógico debe ser creado y modelado por el docente, por lo que no puede ser algo estático, sino que se debe ir perfeccionando y adaptando a la evolución de sus alumnos y de los recursos existentes, nutriéndose de los avances en psicología, la tecnología y las teorías del aprendizaje. Se cuenta con la creatividad y el dinamismo del maestro para hacerlo funcional o propio, que llene las expectativas y necesidades del estudiante en el aula y fuera de ella.

Características del Modelo Propuesto

Para que se cumplan las metas de propender por un aprendizaje significativo en los alumnos, que le permita al estudiante pensar, valorar y desarrollar habilidades y destrezas, Rafael Flórez plantea como principios (2009): las siguientes características:

- La libertad de expresión, para que el alumno exprese libremente lo que piensa sobre lo planteado en clase, que critique y dé posibles soluciones.
- La interacción alumno-profesor, que debe ser completa y constante, debe existir la camaradería, donde juegue papel importante el respeto, el diálogo, la afectividad y la objetividad.

- La formación integral, que el alumno pueda lograr pleno desarrollo de la personalidad, dentro de un proceso de formación física, intelectual, moral, espiritual, social, afectiva, ética, cívica, como principales valores humanos. Que se logre un equilibrio entre lo cognitivo, lo afectivo y lo psicomotor, que permita una correlación entre las diferentes disciplinas del saber y el contexto ambiental y socio cultural.
- La inducción a la formación del espíritu científico, que el estudiante desarrolle la capacidad crítica, reflexiva y analítica que favorezca el avance científico y tecnológico, de tal manera que pueda mejorar la calidad de vida dentro de su convivencia social, proponiendo alternativas de solución a los problemas que se le presenten.
- El respeto por las individualidades del alumno, que los contenidos sean definidos de acuerdo a las necesidades y características de la región, considerando las áreas establecidas en el pensum, e introduciendo algunos temas optativos, teniendo en cuenta los intereses particulares de los estudiantes, para que los alumnos pasen de ser objetos pasivos y receptores, a ser activos y forjadores de su propio conocimiento.
- El logro por parte del estudiante de la adquisición y la proyección de los conocimientos científicos y técnicos, mediante la apropiación de hábitos intelectuales adecuados para el desarrollo del ser.
- El uso de una bibliografía amplia sobre el tema a tratar, así las actividades o estrategias metodológicas propuestas llevarán al educando a explotar su capacidad dinámica y creativa, y podrán llevar a la práctica actividades o conocimientos que mejor se ajusten a sus necesidades.
- La enseñanza debe plantearse siguiendo el desarrollo evolutivo del estudiante, en

forma secuencial y organizada, de acuerdo a sus intereses y necesidades., sin coartarle su curiosidad. Que se enseñe partiendo de los conceptos que el estudiante ya tiene, según el nivel de desarrollo evolutivo y potencial cognitivo, utilizando los métodos analítico, deductivo y constructivista.

La activación de las zonas de desarrollo próximo, partiendo de los conocimientos previos del educando, y mediante la ejecución y realización de trabajos con participación de sus compañeros y ayuda del profesor, el alumno pueda interpretar y ejecutarlos por sí solo. Que se utilicen los recursos didácticos, audiovisuales, humanos y tecnológicos, ya que bien utilizados conducen al logro de las metas propuestas.

- Una enseñanza con calidad garantizada mediante la investigación científica, que el estudiante investigue, cree y adopte tecnología que se requiere en el proceso de desarrollo del país y pueda mejorar el sector productivo.
- El planteamiento de la autoevaluación, la evaluación debe permitir a la escuela y a cada uno de los actores comprender tanto los avances logrados en el proceso de formación, como su contribución a él; que el estudiante decida si el aprendizaje le fue significativo o no, que proponga solución a las deficiencias en algún tópico para que se sienta responsable por sí mismo, y actúe de conformidad, como mayor de edad en el sentido Kantiano.
- El uso de la retroalimentación, para que el educando reconozca los problemas y los correctivos, los aplique voluntariamente, entre en la cultura del mejoramiento continuo, aprenda de los errores, reflexione ante cada circunstancia.
- La actitud del .estudiante para reconocer y reconocerse sujeto de deberes y derechos, que el alumno participe en las decisiones que afectan la vida económica, política,

administrativa y cultural de la nación. Su conciencia de que forma parte de la nación, y que debe estar atento a reclamar sus derechos y a respetar sus deberes, que se desempeñe con responsabilidad e integridad dentro del grupo familiar y social en que se desenvuelve.

- La conciencia por parte del estudiante de la necesidad de la conservación, protección y el mejoramiento del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales.
- La valoración del trabajo como fundamento individual y social de la persona.
- La evaluación, como proceso continuo e integral debe comprender:
 - La observación pormenorizada de los logros alcanzados en un momento de finido previamente.
 - La reflexión de los resultados de la observación, debe ser tornada en cuenta para comprenderlos e interpretarlos a la luz de los principios, políticas y propósitos de la institución. La reflexión como método para la evaluación facilita la comprensión sobre el proceso de formación, teniendo en cuenta las metas, situaciones de aprendizaje y los logros alcanzados.
- La concepción de un currículo no como un conjunto de saberes y habilidades prescritos, sino como el ofrecimiento de experiencias a través de las cuales los saberes propuestos pueden ser construidos y las habilidades deseables pueden ser adquiridas. El profesor propone una hipótesis del conocimiento que sería deseable construir y un conjunto de problemáticas relevantes que interese investigar; los alumnos a su vez aportan su mundo de experiencias, concepciones personales, intereses y expectativas, y todos juntos, en un modelo abierto y flexible a la investigación, van desarrollando e implementando el currículo (Porlán 2007)

Esta presentación, u otra parecida, si se hace conocer de la comunidad académica, creo que propenderá por la calidad de la educación, porque a unos se les recuerda, otros lo toman como una promesa que vale la pena hacer cumplir, para otros son metas permanentes, que aunque no se están cumpliendo a cabalidad, tenerlas como guía, como la estrella hacia la que se dirige el marinero, ayuda a que seamos mejores cada día.

Software Educativo

Así como en todos los aspectos de la vida cotidiana nos encontramos con la Estadística, más involucrada está la informática. Sería mucho más fácil imaginarnos una actividad humana en donde no haya una fuerte influencia del computador. Una de estas actividades es la educación.

La informática y la educación (Corredor 1996)

El nivel de educación científico, tecnológico y cultural de un país influyen tanto directa como indirectamente sobre el desarrollo del país, y en general sobre el bienestar de sus habitantes. Hasta ahora no se daba la importancia adecuada, o por lo menos no se suministraban los recursos requeridos, pero esto ha cambiado, y ahora se dedican muchos recursos a la educación. Por tal motivo, se usan las tecnologías modernas para mejorar el proceso de la educación. Entre las herramientas más usadas actualmente está el computador, por lo cual ha surgido la expresión "informática educativa", la cual comprende la educación utilizando como apoyo sistemas computarizados.

Gracias a la ventajosa relación costo-beneficio de la informática educativa (causada principalmente por el descenso en el precio de las computadoras), a la facilidad

de utilizar sus productos en diferentes tiempos y lugares, y a la calidad del aprendizaje de los alumnos o iniciados en la cultura, la informática educativa tiene actualmente grandes posibilidades frente a otras formas de educación. Tanto así, que existe un clamor, tanto mundial como nacional por el uso de dicha metodología en todo proceso educativo.

De hecho, la comisión de Ciencia y Tecnología (Educación y Desarrollo 1994) hace énfasis en la necesidad de apoyar la educación a diversos niveles por medio de sistemas computarizados, tanto proveyendo redes que permitan acceso a bancos de información, como el acceso a materiales de aprendizaje, el uso de sistemas interactivos, y el uso de programas educativos que permita el avance en los procesos de aprendizaje. En ese mismo documento se asegura que "solo un aprendizaje adecuado asegura el desarrollo de nuestros conciudadanos, nuestras organizaciones y nuestra sociedad". Y esta necesidad no es solo en un nivel de la educación, sino en todas las etapas de la educación formal e informal, en la industria, en casos especiales como en personas discapacitadas o con problemas de aprendizaje, en fin, para toda persona y de todas las edades.

Pero la realidad nos muestra que es poca la disponibilidad de simuladores, juegos educativos, tutoriales adecuados, y sistemas de enseñanza computarizada y, lo peor de todo, la inmensa mayoría de los paquetes que se encuentran en el mercado son de dudosa calidad, muchos de ellos contraproducentes pues son "libros electrónicos" que tienden al conductismo, como el "PC Tutor" de México, que con gran despliegue publicitario se promovió el año pasado en las cadenas de supermercados, y es al que más acceso tiene la gente.

La relación entre computadores y educación es compleja, por la diversidad de matices que tiene, lo que nos dificulta decir cuál de los problemas relacionados es más importante; esto no quiere decir que sea incomprensible o complicada, pero inconcebiblemente no está lo suficientemente explotada en nuestro medio. Muchos profesores, incluso profesores de ingeniería de Sistemas, consideran que ese terreno debe dejarse a los "especialistas", por lo que vemos un concepto distorsionado en los alumnos, que no aplican la informática para resolver sus problemas cotidianos, sobre todo los académicos, sino que consideran que es un "instrumento para las grandes empresas".

Esto es especialmente crítico en la toma de decisiones. Algunos estudiantes de ingeniería consideran que la toma de decisiones es terreno "sentimental".

Esta falta de explorar los usos de la informática hace que muchos profesionales rechacen buenas tecnologías por no corresponder a lo tradicional, otros consideran que con adquirir equipos se arregla el problema, y lo peor es que ese pensamiento lo tienen las directivas del ministerio de Educación Nacional y muchos centros de educación, incluyendo todos los niveles.

La forma cómo los computadores se integren al aula depende de nuestro modelo pedagógico. Por ejemplo, si pensamos que la función del profesor es ser "un transmisor de conocimientos", ya estaríamos superados por los programas educativos actuales, como enciclopedias, cuentos, juegos educativos, tutoriales de muchas materias que vemos en el mercado, que no solo manejan más información de la que puede manejar el profesor, sino que permiten accesos múltiples y más rápidos, con recursos audiovisuales más ricos de los que tendría a mano el docente.

Pero si deseamos darle un sentido más significativo a nuestras actividades, el computador se puede convertir en un instrumento invaluable, pero nunca podrá reemplazar al consejero, al investigador, al maestro que evalúa y acompaña el proceso de aprendizaje del estudiante. Los computadores serán más útiles cuando los mismos maestros diseñemos el software que requerimos, y este diseño se haga de acuerdo con nuestras investigaciones en el aula. Para ello debemos conocer las posibilidades de este recurso tecnológico, sus efectos, sus limitaciones, además que la aplicación de este software en el aula debe estar supervisada por el docente, quien conoce sus alumnos.

