

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
VICERRECTORIA DE UNIVERSIDAD  
ABIERTA Y A DISTANCIA –VUAD-  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
DOCTORADO EN EDUCACIÓN**

## **Tesis Doctoral**

**Diseño y aportes de un modelo para minería de  
datos educativos en aulas de educación media de  
carácter presencial**

**Jorge Alexánder Aristizábal Fúquene**

**Bogotá, Colombia  
2017**

# **Diseño y aportes de un modelo para minería de datos educativos en aulas de educación media de carácter presencial**

**Jorge Alexander Aristizábal Fúquene**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al  
título de Doctor en Educación

Director:  
**Dr. Edgar Mauricio Martínez Morales**

**Universidad Santo Tomás  
Doctorado en Educación  
Bogotá, Colombia  
2017**

**Tesis aprobada por:**

***Director de la tesis:***

---

***Jurados:***

---

Nombre y firma

---

Nombre y firma

---

Nombre y firma

## **Dedicatoria:**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a mi esposa Nancy, quien siempre me ha apoyado y acompañado en mis sueños y aventuras. No hay mejor compañía que ella para mis sesiones de estudio. Su amor, confianza y motivación han ayudado a construir gran parte de lo que soy hoy.

A mis hijos Marian y Alejandro quienes han sido una de las principales razones para seguir adelante y crear nuevos caminos.

A mi madre, hermana, tías, primas, suegros, cuñadas(os) por creer en mí y desearme siempre lo mejor.

## **Agradecimientos:**

A mi director de tesis, Dr. Edgar Mauricio Martínez  
por su flexibilidad y guía académica.

Al Colegio Nueva Granada por su apoyo financiero  
en las primeras etapas de estos estudios.

A la Fundación Colegio Nueva Granada, sus directivas,  
profesores y estudiantes por la oportunidad de realizar el trabajo de campo.

Al Doctorado en Educación de la Universidad Santo Tomás,  
por permitirme realizar la última etapa de mi trabajo desde el exterior.

A mis colegas y amigos por su apoyo moral durante el proceso.

## **Resumen**

Esta tesis trata con el diseño de un modelo metodológico para minería de datos en un aula de educación presencial y el análisis de las reflexiones de los actores (profesores, administrativos docentes, estudiantes e investigador) en entorno al acto pedagógico luego de su implementación. Los constructos que dieron origen a las variables y que delimitaron la investigación fueron las prácticas de enseñanza, el enganchamiento estudiantil y la evaluación, los cuales a su vez se utilizaron como ejes para la discusión de los resultados.

El modelo consiste en un sistema cíclico que incluye las siguientes 4 fases:

1. Datos: ¿De qué tipo y cantidad de datos se dispone?
2. Preparación: ¿Cómo organizar y alistar los datos para el servicio?
3. Analítica de visualizaciones: ¿Qué aproximación de minería de datos educativos se ajusta a las necesidades?
4. Conocimiento: ¿Qué información, conocimiento o nuevas preguntas surgen?

Este modelo plantea como técnica para minería de datos la analítica de visualizaciones por su carácter intuitivo, ya que hace uso del poder de la visión humana para generar razonamientos. Para determinar si la analítica de visualizaciones generaba reflexión se emplearon como referentes los comportamientos reflexivos de Hall y Simeral (2015) para establecer la categoría a la que pertenecían cada una de las contribuciones de los diversos actores.

Las contribuciones de esta tesis van desde un marco epistemológico para minería de datos educativos hasta un modelo metodológico con una técnica que pueden emplear profesores sin conocimientos técnicos y que permite generar procesos de reflexión en relación con el quehacer de los diversos actores.

### **Palabras Clave:**

Enseñanza, enganchamiento, evaluación, minería de datos, analítica de visualizaciones.

## **Abstract**

This thesis deals with the design of a methodological model for data mining in a face-to-face classroom and the analysis of the reflections of the actors (teachers, school administrators, students and researcher) around the teaching practice after its implementation. The constructs that gave rise to the variables and delimited the research were teaching practices, student engagement and assessment, which in turn were used as axes for the discussion of the results.