El uso racional de las nuevas tecnologías potenciará la labor del maestro, al llegar adecuadamente al alumno, cosa que no requiere reconocimiento externo, pues para un maestro no hay mayor satisfacción que sus alumnos aprendan, que se formen para hacer una patria mejor. Los estudiantes se sentirán más motivados, se les disminuirá el tiempo empleado en cada tema, habrá mayor posibilidad de atención ya que quien no ha entendido un tema "se pierde" en el siguiente, y su motivación disminuye drásticamente.

Metodología de la Investigación

A continuación se describe la metodología usada para la investigación; la población participante; se comentan los instrumentos usados para la recolección de datos, se explica los pasos seguidos en la aplicación de los instrumentos de acuerdo con la metodología empleada y los criterios para realizar el análisis, la validez, la confiabilidad y la interpretación de los datos obtenidos.

Método

El enfoque metodológico para esta investigación es el cualitativa ya que permite analizar los fenómenos sociales que afectan al ser humano, Sandoval (2002), La investigación cualitativa se considera como un proceso activo, sistemático y riguroso de indagación dirigida. Tiene sus antecedentes en la Cultura grecorromana y se le conoce en sus obras de Herodoto y Aristóteles.

En este apartado se describe la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación, el enfoque del estudio es cualitativo - descriptivo; por cuanto la investigación tiene como objetivo general, describir las estrategias pedagógicas basadas en Tecnologías de la Información y la Comunicación –TIC- que se usan en la actualidad en la enseñanza de la estadística y que propician su aprendizaje significativo en el grado undécimo del Colegio Isidro Caballero Delgado de Floridablanca, del Departamento de Santander, Colombia

Taylor, y Bogdan, (1996) afirman que mediante el estudio descriptivo el investigador trata de transmitir, lo que percata de sus grupos o personas de estudio,

experimentando directamente los escenarios “los informantes ven las cosas desde el punto de vista de ellos”; estos autores aclaran que el estudio descriptivo no se escribe solo.

En todos los estudios los investigadores presentan y ordenan los datos de acuerdo con lo que ellos piensan que es importante, al realizar los estudios los investigadores toman decisiones sobre lo que deben observar, preguntar, registra decisiones que determinan lo que pueden describir y el modo en que lo describen (Taylor y Bogdan, p.153).

Ruiz Olabuénaga (1999 p.72) menciona que el diseño de una investigación cualitativa equivale a un intento de comprensión global; por muy limitado o reducido que sea el contenido del tema que aborda, es entendido siempre en su totalidad, nunca como un fenómeno aislado, disecado o fragmentado. El uso de la metodología de investigación cualitativa responde al modo de enfocar el problema de investigación. Dicha metodología comprende múltiples realidades y no consta de un solo método, si no que existen variaciones en ellos, los que van desde el uso de casos únicos, incluyendo la observación participativa, entrevistas formales e informales, como así también, presenta una visión del mundo holística, dado que percibe su quehacer (investigación) como una problemática integral. Desde la perspectiva descriptiva se pretende hacer un análisis subjetivo literario, donde prima la versión personal de la realidad y de la información.

En síntesis, lo que se pretendió con esta investigación fue específicamente describir las estrategias pedagógicas basadas en Tecnologías de la Información y la Comunicación –TIC- que se usan en la actualidad en la enseñanza de la estadística y que propician su aprendizaje significativo en el grado undécimo del Colegio Isidro Caballero

Delgado de Floridablanca, Departamento de Santander, Colombia. La investigación cualitativa permitió investigar a profundidad cómo los estudiantes ven el uso de herramientas tecnológicas en su aprendizaje, de manera que le permita adquirir, afianzar y/o mejorar el desempeño escolar.

Población y Muestra

En la investigación, el aula representa el escenario principal y se concibe como el recinto que alberga a unos protagonistas (docente y estudiantes) relacionados organizativamente cuyo medio principal de expresión es la interacción comunicativa, verbal y no verbal. El aula como escenario incluye, entonces, protagonistas, acciones y estrategias. Hernández (2010) muestra que, en el enfoque cualitativo, “es el análisis o conjunto de personas, contextos y eventos o sucesos donde se recolectan los datos sin que necesariamente sean representativos”

Los población de la investigación son estudiantes de undécimo grado del Colegio Isidro Caballero Delgado, Sede A, de la ciudad de Floridablanca, Santander Colombia. Jóvenes, adolescentes entre los 15 y 17 años de edad. Se trata de un grupo de 36 estudiantes, de los cuales 15 son de sexo femenino y 21 son de sexo masculino. Los estudiantes son de escasos recursos económicos. La mayor parte de los padres se desempeña como operadores de producción en la industria representativa de la ciudad como es el calzado, el comercio ambulante, la construcción y otras actividades con baja remuneración.

Ruiz Olabuénaga (1999) menciona que el muestreo utilizado en la investigación cualitativa, exige al investigador que se coloque en la situación que mejor le permita

recoger la información relevante, el muestreo se orienta a la selección de aquellas unidades y dimensiones que garanticen la mejor cantidad y calidad de la información.

La muestra seleccionada está conformada por un grupo de 15 estudiantes y un docente titular, lo que significa que es parte de una muestra accidental y no probabilística, para una muestra total de 16 personas. Así, la representatividad de la muestra permitirá sugerir el comportamiento y considerar que hay simultaneidad en los estudios de casos encontrados, en los datos y el análisis de los mismos, Hernández (2010), de tal forma que a partir de la información obtenida se pueden identificar aspectos que permitieron analizar los efectos que origina el uso del computador en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de estadística. De manera más específica, se adelantarán observaciones cuando se proceda a facilitar el aprendizaje del tema denominado esperanza estadística.

Instrumentos

Las estrategias más utilizadas para la recolección de datos en las investigaciones cualitativas son la observación, la entrevista, la revisión bibliográfica y la revisión de documentos. Para Hernández (2010), la recolección de datos sucede en ámbitos naturales y cotidianos de los participantes o unidades de análisis. En este caso, en estudiantes de secundaria de grado undécimo, en su vida normal, diaria y real, dentro del aula de clases y en el contexto matemático.

Para recabar información, el autor aplicó como estrategias de recolección de información las siguientes: la consulta bibliográfica, la observación directa, la entrevista semiestructurada y el cuestionario. Los respectivos instrumentos de recolección de

información fueron: para las consultas bibliográficas y documental, se empleó la ficha bibliográfica; para la observación directa de las clases, la libreta de campo y la lista de chequeo. En la libreta de campo, el investigador anotó lo que observó en las clases e incluyó su propio punto de vista sobre aquello que observó. La lista de chequeo se empleó para orientar la posterior clasificación de las estrategias pedagógicas entre los distintos paradigmas de la enseñanza. Por su parte, la entrevista semiestructurada se le aplicó a la población que fue objeto de estudio y empleó el cuestionario con las preguntas que sirvieron de base para la indagación. Esta estrategia permitió al entrevistador hacer contra preguntas en los casos en que fue necesario.

Por último, se aplicaron sendas pruebas, una inicial de diagnóstico y otra al final planificado del proceso de enseñanza. En todo este proceso, la indagación de aspectos como la metodología empleada por los maestros, los pre saberes de los estudiantes, las prácticas pedagógicas y el uso de las Tics, fueron indispensables para el análisis de los resultados.

Acerca de la observación, Yuni (2009) afirma que es “una técnica de recolección de información consistente en la inspección y estudio de las cosas o hechos tal como acontecen en la realidad (natural o social) mediante el empleo de los sentidos (con o sin ayuda de soportes tecnológicos), conforme a las exigencias de la investigación científica”. De la observación directa el mismo autor afirma que “Constituye un modo de recolección de datos que se asienta sobre la base de lo percibido por los propios sentidos del investigador. Consiste en el estudio de fenómenos que existen en su estado natural o se producen espontáneamente”. Realiza el análisis e inspección de fenómenos o acontecimientos que están presentes en el campo perceptivo actual, y que pueden

referirse a hechos o acontecimientos pasados o presentes”. Partiendo de estos conceptos es posible entonces afirmar que la observación directa a profesores y/o estudiantes permitirá conseguir anotaciones valiosas en cuanto al conocimiento y valoración que ellos poseen.

Sobre la entrevista, Giroux y Tremblay, (2004) afirman que permite medir los comportamientos de las personas y establecer relaciones de asociación entre variables estudiadas, en este caso relacionar el uso de herramientas informáticas y su efecto en el proceso de enseñanza-aprendizaje reflejadas en el mejoramiento del desempeño académico de los estudiantes de secundaria de undécimo grado en la institución objeto de estudio.

Se realizaron dos tipos de entrevistas, una dirigida a los estudiantes, y otra al docente, con preguntas abiertas, con el fin de determinar: dificultades en el aprendizaje del tema la esperanza en la asignatura de estadística, la didáctica de la estadística como factor de incidencia en el bajo rendimiento académico en matemáticas en especial en la asignatura estadística. Los estilos de aprendizaje de los estudiantes y su relación con la forma como aprenden la estadística. Cómo influyen los pre-saberes de los estudiantes en las dificultades evidenciadas en el manejo y operatividad de los números y su posterior aplicabilidad en la estadística. Cuáles son las estrategias metodológicas usadas para en el proceso de aprendizaje del tema la esperanza de la asignatura estadística. Los tipos de recursos pedagógicos usados para el proceso de enseñanza-aprendizaje de tema la esperanza de la asignatura estadística. Qué habilidades deben poseer los docentes y estudiantes para el manejo de las TICS.

De acuerdo con Pérez (2009) la entrevista “es el medio que permite la obtención de información de fuente primaria, amplia y abierta, en dependencia de la relación entrevistador entrevistado”. Por su parte, Puchol (2006) expresa que “No se sirve de un cuestionario fijo, ni plantea unas preguntas prefijadas, sino que sigue una especie de guía de entrevista en la que se detallan, no las preguntas, sino las áreas que han de ser exploradas.”

Como puede inferirse, la entrevista semiestructurada es ideal para la presente investigación, debido a que no se constituye en una camisa de fuerza para esta labor; por el contrario, dadas las características de este tipo de instrumento, el entrevistador puede ir alternando las preguntas que se han especificado en el documento, con aquellas que sean consideradas como relevantes para conseguir la respuesta al interrogante inicial. Algunos inconvenientes que son anotados por Pérez (2009) para la ejecución de este tipo de actividad y las cuales se deberán tener presentes para no caer en ellas son: las distracciones, los recelos mostrados por docentes y estudiantes, el empleo de expresiones confusas, interrogantes que puedan comprometer la estabilidad grupal o laboral, saltos bruscos o desorganización de los temas a indagar y la consejería.

Para establecer si el uso de la tecnología es pertinente para mejorar el aprendizaje significativo de la estadística, se procedió a aplicar una prueba diagnóstica en la institución objeto de estudio en la asignatura de Estadística y comprobar el cambio en el aprendizaje a partir de la comparación de resultados entre prueba diagnóstica y los de la segunda prueba aplicada después de implementar las herramientas tecnológicas, la información de los estudiantes y el docente.

Procedimientos

La investigación se desarrolló en tres momentos; en el primero se identificó la problemática y se aplicó la prueba diagnóstica. Luego, en un segundo momento, hubo la implementación de las herramientas tecnológicas en undécimo del Colegio Isidro Caballero Delgado a las clases de estadística de los estudiantes que escogieron asistir a las clases en la sala de informática, todos ellos con edades comprendidas entre los 14 y 17 años de edad; para ello, se eligió al docente de matemáticas de undécimo grado.

Posteriormente, se hizo la práctica pedagógica del uso del computador, mientras el grupo de estudiantes que no quiso ir al aula de informática, realizó una guía de aprendizaje. Una vez culminada la etapa de aprendizaje, se aplicó una segunda prueba escrita individual sobre el tema -la esperanza matemática- de la asignatura estadística y otra grupal referida al mismo tema. También se empleó durante la indagación, la entrevista a los estudiantes y al docente, de forma individual y personal, en relación directa entre el entrevistador y el entrevistado, luego de esta fase, se procedió a determinar los efectos positivos o negativos que se presentaron con el uso de este tipo de tecnología. Finalmente, se hizo el análisis e interpretación de los resultados obtenidos a través de la aplicación de los instrumentos de análisis de contenido.

Análisis de la información

El análisis y la interpretación son dos procesos separados conceptualmente: El análisis es el proceso de ordenar los datos, organizar lo que se tiene unidades descriptivas básicas. Los cuales se llevarán mediante documentos mostrados en los anexos incluidos en éste.

Las expectativas que eran conocer de cada uno de los involucrados, la interpretación, implica darle significado y significación al análisis, explicando los patrones descriptivos y buscando las relaciones y lazos entre las dimensiones descriptivas. Todo ello se englobará en el análisis final del trabajo, para conocer y comprobar el planteamiento del problema.

Para Cerda (2002), la triangulación de datos se da, una de tipo personal, que es la aplicada a distintas personas en nuestro caso el docente y los estudiantes, otra de tipo teórica que permite confrontar los resultados obtenidos en las investigaciones previas. Hernández (2010), expresa en cuanto al análisis de los datos obtenidos que en la investigación cualitativa, la recolección y el análisis ocurren prácticamente de forma simultánea, observándose que no se puede estandarizar los análisis, debido a que cada estudio precisa de su propio esquema de análisis. Por estas consideraciones se agruparon las respuestas obtenidas, una por una, basándose en el siguiente proceso:

Después de la recolección y organización de datos, será la preparación de los datos para su posterior análisis. Para lograrlo se requiere la bitácora de análisis, cuya función primordial es documentar paso a paso el proceso analítico. La segunda tarea es la de trasladar de forma escrita los materiales de entrevistas y las observaciones. La tercera es organizar estos datos, mediante criterio o varios criterios que se crean útiles.

Los criterios señalados por Hernández, (2010) señalan: Cronológico, por sucesión de eventos, por tipo de datos, entrevistas, observaciones, por grupo o por participante, por ubicación del ambiente, por tema, importancia del participante cualquier otro criterio que el estudioso considere apropiado para el estudio. La cuarta es la codificación que se le hace a los datos. En las investigaciones cualitativas los datos se catalogan para tener

una descripción detallada más completa, permitiendo esta acción el poder resumir y eliminar toda aquella información que resulte ser irrelevante para el estudio.

La codificación tiene dos planos o niveles: En el primero, se codifican las unidades en categorías, en el segundo, se comparan las categorías entre sí para agruparlas en temas y buscar posibles vinculaciones. (Hernández 2010).

Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de cada uno de los instrumentos, que buscan responder la pregunta fundamental de esta investigación.

Resultados Obtenidos

Los resultados obtenidos durante la investigación, habría que clasificarlos en aquéllos obtenidos por los estudiantes durante las pruebas diagnóstico y final y a las conclusiones sacadas a partir del material recabado, el cual da cuenta de las observaciones y entrevistas realizadas por el investigador titular del presente informe.

Con respecto a la prueba diagnóstico, ésta se aplicó a los 36 estudiantes. En ella se evidenció que los discentes sabían poco de la temática a tratar en la clase –la esperanza matemática- o tenían ideas erróneas con respecto a ella. Una vez se aplicó la prueba diagnóstico, se procedió a preguntarles a los alumnos sobre su interés de recibir unas clases de estadística en la sala de informática. Sólo quisieron quince. Esta conducta sorprendió al autor del presente informe, ya que se pensó que el contacto con los computadores los entusiasmaría, pero no fue así.

Al indagar al respecto, los estudiantes que no quisieron ir, adujeron que no les llamaba la atención ir a una sala de informática a estar acosados, en la que no se pudiera consultar el correo o la cuenta de facebook. Ante este inconveniente, se procedió a solicitar la colaboración del coordinador del plantel, quien sugirió que se hiciera una guía de auto aprendizaje para la siguiente semana y que unos estudiantes pasaran a la sala de

informática, mientras que los que no fueran, debían hacerse cargo de la guía en perfecto orden y conservando la disciplina.

Así se hizo. Para garantizar esta condición, el grupo de estudiantes que no quiso ir a la sala de informática estuvo supervisado por dos miembros del gobierno escolar que estaban entre ellos, los cuales debían recoger el cuestionario que se les impuso al final de la citada guía de aprendizaje. Por su parte, los discentes que asistieron a la sala de informática debían responder el mismo cuestionario. En estas pruebas, los estudiantes en general tuvieron un desempeño aceptable, destacándose, eso sí, que los alumnos que recibieron las clases mediadas con el computador tuvieron mayores notas en promedio.

Se esperaba que en la prueba grupal los discentes del grupo que asistió a las clases mediadas con el computador, ayudaran a sus compañeros que no asistieron. Sin embargo, contra todo pronóstico, a pesar de lo anterior, cuando se hizo la prueba escrita en grupo, los resultados no fueron los esperados; se puede decir que las pruebas exhiben contrastes y contradicciones en lo que se puede inferir de ellas. Por ejemplo, en el encabezado del cuestionario que debían responder colectivamente, se les solicitaba que dieran tres ejemplos de la temática explicada, pero algunos grupos respondieron cosas sin sentido, como por ejemplo, en el caso del problema referido a unas balotas en una bolsa. Se trataba de que se calcularan estadísticos a un conjunto de balotas de colores en cantidades conocidas que se encontraban en una bolsa.

En el ejercicio, los estudiantes identificaron como variable el color de la balota, pero afirmaron que la media se calculaba usando la razón entre el número de balotas y el número de colores, lo cual no tiene sentido y demuestra que el tema y el aprendizaje habían sido poco significativos en ellos. Lo anterior se demuestra en casos como estos:

con respecto al cálculo de la media en la prueba individual que siguió a la prueba diagnóstico, se presentó que, sólo cinco contestaron con acierto, pero algunos no lo hicieron en forma clara, un ejemplo es esta frase: "el promedio es la suma de promedios dividido por el número de promedios", lo cual revelaría distracción o poco interés. Así mismo, cuando se les solicitó que dieran un ejemplo, resultó que nada de lo propuesto era un promedio.

En contraste, en la prueba escrita grupal sí aparecieron ejemplos acertados, aunque no sucedió en todos los grupos; por ejemplo, para la media, dos dieron una fórmula genérica y otro no contestó. También llamó la atención casi lo que contestaron sobre la diferencia entre media y la esperanza; algunos no respondieron; la mayoría dio una fórmula para cada caso, nadie dijo que son lo mismo, y el ejemplo pedido, nadie lo dio, El problema de la ruleta, fue mal contestado por algunos o no se respondió. Cuando se indagó por la causa, los estudiantes dijeron que no habían entendido el enunciado, porque nunca han jugado ruleta. Las respuestas en los exámenes grupales fueron parecidas.

Se pudo constatar que los estudiantes: no recuerdan el concepto de esperanza, no lo aprendieron significativamente. ¿Por qué cuando los estudiantes contestaron la prueba grupal se cometieron errores que no ocurrieron en la prueba individual? ¿Cómo es que el promedio individual es más alto que el grupal? No lo pude explicar satisfactoriamente. Al respecto, hay varias hipótesis, las cuales podrían inspirar investigaciones futuras. Por ejemplo, pudo ser que la influencia de aquéllos que no sabían fuera mayor de aquéllos que sí, o que la seguridad de quienes dieron las respuestas erróneas pusiera a dudar a aquéllos que sí sabían, o que, aplicando la ley del menor

esfuerzo, las respuestas no hayan sido el resultado del trabajo colectivo, sino que hubiesen sido la unión de las respuestas dadas de manera individual por los estudiantes después de haber repartido las preguntas entre los miembros del grupo. Las posteriores entrevistas no permitieron dilucidar una respuesta a este interrogante debido al hermetismo de los discentes.

Lo que sí se evidenció en la mayoría del grupo, es que no tenían claro el concepto de variable aleatoria, ya que no todos dieron los ejemplos con acierto. En otros problemas se notó que no les queda fácil identificar la variable aleatoria pertinente, y a veces definen una y usan otra o con otro significado. En estadística descriptiva es frecuente que en un problema haya varias formas de definir la variable, pero se debe seguir trabajando coherentemente, manteniendo el significado. Este enunciado, no lo cumplen.

Por otro lado, además del inconveniente citado líneas arriba sobre el problema de la ruleta, parece que el enunciado quedó mal redactado, pues la gran mayoría no contestó, o es que se cansaron o no quisieron resolverlo, ya que se les advirtió que no tendrían nota por ello. Al parecer, esta circunstancia hizo que perdieran el interés.

Durante las siguientes semanas, se hicieron pruebas, de las cuales se sacó información. El último cuestionario se recogió en la primera semana de septiembre de 2011, a 12 estudiantes –los demás no lo entregaron-, un análisis del resultado es:

- A la pregunta referida al promedio y su justificación, la mitad contestó que sí y sus ejemplos eran globales, no concluyentes, y las razones no mostraban que se tenía el concepto (ejemplo: "sí porque el promedio puede representar al conjunto de datos, por lo tanto debe estar contenido en el conjunto"); la otra mitad permitió la duda "no necesariamente", que es la respuesta correcta.

- Se puede decir que en general respondieron bien, aunque la forma de decirlo algunos, no está clara.
- Algunos dieron una respuesta lógica, otros se extendieron sin concretar.
- Ninguno lo explicó cualitativamente, que mostrara que entiende. Algunos dieron una fórmula, que es válida en algunos casos (ejemplo: " $E(x)=np$ ", que es válida para una distribución binomial), otros dieron definiciones poco explicativas (ejemplo: "la esperanza matemática es el valor esperado").
- En general, todos contestaron bien, aunque algunos no contestaron la parte b.

La interpretación inmediata de los resultados, es que saben aplicar los conceptos en problemas donde se les pregunta concretamente, pero no pueden definirlos. En algunos casos no aplican los conceptos si no se les pide concretamente. No proveen pasos intermedios u otras variables requeridas para la solución final, si no se les dice.

Con ello se comprobó que es difícil conocer los conceptos errados por medio de pruebas escritas, aunque sí permiten saber que "hay problemas".