The model consists of a cyclic system that includes the following 4 phases:

1. Data: What type and amount of data are available?
2. Preparation: How to organize and enlist the data for the service?
3. Visualization analytics: Which EDM approach fits the needs?
4. Knowledge: What information, knowledge or new questions arise?

This model uses as a data mining technique the visualization analytics due to its intuitive character, since it makes use of the power of human sight to generate reasoning.

In order to determine if the visualization analytics generated reflection, the reflective behaviors of Hall & Simeral (2015) were used to establish the category to classify the contributions of the different actors.

The contributions of this thesis range from an epistemological framework for educational data mining to a methodological model with a technique that can be used by teachers without technical knowledge and that allows the generation of a reflection processes in relation to the activities of the various actors.

### **Keywords:**

Teaching, engagement, assessment, data mining, visualization analytics.

## Tabla de contenido

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Generalidades .....                                                   | 1  |
| Título del Trabajo: .....                                             | 1  |
| Investigador: .....                                                   | 1  |
| Director de Tesis .....                                               | 1  |
| Entidad Ejecutora .....                                               | 1  |
| Artículos derivados de este trabajo de investigación: .....           | 1  |
| Introducción .....                                                    | 2  |
| CAPITULO 1: PRELIMINARES .....                                        | 4  |
| 1.1 Planteamiento del problema .....                                  | 5  |
| 1.2 Pregunta-problema a investigar .....                              | 8  |
| 1.3 Objetivos Generales y Específicos .....                           | 9  |
| 1.3.1 Objetivo general .....                                          | 9  |
| 1.3.2 Objetivos Específicos .....                                     | 9  |
| CAPITULO 2: MARCOS DE REFERENCIA .....                                | 10 |
| 2.1 Estado de la cuestión .....                                       | 11 |
| 2.1.1 Sobre la Minería de Datos en general .....                      | 11 |
| 2.1.2 Sobre la Minería de Datos Educativos (MDE) .....                | 17 |
| 2.2 Referentes conceptuales .....                                     | 38 |
| 2.2.1 La gestión de datos en el contexto escolar .....                | 38 |
| 2.2.2 Constructo Enseñanza .....                                      | 47 |
| 2.2.3 Constructo <i>Engagement</i> o Enganchamiento Estudiantil ..... | 58 |
| 2.2.3 Constructo Evaluación .....                                     | 62 |
| CAPITULO 3: MARCO METODOLÓGICO .....                                  | 69 |
| 3.1 Sobre la investigación .....                                      | 70 |

|                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2 Una aproximación epistemológica para la investigación en Minería de Datos Educativos ..... | 73  |
| 3.3 El proceso de recolección y procesamiento de datos .....                                   | 79  |
| 3.3.1 Muestra .....                                                                            | 79  |
| 3.3.2 Instrumentos y validación .....                                                          | 81  |
| 3.3.3 Modelo metodológico para minería de datos educativos.....                                | 86  |
| CAPITULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....                                                       | 100 |
| 4.1 Datos: ¿De qué tipo y cantidad de datos se dispone? .....                                  | 102 |
| 4.2 Preparación: ¿Cómo organizar y alistar estos datos para el servicio? .....                 | 105 |
| 4.2.1 Limpieza de datos .....                                                                  | 105 |
| 4.2.2 Transformación de datos .....                                                            | 106 |
| 4.2.3 Integración de datos.....                                                                | 107 |
| 4.3. Analítica de Visualizaciones: ¿Qué aproximación de MDE se ajusta a las necesidades? ..... | 107 |
| 4.4 Conocimiento: ¿Qué información y conocimiento o qué nuevas preguntas surgen? .....         | 112 |
| 4.4.1 Desde los profesores .....                                                               | 113 |
| 4.4.2 Desde los administrativos docentes.....                                                  | 121 |
| 4.4.3 Desde los estudiantes.....                                                               | 125 |
| 4.4.4 Desde el investigador.....                                                               | 130 |
| CAPITULO 5: CONCLUSIONES .....                                                                 | 137 |
| 5.1 Desde el planteamiento del problema .....                                                  | 137 |
| 5.2 Desde las preguntas y objetivos de investigación .....                                     | 138 |
| 5.3 Aportes .....                                                                              | 142 |
| 5.4 El futuro .....                                                                            | 143 |
| REFERENCIAS .....                                                                              | 144 |