Las discusiones en clase y en la horas de consulta, al revisar las evaluaciones y trabajos, la forma como plantean los problemas, y otras instancias, dieron muchas más luces. Se mencionan aquí lo observado por el tesista:

- Los estudiantes se quejan con frecuencia de la aplicabilidad en la vida diaria de los contenidos. Consideran que muchos docentes tratan de adaptarlo a las necesidades, con el problema de que no hay coordinación entre las asignaturas, se dejan unos temas sin ver, otros se ven en varias asignaturas, ya que las variaciones se hacen con el criterio de cada docente.

- Los objetivos permanentes para el área no están claros, se quedan en el papel, y prueba de ello es el cambio brusco que sienten entre la Estadística en décimo grado y Estadística de undécimo grado de la misma área.
- No consideran suficientes las prácticas, según ellos no hay instrumentos adecuados. La única práctica que se lleva a cabo es la solución de problemas de escritorio, nada reales, reemplazo de fórmulas. Los trabajos en Estadística inicialmente produjeron desconcierto, pues no estaban acostumbrados, quienes pudieron utilizar Excel, consideraron que con sólo dos lecciones y bastante elementales, no se cubría el 10% de la asignatura. Solicitan que se utilicen paquetes estadísticos en cada período, no para algunos temas donde el profesor ha preparado un trabajo relacionado.
- Se requiere definir mecanismos para las evaluaciones diagnósticas, pues los cuestionarios que aplicó el profesor no detectaban cuáles son los problemas, solo mostraron que había problemas.
- Muchos asocian los exámenes con evaluaciones sumativas, y exigen más evaluaciones formativas, que según ellos son los trabajos. Una clase se dedicó a discutir ese tema, y se puede concluir que algunos estudiantes dominan bastante los temas pedagógicos, en forma intuitiva quizá.
- No hay duda de que la habilidad verbal de los estudiantes es a menudo inadecuada para describir correctamente situaciones probabilísticas, ya que los errores en las respuestas son contradictorios, y difícil que se estén presentando en los niveles actuales.
- Para muchos estudiantes puede ser necesaria una considerable mejora de las habilidades con abstracciones, previa a su preparación en la mayoría de los razonamientos en probabilidad y pruebas a partir de hipótesis que subyacen a las deduc-

ciones estadísticas básicas. Para algunos estudiantes, los profesores deberían olvidarse de la abstracción y contentarse con limitar las ideas estadísticas a términos más simples y concretos.

Análisis de Resultados

Dada la dificultad detectada por psicólogos para descubrir los conceptos errados relacionados con el azar y los procesos estocásticos, no se pretende haber encontrado "todas" las concepciones erradas de los estudiantes, ni siquiera la mayoría. Tampoco se encontraron todos los problemas, ni se asociaron todas y cada una de las causas. Se trataba de una investigación inicial en un área que tiene muchos problemas, que hace que la importancia que se les da a algunos, oculten otros, y no son pocos los casos en que los problemas más notorios son los más importantes, haciendo que los importantes se disimulen. Es que la principal investigación es en el aula. Solo cuando se superen algunos problemas, los más notorios, saldrán a la superficie otros, y es que esta la labor del docente: vigilia permanente del comportamiento de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, estar listo a diagnosticarlos y a proponer una solución.

Pero sí son importantes los hechos mostrados; sí es necesario corregir algunos de los problemas detectados, sí es cierto que las causas expuestas son las principales causantes del problema, aunque no sean las únicas. Tampoco se pretende que las estrategias propuestas sean la panacea, que van a corregir todo. Se busca que la calidad educativa mejore, y que esa mejora sea continua.

En cuanto a la credibilidad de los resultados no hay duda, pues aunque algún profesor diga lo que cree que sería mejor y no lo que sabe que es, o algún estudiante por

casualidad o porque copió, dé una respuesta bien sin saberla, no invalida los resultados, pues las entrevistas sirvieron para verificar los cuestionarios, y las medias no se utilizaron principalmente, pues se trataba de detectar situaciones anómalas, que generalmente están en los extremos, y no de mostrar la esperanza central, ni la moda, ni el promedio. Es que es fácil caer en la trampa de que el profesor se considere satisfecho en cada tema cuando el promedio lo entendió, y entonces pase al siguiente tema.

Problemas Detectados

Existe una dificultad detectada por psicólogos para descubrir los conceptos errados relacionados con el azar y los procesos estocásticos. Se debe profundizar en el problema. Se propuso utilizar la metodología de (Carvajal 2003), relacionándolo con otros problemas, dando indicadores de la magnitud, mostrando efectos, señalando posibles causas, pero no se tuvo éxito en concluir cuál es la causa primera, la causa de todas las causas, como lo propone el profesor Carvajal Suárez,

En la Institución

Los equipos de cómputo están viejos y son lentos en la navegación. Es importante que la función de gestión realice las correspondientes peticiones ante la autoridad competente.

Por otro lado, aún se presentan problemas con el cambio en la evaluación. Afortunadamente a partir del año 2010 en Colombia los colegios procuraron individualmente corregir esta anomalía y algunos se han adaptado y le están sacando

provecho a la legislación vigente, pero todavía son la minoría. Esto ha hecho descender el nivel académico de escuelas y colegios, con detrimento de la preparación a la universidad, y allí sigue el problema. No se tiene en cuenta en la evaluación el tipo de ciudadano que queremos formar. Y como este problema viene desde la educación básica, deberían las Instituciones señalarle al gobierno los problemas que se están creando. Recientemente se han promovido algunos cursos a nivel de diplomado o especialización, que apuntan a mejorar la docencia en primaria y secundaria, pero son esfuerzos individuales, sin apoyo gubernamental.

El Colegio Isidro Caballero está revisando la calidad de su educación, y esta actividad se ha acrecentado con el proceso de acreditación, pero hasta ahora se está en la etapa de exploración inicial, no se ha publicado un diagnóstico ni se han propuesto correctivos, que se esperan por la comunidad, especialmente con los recursos financieros. Esto es especialmente válido para los laboratorios, para los que hay un gran pedido. Se espera que por lo menos dos salas nuevas de informática estén funcionando al final de este año. Este no es un problema grave, ya que las necesidades básicas están cubiertas.

En el Docente

No son muchos los profesores autoritarios en la institución, pero sí es mucho el mal que hacen, amedrentando a sus estudiantes, frustrándolos. El estudiante en general no piensa que está del mismo bando que el profesor, y eso pone una barrera a las relaciones cordiales que debieran existir entre profesores y estudiantes.

Algunos profesores en general no han entendido el sentido de las evaluaciones, solo se preocupan por la nota que exige la Institución, no siempre son justos, no cuidan

que los enunciados sean claros, ambiguos, y muchas veces la suerte de un estudiante depende del azar, de si por casualidad interpretó bien un enunciado mal redactado, o le correspondió un profesor "buena papa", y no depende solo de su esfuerzo y sus capacidades.

Se ofrecen cursos y capacitaciones, pero son pocos los profesores que acuden. Sin embargo las especializaciones y maestrías en el área de la educación han tenido gran acogida. El 70% de los docentes de planta del área de matemáticas del Colegio Isidro caballero Delgado están realizando en este momento un estudio de maestría.

En el Estudiante

El alumno tiene el concepto académico de probabilidad analítica que recibió en Estadística descriptiva en décimo grado con ejemplos de lanzamiento de dados y monedas, y extracción de bolas de urnas; aunque tiene el concepto cotidiano de probabilidad subjetiva y de probabilidad frecuentista, considera que no son conceptos académicos, y no los utiliza en clase. A pesar que hay alumnos entre el 70% y 80% tienen en su casa una computadora y conexión a internet menos del 10% manejan una herramienta rápida para hacer pequeñas simulaciones, como Excel. Es decir, no tienen elaborado un modelo mental de esperanza matemática.

Es evidente en sus respuestas aisladas, que algunos estudiantes erraban en la resolución de problemas que implicaban calcular la media, a causa de su creencia de que las medias tenían las mismas propiedades que los números simples. Se sugiere que puede ser útil proporcionar una instrucción que corrija a partir de ejemplos y hacerlos entrar en contradicciones con sus creencias actuales. El problema es que no todo se puede hacer en

clase, sería invitar al estudiante con esos problemas a reuniones con el profesor, fuera de clase.

Se observan dificultades para entender la necesidad de ponderar los datos mediante el cálculo de la media. Se pidió a estudiantes del curso que combinaran en unos solos medios dos promedios de distintos grados basados en listas de números diferentes, y algunos fueron incapaces de hacer el problema correctamente. Parece que para muchos estudiantes enfrentarse a la media es más un acto de cómputo que conceptual. Es que el conocimiento de una fórmula de cálculo no sólo implica una comprensión real del concepto básico subyacente, sino que en ese momento puede inhibir la adquisición de una comprensión relacional adecuada. Son los peligros de la mecanización por la que criticábamos el aprendizaje por repetición.

En muchas ocasiones al estudiante se le dificulta imaginarse el comportamiento estocástico de un fenómeno, pues están muy acostumbrados a un razonamiento determinístico. Creo que se debe a la falta de introducir el tema de la incertidumbre y el azar en cursos tempranos, podría ser desde la matemática de los grados octavo y noveno en bachillerato.

Los estudiantes tenían dificultades con conceptos básicos que incluían porcentajes y a veces proporciones. Se debe a mala interpretación de los enunciados. Puede que esto tenga algo que ver, pero no tienen suficientemente claros los conceptos. Muchos estudiantes asocian el "saber estadística" con conocer teoremas y fórmulas que memoriza y con las cuales responde las preguntas académicas de las evaluaciones y puede aplicar a problemas típicos, cambiando los parámetros.

No son coherentes, consistentes. En la solución de problemas estocásticos

frecuentemente es posible que haya varias formas correctas de definir la variable aleatoria, pero se debe seguir trabajando coherentemente, manteniendo el significado inicialmente asignado. Los estudiantes suelen cambiar el significado a mitad de la solución, con resultados desastrosos. Lo peor es que no se explican cómo resultó mal si "iban bien", y esa "sensibilidad" de la estadística y la teoría de la probabilidad no les gustan, les produce un sentimiento de inseguridad.

El estudiante es reacio a tener que tomar un dato varias veces, y si repiten una medida quieren averiguar el valor "único correcto", se desconcierta con que los distintos valores sean distintos. Eso indica que no distingue entre precisión (que se quiere mejorar al tomar varios datos) y la exactitud, que no la va a lograr con variables aleatorias. Un estudiante rechazó como valor la media de una serie de datos porque no estaba en la serie. Se suele confundir "error aleatorio" con "error sistemático", al que consideran como "inevitable".

El principal problema parece que es la falta de concentración y de análisis, que hace de la lectura un proceso defectuoso. No le sacan gusto, no procuran hacerlo por gusto. Con frecuencia malinterpretan los enunciados de un problema y las respuestas se hacen erróneas, cuando ya habían mostrado que conocen los conceptos involucrados. Al parecer es pereza en razonar, falta de práctica en abocar situaciones de conflicto, también malos hábitos de lectura.

Raras veces el estudiante se atreve a preguntar cuando no entiende, incluso cuando el profesor ha advertido que quien no entienda debe interrumpir cuando no oyó o no entendió bien, ya que eso permite al profesor ir más rápido. Al no entender algo, se le dificulta entender lo que sigue, ya que en estadística los temas van muy ligados unos con

otros. Si un estudiante no entiende porque no estudió, o no asistió a la clase anterior y no recuperó la clase, no sigue entendiendo los contenidos que siguen, se aburre, y muchas veces decide no volver a copiar y prefiere generar indisciplina, jugando con los compañeros, pasando papelitos, etc.

El estudiante falta con alguna frecuencia a las clases. Se reporta que, en promedio, en la Institución un estudiante falta al 10% de las clases, y no tienen la costumbre de recuperar, consultando con anticipación a un compañero, solicitando los apuntes, leyendo en biblioteca sobre los temas tratados en su ausencia. La falta de recuperación desconecta al estudiante del tema.

Hay temas que no recuerdan o no vieron en el curso anterior, entonces el profesor hace un repaso, y algunos piensan que un repaso es aburrido, que no les hace falta, no prestan atención a esas clases, y quedan perdidos (no siguen entendiendo gran cosa).

En la metodología

Los estudiantes en general tienden con frecuencia a responder a problemas que incluyen matemáticas cayendo en la moda de "triturar números", ocultando el significado de las cantidades mediante las fórmulas o procedimientos de cálculo sin formarse una representación interna del problema. Se cree que esa cultura la han inculcado los docentes que para evaluar utilizan los nombres de la fórmula que acaban de enunciar, y se limitan a problemas de ese estilo, tanto en los ejemplos que dan, como en las evaluaciones, donde basta reemplazar unos parámetros en una fórmula.

No hay una conciencia en los docentes de que están educando para la vida, y es que en la vida no se presentan los problemas como "calcule la variancia muestral de los

siguientes datos...”. Resolver problemas no se limita a aplicar fórmulas.

Dificultades en la traducción verbal de los datos del problema afectan tanto problemas relativos al azar como al resto de tópicos matemáticos. No es que los estudiantes no sepan leer, pero sí hay una tendencia muy fuerte a no razonar, en tal forma que si venía estudiando problemas de tal índole y le plantean un problema de otro aspecto pero en el enunciado tiene algo similar, asume que es el mismo problema, y como mecanizó el método, lo aplica sin contestar lo que le preguntaban.

La economía de raciocinio se inculca quizá porque muchos profesores hacen énfasis en que lo importante es contestar rápido. Napoleón decía "vístanme despacio que tengo prisa". El tiempo de muchos de los métodos de solución de problemas es más extenso que el de su planeación, por lo que se debe acostumbrar a los estudiantes a que mediten sobre qué se les está preguntando, que averigüen qué se quiere del problema, antes de ejecutar cualquier método, y eso les economiza tiempo. Con frecuencia las ideas probabilísticas entran en conflicto con las experiencias de los estudiantes y su visión de la realidad. El problema mayor es que el docente no averigüe cuáles son estos preconceptos.

Muchos estudiantes han desarrollado ya una cierta aversión a la probabilidad, debido a que la han tenido que estudiar de una forma demasiado abstracta y formal. Por esta razón hay que prevenir contra la enseñanza de estadística matemática de cualquier manera y sin una preparación adecuada.

Utilizar herramientas de cierta complejidad, como Excel o StatGraphics, con el único objeto de realizar las operaciones complejas solamente, en las que los estudiantes resuelven situaciones no simples, hace pensar que herramientas de ese tipo son para quienes (trabajan exclusivamente en eso), para los especialistas, y no para problemas

cotidianos, terminando con una fobia. Creo que si esos paquetes u otros, se utilizan inicialmente para problemas simples, y se va aumentando la complejidad, los estudiantes se acostumbran a utilizarlos, entienden que la parte larga y monótona de los cálculos la pueden hacer las máquinas, dedican más tiempo al análisis, a cómo enfocar el problema y a la interpretación de resultados, le tomarían cariño a la estadística.

Posibles Causas

En la Institución

Falta de ver temas y contenidos en cursos anteriores, para que así se den bases de teoría de modelos, y se siga haciendo énfasis en esa técnica.

Falta mayor coordinación entre los profesores del área. Los profesores de matemáticas de las dos jornadas deberían participar de las reuniones de control y planeamiento, pues si el profesor dictó su asignatura en otros contextos y no se le dice nada, no se le dan rumbos, hace lo mismo que hacía antes, y eso no siempre es lo deseable.

Los hechos individuales de una clase, los estudiantes no se atreven a manifestarlos, por miedo a la represión por experiencias anteriores o traumas de la infancia, o indiferencia del mismo estudiante.

Se considera que los puntos de producción que se dan a la evaluación anual a los profesores la han alejado del contexto. Muchas veces se toman el trabajo de discutir los resultados, confrontar su validez, generar planes, producir cursos, intercambio de experiencias entre los profesores, pero no son todas. Deberían prepararse a los estudiantes que evalúan a los profesores y su metodología.

La investigación cotidiana no se considera investigación, y poco se estimula. Ahora se está promoviendo un premio a la mejor investigación por parte del municipio que lleve a mejorar el aprendizaje en una asignatura, eso termina siendo un estímulo al docente.

Los espacios donde se pueden compartir las experiencias de aula son muy pocos. En la Institución se discute a nivel del área de matemáticas que tienen un jefe de área, pero estos espacios se dan generalmente al inicio y al final del año escolar. Pero no se ha creado la cultura de ir escribiendo y publicando el quehacer cotidiano.

Las prácticas no son fáciles, pues como se dijo antes, en esta materia las prácticas de campo son largas y extenuantes, por lo que no se puede hacer más de unas dos o tres prácticas durante el período académico. No es fácil conseguir paquetes con material informático para prácticas. Con la creación de algunos sistemas se cree que se puede solucionar parcialmente esta situación, ya que muchos profesores buscan material para los laboratorios informáticos y se espera que así se solucione en buena parte esa dificultad. Afortunadamente hay los recursos físicos, y habiendo la metodología se espera que al terminar este año lectivo haya material para los principales temas.

La costumbre de varios estudiantes de copiar es difícil de erradicar, distorsionando las evaluaciones. Para evitar generalizaciones los profesores deben tomar medidas, hablarles a los estudiantes de la importancia de desarrollar valores morales, de buscar ser autónomos, el ejemplo de una patria aminorada por la corrupción permite pensar en un incentivo para cambiar.

El problema de las consultas bibliográficas está solucionándose, pues la biblioteca es pequeña, pero en los últimos años se ha dado un fuerte impulso financiero, comprando

libros. También está Internet, y deben promocionarse cursos y prácticas para que se use bien.

Los estudiantes no tienen clara la diferencia entre precisión y exactitud, y no utilizan bien las medidas de tendencia central (media, moda, mediana,...) indica que no han trabajado lo suficiente con datos empíricos, ellos deberían haber hecho en el laboratorio de física más ejercicios; quizá se les debe dar a los estudiantes de undécimo grado una charla sobre estos temas, antes de que entren a tomar medidas, las sepan manejar bien, y así no se traumatizan, en cambio, le pueden sacar buen provecho a las prácticas en el laboratorio.

En el Estudiante

La experiencia conjunta de profesores de matemáticas específicamente trabajando estadística, es que un alto porcentaje de estudiantes, no comprenden muchos de los conceptos estadísticos básicos que han estudiado. Las insuficiencias en las habilidades matemáticas previas y en el razonamiento abstracto constituyen parte del problema.

El estudiante no se ha acostumbrado a "leer el mundo". Si se le pregunta concretamente "calcule la esperanza en..." la mayoría lo hace bien; pero si requiere calcular el dato en una pregunta de tipo general donde no se ha pedido explícitamente, pocos lo hacen. No han contextualizado el concepto, lo manejan sólo en el entorno académico, para repetir la definición o hacer ejercicios parciales, ya planteados.

Muchos estudiantes tienen una dificultad subyacente con los conceptos de razonamiento proporcional y porcentual, necesarios para el cálculo, expresión e interpretación de las probabilidades

El estudiante, como los colombianos, vive amedrentado. Es difícil crear un clima en el aula donde el estudiante se sienta que puede expresar las ideas abiertamente, sin miedo a la sanción o al ridículo, y que sea competente para manifestar su desacuerdo con las ideas de otros y de pedir aclaraciones sobre las explicaciones de los demás. Esto es debido a experiencias anteriores propias o de otros, por que algún profesor durante el año o en otros niveles escolares ha mantenido un rencor gratuito con alguno por un comentario, o algunos compañeros forman un grupo de presión y siendo minoría, deciden por los demás, imponen la ley del silencio, y nadie se atreve a contradecirlos.

Existe la necesidad de separar persona e idea, y canalizar armonía afectiva en el aula, que depende de la posibilidad de expresión de las emociones y de la comprensión de éstas, como fenómenos humanos sencillos, comunicables y discutibles. No hay nada que potencie más el clima positivo de la clase que un profesor que domine sus emociones y que despierte confianza, pero también es bien negativo un profesor represivo, frío, duro.

El estudiante se esfuerza al máximo en su carga académica, en su afán en graduarse rápido, y si trabaja no disminuye su carga. Eso hace que no le dedique el tiempo suficiente a sus asignaturas. Y como esto es generalizado, se habla de un trabajo y todos protestan, por lo que las asignaciones no son las suficientes.

Raras veces el estudiante se atreve a preguntar cuando no entiende. Muchas veces el estudiante se siente culpable y cree que es él solo, y no se atreve a preguntar por no hacer el ridículo. Algunas veces porque no estudió, no asistió a la clase anterior, estaba distraído, o razones que lo hacen sentir culpable.

Cuando el estudiante falta a clase, no recupera, cosa que le quedaría fácil si lo hace antes de la siguiente clase, pero si no lo hace (generalmente se queda así) no

entenderá la siguiente explicación, se distrae y la materia se vuelve pesada para él.

En la metodología

Las asignaturas parecen ser enseñadas para dar mejores respuestas a los problemas probabilísticos de los libros de texto, pero no estamos seguros si los estudiantes están utilizando para ello un modelo formal, y la posibilidad de aplicarlo en el mundo real. Eso nos explica por qué las personas desarrollan conceptos erróneos y los mantienen incluso tras la demostración de pruebas que los contradicen.

Por la experiencia en el aula, la observación de lo que la gente dice y cómo los medios usan los conceptos estadísticos, queda claro que el razonamiento inapropiado es:

- a) amplio y persistente
- b) similar en todas las edades
- c) localizado incluso en investigadores experimentados
- d) bastante difícil de modificar.

La resolución de problemas que se da en el paradigma tradicional (el maestro transmite y el estudiante recibe), se caracteriza porque se muestran soluciones que se convierten en verdades absolutas, sin lugar a cuestionar, no se da al alumno la posibilidad de sentir las dudas que levanta el planteamiento, no se propicia la cultura de la incertidumbre alrededor del tema, las búsquedas inherentes para llegar a la solución, y eso explica por qué el estudiante "se bloquea" cuando le cambian algo al problema para una evaluación; es como si se lo aprendiera de memoria, no lo comprendió.