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| ANEXOS .....                                             | 158 |
| Anexo 1: Carta compromiso Institución-Investigador ..... | 159 |
| Anexo 2: Instrumento No. 1.....                          | 160 |
| Anexo 3: Instrumento No. 2.....                          | 161 |
| Anexo 4: Instrumento No. 3.....                          | 162 |
| Anexo 5: Instrumento No. 4.....                          | 163 |
| Anexo 6: Respuestas actores grupos focales .....         | 174 |

## Lista de tablas

|                                                                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 1 Constructos, variables y definiciones operativas para la investigación .....                                      | 7   |
| Tabla 2 Categorías de MD según técnicas.....                                                                              | 17  |
| Tabla 3 Proceso Data-Wise de Harvard .....                                                                                | 44  |
| Tabla 4 Prácticas educativas efectivas .....                                                                              | 50  |
| Tabla 5 Estrategias y efectos del tamaño .....                                                                            | 52  |
| Tabla 6 Influencias en el logro de los estudiantes relacionadas con las actividades que realiza el profesor .....         | 56  |
| Tabla 7 Estructura Revisada de la Taxonomía de Bloom .....                                                                | 68  |
| Tabla 8 Preguntas rectoras para el proceso de minería de datos con técnicas visuales .....                                | 91  |
| Tabla 9 Descripción de las variables.....                                                                                 | 102 |
| Tabla 10 Matriz para dimensiones de análisis.....                                                                         | 113 |
| Tabla 11 Comportamientos reflexivos derivados de las contribuciones de los profesores en el grupo focal .....             | 116 |
| Tabla 12 Reflexiones finales profesores grupo focal .....                                                                 | 117 |
| Tabla 13 Comportamientos reflexivos derivados de las contribuciones de los administrativos docente en el grupo focal..... | 122 |
| Tabla 14 Reflexiones finales administrativos docentes grupo focal .....                                                   | 124 |
| Tabla 15 Comportamientos reflexivos derivados de las contribuciones de los estudiantes en el grupo focal .....            | 126 |
| Tabla 16 Reflexiones finales estudiantes grupo focal .....                                                                | 128 |

## **Lista de figuras**

|                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 1. Documentos publicados en Educational Data Mining de 1990 a Diciembre de 2016. ....             | 18  |
| Figura 2. Localización geográfica publicaciones en Educational Data Mining. ....                         | 25  |
| Figura 3. Número de publicaciones al 2009 agrupadas por tarea/categoría. ....                            | 28  |
| Figura 4. Publicaciones en Latinoamérica. ....                                                           | 29  |
| Figura 5. La evaluación y sus instrumentos.....                                                          | 65  |
| Figura 6. Proceso de la investigación .....                                                              | 71  |
| Figura 7. Resultados validación criterios de Moriyana.....                                               | 84  |
| Figura 8. Modelo metodológico de minería de datos educativos en un aula de educación presencial.....     | 87  |
| Figura 9. Cuadrantes mágicos para evaluación de softwares para inteligencia y analítica de negocios..... | 95  |
| Figura 10. Ilustración de algunas visualizaciones .....                                                  | 111 |

## **Generalidades**

### **Título del Trabajo:**

Diseño y aportes de un modelo para minería de datos educativos en aulas de educación media de carácter presencial.

### **Investigador:**

Jorge Alexander Aristizábal F.,

### **Director de Tesis**

Dr. Edgar Mauricio Martínez Morales

### **Entidad Ejecutora**

Universidad Santo Tomás.