El que el "saber estadística" se convierta en conocer teoremas y fórmulas que memorizar, se debe a la enseñanza transmisionista y a la forma de evaluación sin creatividad e inadecuada a la que tiene que recurrir quien no conoce bien la materia.

El profesor no tiene mucho tiempo, entonces evita poner trabajos a los estudiantes, y cuando lo hacen no los realimenta adecuadamente, al extremo que muchos profesores sólo dan un número como nota, pocas veces se dice qué estuvo mal, y mucho menos cómo se podría mejorar. Varias de las evaluaciones se quedan en el nivel sumativo, y el esfuerzo de estudiantes y profesor no es productivo porque faltó un poco de trabajo.

Los docentes deben dedicar más tiempo a la asignatura, asignar más trabajos y más prácticos, estar más pendiente de los estudiantes.

Los conceptos errados

A manera de resumen, se incluyen las principales ideas previas encontradas en los estudiantes, que son obstáculo para un aprendizaje adecuado. Sería difícil y poco importante evaluar la proporción de estudiantes con cada uno de los problemas.

- Muchos consideran que el concepto de Esperanza Matemática, y en general la estadística, no es importante en su vida estudiantil.
- Si me atraso en el tema, lo recupero el día antes de la evaluación. No importa o no es cierto que los conceptos estadísticos son muy dependientes unos de otros.
- El valor de la variable para los problemas comunes, se puede reemplazar por el de su esperanza.
- El valor más representativo de la variable para los problemas comunes, no necesariamente es el de su esperanza.
- Lo importante es una buena nota y un buen promedio, y no importa si hay que "copiar" para lograrlo; no importa el aprendizaje significativo.

- Dificultad para definir la variable aleatoria a manejar en un problema.
- Dificultad generalizada para descubrir variables secundarias, fácilmente estimables, y con las cuales se resuelve el problema; es decir, dificultad en problematizar, si no se les pide un dato pero se requiere, no se les ocurre averiguarlo, ni siquiera plantearlo.
- Hay dificultad con imaginarse la independencia estadística, para usar ese concepto en su forma de pensar.
- Cuando se trata de una variable, generalmente pueden calcular la esperanza o el promedio, pero no cuando hay más de una variable. No tienen claro el concepto de marginalidad, ni la ponderación que implica una frecuencia o la probabilidad.
- Pueden calcular la esperanza, pero no es fácil al revés, como calcular el rango a partir de la esperanza.
- Confunden algunos parámetros, como esperanza con moda o con mediana principalmente.
- Aunque lo definen correctamente, resolviendo problemas confunden un parámetro poblacional, que es constante, con el valor muestral, que es aleatorio; al estimado con su estimador.
- Evita reflexionar, y eso le produce que conteste lo que no se le ha preguntado y no lo que sí se preguntó, no verifica sus respuestas, por ejemplo que la suma de las probabilidades no excede la unidad, pero si se le pregunta directamente esto, lo sabe. No usa el saber académico sino para responder preguntas directas.
- Si tiene que calcular un valor intermedio o dos, si no se les pregunta explícitamente, no lo calculan.

Conclusiones y Recomendaciones

En este capítulo se presenta las conclusiones a las que se llegaron a partir de los resultados obtenidos con la aplicación de instrumentos en las clases de matemáticas con el tema de la esperanza en estadística en el grado undécimo del Colegio Isidro Caballero Delgado. Así mismo, se presentan las recomendaciones para tener en cuenta, un análisis para unas futuras investigaciones todas ellas apoyadas en el uso de herramientas tecnológicas en el aula para el tema de estadística.

Conclusiones

Es factible que la tecnología aplicada en el aula favorece el desarrollo de las diferentes competencias en el área de matemáticas en los estudiantes, esto llevó no sólo a mejorar la capacidad de resolver problemas sino a hacer más dinámico el proceso de enseñanza aprendizaje en el aula. Los Materiales Educativos informáticos posibilitan relacionar la teoría con la práctica, haciendo más significativo el aprendizaje, ya que la clase se torna más lúdica, los estudiantes más motivados se hacen más participativos, entienden los nuevos conceptos al dominar mejor los temas básicos, y le han tomado más cariño a la estadística.

El saber en pedagogía y didáctica de la estadística se puede conformar a través de proyectos de investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos y teoría de los mismos, que será enriquecida mediante la práctica reflexiva del docente. Para ello, es fundamental conocer las representaciones y los modos de pensar de los estudiantes

sobre los conceptos estadísticos, ya que estos y su conocimiento inciden en la capacidad de construcción del conocimiento y en el logro del aprendizaje significativo.

La investigación sobre las ideas previas de los estudiantes llevó a definir unas necesidades educativas que permitieron establecer una estrategia en el aula, que ha venido y seguirá mejorando el aprendizaje significativo de los conceptos en Estadística descriptiva. A su vez, los problemas detectados darán luz al docente para continuar indagando sobre los conceptos previos de los estudiantes y establecer una realimentación permanente, se evidenció en esta investigación que el conocer las ideas previas aclaró muchas debilidades en el tema y la forma como se exponía, dio luz sobre las dificultades de los estudiantes en las evaluaciones, la necesidad de claridad en los enunciados, y el reconocimiento por parte del docente de las necesidades individuales de sus estudiantes.

Cuando se realizaron las pruebas, al compararlas se evidencia un cambio en el número de respuestas correctas en la segunda prueba, es decir, después de implementar las herramientas tecnológicas en el aula; esto quiere decir, que se cumplió con los objetivos propuestos en la investigación, pues los estudiantes mejoraron sustancialmente sus procesos cognitivos, actitudinales, procedimental y operacionales en estadística.

El uso apropiado de las herramientas tecnológicas promovió el mejoramiento de los procesos de enseñanza aprendizaje de los estudiantes de once grado del Colegio Isidro Caballero Delgado en los contenidos de estadística como lo son: población, muestra, atributo, confianza, inferencia, inducción, deducción, criterios de decisión, variable continua o discreta, parámetro, momento de una variable, media aritmética, media ponderada, esperanza, recalando siempre la importancia de la reflexión del estudiante sobre sus propios conocimientos, la simulación de procesos y modelos matemáticos.

Respecto a los procesos dentro del aula se evidenció la organización y aplicación de una acción estratégica de características propias del enfoque cognitivo, ya que el docente y estudiantes deben tomar conciencia de sus propias limitaciones y sus ritmos de aprendizaje, se debe partir de la recolección de información de diferentes fuentes, para luego generar la asociación de hechos de la teoría con ejemplos traídos y temas de otras materias, mediante la presentación de casos, además, de la expresión y manipulación de nuevos valores, costumbres y hábitos adquiridos, para ello se debe comprender y utilización progresivamente el vocabulario propio de la materia, para así utilizar las diferentes herramientas tecnológicas como gráficos, hojas de cálculo, simulaciones, y con ello finalmente, se llega a la experimentación con teoremas afines, como el Teorema del Límite Central, la Ley de los Grandes Números, para luego hacer con previa planificación la evaluación.

En cuanto a las actitudes de los estudiantes con la implementación de herramientas tecnológicas en el aula se evidenció: sentido crítico ante lecturas, emisión de conceptos, el interés y el gusto por comprender temas estadísticos y aplicar criterios de optimización o decisión, la valoración de la necesidad de un cambio de actitud frente a la integración, la iniciativa y la satisfacción por la experimentación y comprobación práctica de las teorías, la aceptación y estimación propia, al sentirse con actitudes más positivas, y con más ánimo para vencer en situaciones similares, la constancia en las diferentes realizaciones y planes emprendidos, la participación en actividades colectivas, la exteriorización de dudas y el compartir conceptos y puesta en común de diversas ideas en duelos verbales que no producen resentimientos sino afinidad y respeto por las ideas de los demás, el interés por comprender y extraer información de los textos escritos.

La dinámica de trabajo partió de los intereses y conocimientos previos de los estudiantes, esto tiene una base epistemológica Constructivista, ya que el estudiante comparte sus conocimientos relacionados con los conceptos que se van impartiendo, la evaluación del aprendizaje que se va produciendo, y la detección de las barreras que se van presentando, y esto se evidenció en los trabajos individuales y permite al docente buscar correctivos sobre la marcha. La búsqueda de ideas previas es importante, para el docente porque le ofrece pautas adecuadas para diseñar las estrategias pedagógicas a desarrollar en el aula, acomodándolas a las peculiaridades cognoscitivas de los estudiantes, ya que todos los alumnos no son iguales, y sus concepciones evolucionan como resultado de la interacción entre sus ideas y los nuevos contenidos, en forma gradual.

Es importante promocionar la participación de los estudiantes en clase, buscando su motivación. Partir de la realización de un diagnóstico sobre los conceptos actuales y contrastarlos en la solución de problemas aplicados a la vida real. Con ello se determina el micromundo en que se situará al estudiante para que interactúe y se desenvuelva afrontando una situación restringida. Por eso es clave reflexionar acerca de la importancia de adoptar un criterio adecuado para la toma de decisiones, desarrollando en el estudiante el hábito de adoptar criterios basados en la misión.

Implementar las herramientas tecnológicas en el aula, con ellas se pretende incentivar el aprendizaje por descubrimiento, generando varias muestras de diferentes distribuciones, los resúmenes, las comparaciones con los valores predichos, las gráficas, las interpretaciones, y conclusiones que deben elaborar los estudiantes. La generación de ejemplos que ilustren el comportamiento de las medias de variables experimentales

simuladas, las relaciones con los valores teóricos, la verificación de intervalos de confianza, principalmente, que afianzan conceptos como la relación entre media muestral y esperanza poblacional, entre otros. Modelamiento, planteando problemas a partir de situaciones de la vida real. Casos traídos por los estudiantes., expuestos en público y revisados por la comunidad y el profesor, que no importa si se resuelven; lo importante es que el estudiante se “pellizque” sobre temas del mundo y que después va a vivir, y que pueda ahora asociarlos con la materia.

Es importante que se haga énfasis en la metodología de resolver problemas, que el estudiante aprenda a encontrar lo que se quiere, que enuncie el problema y no tenga que venir explícito, sino que de una situación analice y plantee el problema, ya que "problema enunciado está la mitad resuelto".

Los estudiantes critican mucho los sistemas evaluativos utilizados actualmente, pero no se propone uno adecuado; los docentes han asistido a cursos y conferencias sobre el tema, con investigadores de renombre, y concluyen que hay mucho por hacer al respecto, que no es un tema fácil de resolver. Claro que lo hecho por el Ministerio de Educación Nacional primero en primaria y luego en bachillerato, de quitar las calificaciones sin haber capacitado a los profesores en una nueva metodología, es peor que una metodología mala

Fue muy oportuno por parte del docente la realización de una introducción al tema de la Esperanza matemática, y la motivación, planteando problemas cotidianos que requieren inferencia, explicando los objetivos, las aptitudes que se deben desarrollar, los usos de esas aptitudes, planteamientos de problemas cotidianos donde tienen aplicación los conceptos que se expandirán, donde se muestra que conviene asumir las actitudes

propuestas, y donde tienen aplicación las metodologías que se propondrán, y que se espera que hagan reflexionar al estudiante sobre sus propios conceptos relativos al tema, señalando la importancia que tiene el tema. Esta orientación busca destacar los contenidos, que el estudiante tome conciencia de sus propias necesidades. Invitación a que los estudiantes propongan otras alternativas, con el objetivo de dejar claro que el tema a tratar sí es importante y necesario para su vida.