### **Artículos derivados de este trabajo de investigación:**

Aristizábal, J. A. (2016). Analítica de datos de aprendizaje (ADA) y gestión educativa. *Gestión de la educación*, 1(2), 149-168. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/rge.v1i2.25499>

Aristizábal, J. A. (2016). An Epistemological Approach for Research in Educational Data Mining. *International Journal of Education and Research*. 4(2), 2016. Recuperado de <http://www.ijern.com/journal/2016/February-2016/12.pdf>

## **Introducción**

Este trabajo de investigación consiste en desarrollar un modelo metodológico de minería de datos educativos con constructos fundamentales del acto pedagógico como son las actividades de enseñanza, el enganchamiento estudiantil y la evaluación del aprendizaje en un contexto de educación presencial o tradicional. A partir de cada uno de estos constructos se definen unas variables operacionales, se diseña un sistema particular de recolección y registro de datos y se realiza un proceso de minería de datos educativos usando como técnica la analítica de visualizaciones el cual permite encontrar las posibles relaciones entre las variables usando como base las preguntas rectoras planteadas en el modelo.

El trabajo de campo involucra la recolección de datos a través de encuestas/cuestionario en un aula de educación presencial, registro documental, creación de bases de datos en hojas de cálculo, procesamiento de datos en una plataforma adecuada y trabajo con grupos de focales.

Las visualizaciones se elaboran con un software para analítica de datos cuya selección implicó la exploración de software convencional y de uso libre para minería de datos. Para su adopción se tuvo en cuenta el fácil acceso para la comunidad en general y la posibilidad de realizar minería de datos sin conocimiento experto en programación y bases de datos.

Con el fin de propiciar la reflexión en torno al acto pedagógico, las visualizaciones se presentan a los profesores, estudiantes y administrativos docentes, quienes desde sus respectivos papeles realizan unas contribuciones, producto de un proceso reflexivo, que permiten determinar para qué sirve la información presentada y qué preguntas o inquietudes les surgen de las mismas.

Esta investigación contribuye al cuerpo de conocimiento en minería de datos educativos con un modelo metodológico, un marco epistemológico y una técnica potencialmente más accesible a la comunidad educativa en general, llevando así este campo más allá de los expertos en programación, bases de datos y

estadística a los profesores del día a día. El modelo implica procesos reflexivos desde y para el aula en donde los actores son fundamentales para darle sentido a los datos y la información recopilada.

## **CAPITULO 1: PRELIMINARES**

En este capítulo, dividido en tres secciones, se encuentra el planteamiento del problema desde sus orígenes hasta el espacio que ocupa en el campo de la investigación en minería de datos educativos. Igualmente se elaboran algunas precisiones conceptuales en relación con lo que se entiende por acto pedagógico, aula presencial, constructos y variables los cuales constituyen conceptos ampliamente empleados a lo largo del documento.

El planteamiento del problema conduce a establecer una pregunta rectora de investigación con tres preguntas específicas que delimitan el alcance de esta tesis. Así mismo, se muestran unos objetivos que surgen de estas preguntas y que están directamente relacionados con el potencial de investigación desde la minería de datos educativos en un aula de educación presencial.

## 1.1 Planteamiento del problema

La investigación en educación siempre se ha abordado desde diversos paradigmas, enfoques o perspectivas bien sean cualitativos o cuantitativos con el fin de comprender y mejorar los procesos educativos en general o, lo que particularmente se identifica en esta investigación, como el acto pedagógico<sup>1</sup>. Un campo emergente para estas investigaciones lo constituye la Minería de Datos Educativos, la cual consiste en encontrar patrones ocultos en una gran cantidad de datos y utilizar los hallazgos para mejorar los procesos educativos.

En primera instancia, es importante considerar que la revisión del estado de la cuestión para la Minería de Datos Educativos (MDE) muestra un nicho de investigación casi que exclusivamente en las ciencias de la computación, la inteligencia artificial o la ingeniería de sistemas, siendo prácticamente inexistentes los estudios de profesores en aula presenciales o tradicionales y menos en educación primaria o secundaria.

Adicionalmente, la tendencia general de estas investigaciones es al diseño, aplicación, exploración o experimentación de técnicas específicas a través de algoritmos pre-establecidos, modificados o creados principalmente con el fin de predecir, identificar, discriminar, asociar datos y expresar algunas recomendaciones. En la revisión del estado de la cuestión, particularmente en las diferentes metodologías, métodos, técnicas, conclusiones y resultados, no hay evidencia contundente de un proceso sostenido de investigaciones con datos obtenidos en el día a día de la práctica docente, menos aún investigaciones que den cuenta de los fenómenos sociales que sólo suceden como consecuencia de las relaciones humanas.

Si bien es cierto que este trabajo trata con minería de datos, su enfoque no es hacia la experimentación, validación, desarrollo de técnicas o algoritmos; tiene que ver con investigar lo que actualmente está disponible en el campo, encontrar una

---

<sup>1</sup> El Acto Pedagógico en esta investigación tiene que ver con la(s) interacción(es) entre el profesor y sus estudiantes con fines educativos, el cual puede o no estar mediado por las políticas educativas institucionales, locales, regionales, nacionales o internacionales.

alternativa para hacerlo más accesible a la comunidad educativa general y utilizar este proceso como mecanismo para fomentar la reflexión sobre el acto pedagógico en aulas de educación presencial o tradicional<sup>2</sup>.

Aspectos tales como las interacciones entre los diversos actores, la información que se adquiere a partir de la observación directa, la que no es evidente o los resultados de estas interacciones, no han sido registrados en bases de datos de forma digital automática, tal como efectivamente sucede con los datos provenientes de plataformas tecnológicas. Como consecuencia, muchos datos escolares se subutilizan (Noyce, Perda, & Traver, 2000), se pierden o quedan solamente en el recuerdo anecdótico de los actores, sin que se procesen de alguna forma y mucho menos a través de minería de datos con técnicas accesibles al profesor del día a día. Los anteriores hallazgos indican que existe un vacío el cual da lugar a plantear un problema de investigación cuya propuesta de solución sea un modelo metodológico para hacer minería de datos educativos en un contexto de aula presencial. Este modelo, por tanto, debe extenderse al profesor del día a día, sin que tenga que realizar una carrera adicional en ciencias de la computación, programación o estadística y que además contribuya a la reflexión de su práctica y por ende, al mejoramiento de la educación.

El tecnicismo, las herramientas actuales y la sofisticación actual de la Minería de Datos Educativos, como campo de investigación, son limitantes de incursión para la comunidad educativa en general. Este trabajo pretende ir más allá y acercar la MDE a un nivel de accesibilidad para la comunidad educativa general y trascender así el nicho tradicional de investigación en minería de datos. Es decir, iniciar un proceso de democratización y popularización de la minería de datos educativos como campo de investigación en las aulas tradicionales, en donde los actores participan directamente y aportan al análisis de la información desde sus respectivos roles y capacidades.

---

<sup>2</sup> Por aula de educación presencial o tradicional, se entiende en este trabajo un sistema en donde hay presencia física del profesor y los estudiantes en un lugar definido, no necesariamente confinado por paredes, pero con interacción directa cara-a-cara entre todos los actores en el mismo espacio y tiempo.

Para poder hacer minería de datos educativos en un aula presencial, se hace necesario recoger datos que surjan de constructos<sup>3</sup> y variables<sup>4</sup> del acto pedagógico, los cuales para esta investigación son: (a) enseñanza (b) enganchamiento o *engagement* del estudiante frente a la enseñanza y (c) evaluación del aprendizaje. Estos constructos permiten la generación de variables, las cuales se constituyen en la fuente de datos para poder realizar el proceso de minería de datos educativos.