Partiendo del uso de la tecnología en el aula, se diseñó una propuesta didáctica que logró fortalecer competencias cognitivas e integrar los ejes temáticos de la estadística de once grado, estas herramientas dan soporte al docente para implementar nuevas propuestas didácticas en el aula, ya que permite combinar conceptos, integrar actividades, relacionar información, todo esto facilitando la dinámica de trabajo en el aula.

Recomendaciones

El docente debe estar pendiente de que el estudiante tome conciencia de su propio protagonismo, utilizando aprendizaje estratégico. Para ello, debe planificar situaciones de toma de decisiones, donde se requiera establecer criterios y aplicar técnicas estadísticas (que generalmente incluyen estimación y comparación de esperanzas en diversas variables), y que incluya un micromundo preestablecido, para luego, valorar críticamente las propuestas nuevas y las actitudes propias en cada estudiante respecto al tema.

Es importante la exposición oral del profesor, quien debe tener muy claros los conceptos y el modo de presentarlos, para que se activen vivencias significativas en el

estudiante. El docente en su exposición debe tener en cuenta el nivel de desarrollo de sus alumnos, el vocabulario concordante con ese desarrollo, las diferencias individuales entre ellos, y sus posibilidades afectivas, para poder despertar interés en su audiencia y producir la comunicación. El docente debe notar la actitud mental de su clase, despertar el deseo de participación, y permitir preguntas e interrupciones, y contestarlas adecuadamente, sin dar la respuesta molida, final, absoluta, sino motivando que la clase misma conteste, bien sea mediante ejemplos o citas que recuerden herramientas que se supone ya tienen los estudiantes, o confrontando mediante otra pregunta, haciendo notar la invalidez de una alternativa o una posición.

Se debe implementar la resolución de problemas, utilizando primero los problemas propuestos por el profesor en sus exposiciones, intentando diversas metodologías, contrastando, solucionando dudas, revisando las metodologías, justificándolas, explicando paso por paso si es necesario, y el porqué de cada uno, derivando conclusiones. Luego se solicitan problemas planteados por los alumnos, generalmente extraídos de las consultas, y se tratan de resolver en clase. Es importante permitirle al estudiante que evalúe su propio progreso, y obtenga herramientas formativas, lo mismo que permitir la coevaluación en el grupo.

Los profesores deben investigar en su metodología, debe planear sus clases de acuerdo a lo establecido en los estándares nacionales y los lineamientos del área de matemáticas, así mismo, tener conocimiento y habilidades en herramientas tecnológicas para poder integrar este tipo de materiales interactivos a sus prácticas pedagógicas.

Se debe compartir esta propuesta con los demás docentes para contribuir a la mejora de la enseñanza de la Estadística. Elaborar una propuesta que incluya toda el área

de matemáticas y su relación con otras áreas del plan de estudio. Para así analizar la alternativa de unificar el área, no necesariamente como una materia, pero sí relacionadas y que exista una continuidad entre ellas.

Con el desarrollo de esta propuesta, se presenta una clara evidencia que con los recursos que cuenta el Colegio Isidro Caballero Delgado, sumado a los propósitos y objetivos propuestos en el área de matemática, se puede pensar en replicar e integrar las herramientas tecnológicas a otros temas del área, no sólo a estadística.

Las alternativas son muchas, generalmente complementarias se recomienda que el docente busque la más aplicable a su clase, se incluye aquí como una propuesta, pero se considera que antes de una propuesta es saludable mirar el panorama, aunque no se explore todos los caminos.

Como se comentó anteriormente se revisó la calidad del profesor y los contenidos, y no se encontró anomalía mayor, luego no es esa la solución. Se ha propuesto unificar en el área de matemáticas que estadística se trabaje desde octavo grado hasta undécimo, que calculamos debe tener ocho horas en cada período académico, pero la mayoría de los profesores de la institución conceptuaron que tres horas serían suficientes, por lo que para el año entrante se llevará a cabo dicha reforma. La dificultad de aplicar esta alternativa tiene que ver con el desconocimiento y la poca importancia que le dan al área otros docentes de la institución.

Indudablemente se requiere un laboratorio de sistemas para las prácticas estadísticas, pues en estadística son muchos los conceptos, son abstractos, y de difícil materialización. Se ha averiguado bastante, y hay paquetes estadísticos como herramientas., algunos muy poderosos, pero ninguno dedicado a la enseñanza. Por esto se

debe crear uno y ponerlo a prueba para mejorarlo continuamente.

Intentos para modificar los planteamientos erróneos

Algo básico para el cambio de concepciones de los estudiantes:

- a) Un aula que induzca a la expresión de las creencias sin temor a las críticas.
- b) Hacer énfasis en la observación más que en la autoridad.
- c) Procurar diferentes demostraciones de un fenómeno.
- d) Estimular la identificación de explicaciones simples y consistentes.

Los docentes deben buscar la forma de que los estudiantes se acostumbren a pensar con visión no determinística, que consideren el azar, es la ejercitación utilizando el computador. Las experiencias en la segunda semana de clase de mostraron algunos teoremas célebres utilizando una hoja de cálculo, han sido muy positivas en este sentido, que comprendan el uso de un parámetro, que predigan un resultado o al menos mentalmente lo validen como posible. Después del ejercicio algunos han dicho cosas como "al fin entendí qué era la variancia".

Para disminuir el riesgo de la aversión que mucha gente le tiene a la Estadística, vale la pena incluir algunos conceptos básicos y útiles en los grados octavos y novenos del bachillerato, e inclusive en la primaria. Por supuesto, esto se debe hacer en forma muy planificada, pues hay el peligro de distraer el razonamiento proporcional del estudiante, todavía frágil en muchos adolescentes, al tratar de enfatizar (vía instrucción sistemática) algunos procedimientos y puntos de vista probabilísticos específicos.

También se debe tener en cuenta en esta planeación, el desarrollo cognitivo de los

estudiantes de secundaria, donde posiblemente la mitad de ellos no podían pensar de acuerdo con el nivel de las operaciones formales; por ejemplo, no controlan completamente la proporcionalidad, la argumentación hipotética o el concepto de control (Aguilar 2001). En este estudio se comenta también que la habilidad verbal de los alumnos es a menudo inadecuada para describir correctamente situaciones relacionadas con la física, supongo que también será inadecuada para situaciones aleatorias.

A partir del trabajo de campo y con el uso de computador y materiales informáticos se evidencian unas mejorías en cuanto a las clases en estadística, La tecnología ayuda a introducir la materia a través de actividades que le permitan al estudiante identificarse con el tema, y no mediante abstracciones. Las abstracciones deben hacerse cuando ya el estudiante tiene un dominio de la materia. Con la tecnología se buscó estimular en el estudiante el sentimiento de que la estadística., como cualquier parte de la matemática, está relacionada en última instancia con la realidad, y no consiste únicamente en datos, símbolos, reglas y convenciones.

En clase siempre se buscó utilizar el computador como medio visuales y poner énfasis en los métodos de exploración de datos. Enseñar estadística descriptiva por sí sola sin relacionarla con la teoría de la probabilidad. Mostrar a los estudiantes el uso defectuoso de la estadística (o sea, en las noticias o anuncios). Y a partir de allí realizar ejercicios en clase.

Usar estrategias para mejorar los conceptos de los estudiantes acerca de los números racionales antes de aproximarse al razonamiento proporcional. Reconocer y afrontar los errores más comunes en el pensamiento probabilístico de los estudiantes. Con la ayuda de programas informáticos se crearon situaciones que requieran

razonamientos probabilísticos que se correspondan con la visión que tienen del mundo los estudiantes. Para ello se utilizaron diferentes mezclas de argumentos lógicos, intuición del profesor, anécdotas de clase y una exhortación de la importancia de las asignaturas relativas a los procesos de aprendizaje preparándolos para una vida universitaria y profesional.

Manejar los problemas que estén al alcance de los estudiantes. Así, si se dicta un curso en primaria, no tratar de explicar problemas de inventarios, el problema de "la ruina del jugador",... Que antes de tratar un tema, se plantee el problema de la vida real, y que este sea una necesidad de los estudiantes.

Futuras investigaciones

En las matemáticas se tiene la posibilidad de hacer muchas investigaciones porque la gran mayoría de los estudiantes presentan dificultades; a partir de ésta investigación podemos abrir la oportunidad de futuras investigaciones como: la dificultad de enseñanza y aprendizaje de la estadística, ya que el estudiante no relaciona ésta rama de la matemáticas con su diario vivir y no encuentra la importancia de su aprendizaje; por parte de los docentes la estadística se deja a un lado cuando se está enseñando, cómo influye la motivación en la enseñanza de la estadística, otra posible investigación sería la probabilidad y su diario vivir, las técnicas de estudio por parte de los estudiantes y el aprendizaje de la estadística. En fin, ésta rama de la matemáticas es muy amplia para investigar.

Referencias

Aguilar, 1995

Alonso, C. M., Gallego, D. J. y Honey, P. (1999). *Los Estilos de Aprendizaje*. Mensajero. Bilbao.

Arbelaez, R. (1996). Modelos Pedagógicos. UIS. Colombia.

Ausubel, D.P., Novak, J.D. y Hanesian, H. (1993). *Psicología Educativa: un punto de vista cognitivo*. Ed. Trillas.

Bautista, J. (2007, 08 de septiembre). *Importancia de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje*. <http://comunidadesvirtuales.obolog.com/temas/importancia-de-las-tic>

Bohm, W., Schiefelbein, E. (2004). *Repensar la Educación. Diez preguntas para mejorar la docencia*. p.192. Bogotá D. C.: Universidad Javeriana.

Bustos, F. (2007). *Constructivismo*, Revista "Educación y Cultura", Fecode.

Bruner, J. (1978). *El proceso mental en el aprendizaje*. Ed Marcea. Madrid.

Canavos, G. (1987). *Probabilidad y Estadística, Aplicaciones y Métodos*. McGraw Hill.

Castillo, Sandra. (2008). *Propuesta Pedagógica basada en el Constructivismo para el uso óptimo de las TICS en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática*.

Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, año/vol. 11, número 002. Mexico. pp. 171-194

Carpenter (2007)

(Carvajal 2003)

Cerda, H. (2002). *Los Elementos de la Investigación, Como reconocerlos diseñarlos y construirlos*. Editorial Buho Ltda. Bogotá DC.

Feller.(2001). *Introduction to Probability Theory*

Gallego Gil, Domingo J. y Nevot Luna, Antonio. (2007). *Los estilos de aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas*. Revista Complutense de Educación, Vol.19, núm.1. Obtenido de <http://revistas.ucm.es/edu/11302496/articulos/RCED0808120095A.PDF>

Gardner, H. (2008). *Multiple Intelligences: New Horizons*. New York, NY, USA: Basic Books.

Gargield, J. (2005). *Dificultades en el aprendizaje de conceptos básicos de probabilidad y estadística*:Universidad de Minnesota

Giroux, S. y Tremblay, G. (2004). *Metodología de las ciencias humanas: La investigación en acción*. México: Fondo de Cultura Económica.

Moreno, Wilfrido.(1990). *Prueba de algunos teoremas de la Estadística mediante la Simulación*.colombia: UIS .

Gómez, Pedro. (1997). *Tecnología y Educación Matemática*. Informática Educativa. 10(1), pp 93-111. Obtenido de <http://funes.uniandes.edu.co/319/>

Hans, A. (1988). *Doce formas básicas de enseñar: Una didáctica basada en la Psicología*, Marcea SA de Ediciones, Madrid.

Hernández, Roberto; Fernández, Carlos; Baptista, Pilar. (2003). *Metodología de la Investigación*. México. Quinta Edición. Editorial Mc Graw Hill.

Hidalgo, Ma. Concepción. (2009). *Tecnologías Aplicadas en la Educación Secundaria. Buenas Prácticas en la clase de Matemáticas*. I.E.S. San Juan Bautista. Jornada Internacional: MatemáticasEverywhere. Madrid. España. Obtenido de

http://www.caminos.upm.es/matematicas/Fdistancia/MAIC/actividades/actreal/107_Tecnolog%C3%ADas%20aplicadas.pdf

Instituto Colombiano para el fomento de la educación superior. (2007). *Marco teórico de matemáticas*. Recuperado en: www.icfes.gov.co

Kreyszig, E.(2003) Estadística matemática. Ed.Limusa.

Kuhn,T.(1971). La Estructura de las Revoluciones Científicas. Fondo de Cultura Económica. Madrid.

Ley General de Educación. (1994). *Ley 115 de 1994*. Colombia.

Moreno, W.(2006) Introducción a la inferencia estadística.Ed UIS.colombia.

Morin, E.(1987). Ciencia con conciencia. Anthropos, Barcelona.

Morin , E.(1988). El conocimiento del conocimiento. Ed Cátedra, Madrid.

Mull, L.(1993). Vigotsky y la Educación. Aique, Buenos Aires. 1993.

Papoulis.(2008) Probability, random variables, and stochastic processes. McGraw-Hill.

Pérez, R. y Gallego-Badillo, R. (1995). *Corrientes constructivistas*. Cooperativa Editorial Magisterio. Bogotá. Colombia.

PÉREZ SERRANO, G. (1994). Investigación Cualitativa e Interrogantes. I. Método. pp. 80 y 81.Madrid: La Muralla.

Piaget e Inhelder (1955)

Porlàn, R. (1993). Constructivismo y escuela. Diada Ed, Sevilla

Pozo, J.(1987). Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas: Qué cambia en la enseñanza de la ciencia? en *Infancia y Aprendizaje*, No 38, 1987. Pág. 3552

- Rico, Luis; Castro, Encarnación; Castro, Enrique; Coriat, Moisés; Marín, Antonio y otros. (2000). *La Educación Matemática en la Enseñanza Secundaria*. Segunda Edición. Educación Secundaria. Barcelona. España.
- Rico R., Luis. (2004). *Reflexiones sobre la formación inicial del profesor de matemáticas de secundaria*. Profesorado. Revista de Curriculum y Formación de Profesorado. Universidad de Granada, Granada, España.
- Roa P. H. A. (2007). *Concepciones y Prácticas Pedagógicas de los Docentes de una Institución Oficial de Bucaramanga*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Maestría en Pedagogía.
- Rodríguez Gómez, G., Gil Flóres, J., y García Jiménez, E. (1996). *Metodología de la Investigación Cualitativa*. España: Editorial Aljibe.
- Ruiz Olabuénaga (1999 p.72)
- Sandoval, C. (2002). *Modulo Cuatro. Investigación Cualitativa. En: Especialización en Teoría, métodos y técnicas de Investigación Social*. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES. Composición electrónica ARFO Editores e Impresores Ltda. Recuperada en 18 de Marzo de 2011 de www.desarrollo.ut.edu.co/tolima/hermesoft/portal/home_1/rec/arc_6667.pdf
- S. A. (2007). *Líneas de Investigación*. Monterrey: Escuela de Graduados en Educación. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. s .p. Recuperado de: http://www.ruv.itesm.mx/portal/promocion/qs/ege/investigacion/lineas_inv/ho_medoc.htm
- Skinner,B.(1984). En Behavioral and Brain Sciences Nro 7, Pag589
- Murray, S.(2001). Estadística. Ed McGraw-Hill .

Stephen Toulmin (1977)

Valverde, Gilbert y Näslund-Hadley, Emma. (2010). *La condición de la educación en matemáticas y ciencias naturales en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Educación. Disponible en: <http://www.oei.es/salactsi/bidciencias.pdf>

Vasco, C.E. (2002). *Introducción a los estándares básicos de calidad para la educación*. Ministerio de Educación Nacional. Bogotá. Colombia.

Varios Autores. (2010). *Pacto de Convivencia*. Floridablanca, Colombia: Colegio Isidro Caballero Delgado

Yuni 2009

Zuazua Iriondo, Enrique; Rodríguez del Río, Roberto. (2002). *Enseñar y aprender Matemáticas*. Revista de Educación, número 329. Pp 239-259. Madrid. España.

Apéndice A Carta de Autorización de la Investigación

Bucaramanga, 12 de Septiembre de 2011

Escuela de Graduados en Educación
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

Doy constancia que el docente William Sierra Torres identificado con cédula de ciudadanía 13512117 de Bucaramanga, realizó y aplicó los instrumentos para la tesis de Maestría con el nombre de Estrategias alternativas en informática que propicien el aprendizaje significativo de la esperanza matemática en estadística descriptiva para los estudiantes de undécimo grado durante los meses de julio a septiembre de 2011.

Sin más por el momento quedo de ustedes,

Atentamente,



Limberto Rodríguez Manchego
Rector Colegio Isidro Caballero Delgado

Bucaramanga, Colombia 22 de marzo de 2011

Escuela de Graduados en Educación
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

Me permito expresar mi autorización para que William Sierra Torres realice dentro del Colegio Isidro Caballero Delgado una investigación sobre Estrategias alternativas partiendo de la informática que propicien el aprendizaje significativo de la esperanza matemática en estadística descriptiva para los estudiantes de undécimo grado como proyecto de tesis para obtener el grado de Maestro en Tecnología Educativa.

Sin más por el momento quedo de ustedes,

Atentamente,



Limberto Rodríguez Manchego
Rector Colegio Isidro Caballero Delgado

Apéndice B: Ficha de Observación de Clase

Lugar:		Fecha:
Grado:	Hora de Inicio:	Hora de Terminación:
Observador:		
Rasgo a observar		
<ul style="list-style-type: none"> - Descripción del ambiente del aula -Estrategias pedagógica para la clase -Procedimientos para evolución del aprendizaje -Claridad del tema -Recursos de apoyo -Comportamiento de los estudiantes -Desarrollo de las actividades por parte de los estudiantes -Ayuda a los compañeros si presentan dificultades -Interés por el desarrollo de la clase ¿Por qué? -Relación entre los estudiantes 		
Observaciones Generales		

Apéndice C: Entrevista a estudiantes

El propósito de la siguiente entrevista es conocer la opinión de los estudiantes sobre el desarrollo de la clase de estadística. No será una entrevista estructurada, sino que le permita al entrevistador mantener una conversación con el entrevistado.

Lugar :		Fecha :
Grado:	Hora de inicio:	Hora de terminación
Nombre del entrevistado		Género
Edad	Nivel Académico	

1. ¿Cómo son las clases de estadística?
2. ¿Le gusta la clase de estadística?
3. ¿Has utilizado herramientas tecnológicas para la clase de estadística?, Cuáles?
4. ¿Tiene computador en la casa y acceso a internet?
5. ¿Ha realizado tareas, trabajos, etc con la ayuda del computador?
6. ¿Qué es Estadística?
7. ¿Qué es moda?
8. ¿Qué es mediana?
9. ¿Qué es promedio?
10. ¿Qué es esperanza matemáticas?

11. ¿Utiliza alguna tecnología para calcular estas medidas?

12. ¿Contribuyen las actividades de estadística a través de las Tics para la comprensión de esta asignatura?

Observaciones Generales:

Apéndice D Prueba Inicial

ESTADISTICA Nombre _____

Por favor, conteste cada una de las preguntas recordando su aprendizaje de la asignatura estadística del grado decimo, dando siempre las razones, de una manera convincente, no escriba lo que no esté seguro de poder justificar.

1. El promedio de un conjunto de datos debe estar dentro del conjunto? , explique con ejemplos

- 2.a) ¿Cómo calcula el promedio de todas sus asignaturas del primer periodo académico?
b) ¿Por qué se tiene que dividir por el número total de materias?

3. ¿Cómo puede usar la estadística para predecir con un margen de precisión aproximado, de cuanto le falta para pasar la asignatura?

4. Explique el concepto de Esperanza Estadística con sus propias palabras en forma cualitativa si no recuerda, escríbalo cuantitativamente.

5. Sí el premio mayor de una lotería de 10.000 números paga \$100.000.000, tiene dos premios secos de \$10.000.000, 90 premios con dos últimas de \$10.000 y 900 premios a la última cifra del mayor , que gana \$5.000 cada uno a) ¿cuál debe ser el precio del billete de esa lotería para que se justo? b) ¿Cuál debe ser el precio del billete para que le quede la mitad a la Beneficiencia?

Apéndice E Prueba Final

ESTADISTICA Nombre _____

1. Nombre tres casos donde intervenga alguna variable aleatoria discreta, e identifique en cada caso la variable referida .Muestre como calcularía la media en el primero de los casos.

2. Nombre tres casos donde intervenga alguna variable aleatoria continua, e identifique en cada caso la variable aleatoria referida .Muestre cómo calcularía la media en el primer caso.

3. ¿Cuál es la diferencia entre MEDIA Y ESPERANZA? Si desea, tome como ejemplo uno de los casos anteriores.

4. Una ruleta tiene los números del 1 al 36, la mitad rojos y la mitad negros, además el 0 y 00, verdes. Un pleno (apostarle a un número y que sea el favorecido) paga a 36 veces (pero siempre recogen las apuestas antes de pagar, o sea que una de esas veces es el dinero apostado). Si le apuesta al rojo y sale rojo, le regresa el doble de lo apostado.

a) Si asumimos que cada número tiene igual probabilidad, y usted le apuesta \$1000 al 7 ¿cuál sería la esperanza del premio?

Apéndice F Fotografías del Proyecto de Investigación



Clase de Estadística Undécimo Grado (11-01) Colegio Isidro Caballero Delgado



Ejercicios de esperanza matemática en clase del grupo 11-01



Uso del Computador en la clase de estadística en 11-01 Colegio Isidro Caballero Delgado



Ejercicios Medados por el uso del Computador en clase de Estadística 11-01