Tabla 1

*Constructos, variables y definiciones operativas para la investigación*

| Constructo                         | Variable                  | Definición operativa medible                                                                                                                                           |
|------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Enseñanza                          | Actividades de enseñanza  | ¿Cuál o cuáles son las actividades utilizadas por el profesor para enseñar una temática particular (concepto(s), habilidades, competencias, estándares, logros, etc.)? |
|                                    | Tiempo de actividad       | ¿Cuánto tiempo es empleado en la realización de la actividad?                                                                                                          |
| Enganchamiento o <i>Engagement</i> | Enganche estudiantil      | ¿Qué valoración numérica le otorga el estudiante al enganche que tiene hacia una actividad de enseñanza y por qué le asigna esta valoración?                           |
| Evaluación del aprendizaje         | Calificación              | ¿Qué valoración cualitativa o cuantitativa registra el profesor como resultado de una evaluación del aprendizaje del estudiante?                                       |
|                                    | Instrumento de evaluación | ¿Qué instrumento(s), mecanismo(s) o dispositivo(s) utiliza por el profesor para evaluar el aprendizaje de los estudiantes?                                             |
|                                    | Indicador de aprendizaje  | ¿Cuáles es(son) el(los) indicador(es) de aprendizaje (contenido, objetivo, estándar, logro, etc.) empleados por los profesores?                                        |

<sup>3</sup> En esta investigación “un constructo es un concepto que tiene el significado agregado de haber sido inventado o adoptado para un propósito científico especial, de forma deliberada y consciente... se incorpora en los esquemas teóricos y se relaciona en diversas formas con otros constructos... se define y especifica de tal forma que puede ser observado y medido” (Kerlinger, 2001, p. 36).

<sup>4</sup> Para efectos de este trabajo, una variable es un símbolo al que se le asignan valores o números, la cual tendrá una definición operacional que se constituye en una descripción de cómo se medirá, ya que se encuentra ligada de forma directa a datos observables y vinculados con la realidad empírica (Kerlinger, 2011).

La definición operativa medible de las variables orienta el diseño de los instrumentos para recoger los datos teniendo como base preguntas como: ¿qué datos son necesarios? ¿Cómo podrían estos datos procesarse con MDE? ¿Es posible para un profesor del día a día hacer minería de datos sin tener formación técnica específica? ¿De qué sirve esta información para mejorar los procesos educativos en general?

La refinación de estos cuestionamientos es lo que permite plantear una pregunta de investigación más concreta, ya que propicia el escenario para un modelo metodológico en donde la comunidad educativa en general y no sólo a los expertos, pueden realizar minería de datos educativos con el fin de aprender desde los datos y reflexionar entorno a los mismos con posibles impactos en su práctica.

## **1.2 Pregunta-problema a investigar**

Este trabajo de investigación buscará dar respuesta las siguientes preguntas de investigación:

### **Pregunta rectora:**

La Minería de datos educativos se ha centrado principalmente en procesos de enseñanza y aprendizaje en ambientes virtuales o en línea, básicamente por conveniencia y facilidad en la obtención y procesamiento de datos, no obstante, ¿Cuál sería un modelo metodológico para Minería de Datos Educativos en un aula de educación media presencial cuya implementación y resultados contribuyan a la reflexión sobre el acto pedagógico?

### **Preguntas específicas:**

- ¿Cuáles son los referentes conceptuales en relación con la gestión de datos en el contexto escolar y los constructos enseñanza, enganchamiento y evaluación del aprendizaje que delimitan la implementación de este modelo metodológico de minería de datos educativos?

- ¿Cuál es la estructura, características y técnica(s) apropiadas que permiten implementar un modelo metodológico para minería de datos educativos en un aula de clase presencial?
- ¿Cuáles son los aportes educativos emergentes a partir de las reflexiones y el sentido que los actores le dan a la implementación y resultados del modelo metodológico de minería de datos educativos desde sus propios roles y con base en los referentes conceptuales para esta investigación?

### **1.3 Objetivos Generales y Específicos**

Los logros de esta investigación están dados por lo siguiente:

#### **1.3.1 Objetivo general:**

- Diseñar un modelo metodológico para Minería de Datos Educativos en un aula de educación media presencial cuya implementación y resultados contribuyan a la reflexión sobre el acto pedagógico.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Elaborar un referente conceptual en relación con la gestión de datos en el contexto escolar y los constructos enseñanza, enganchamiento y evaluación del aprendizaje con el fin de delimitar la implementación del modelo metodológico de minería de datos educativos.
- Determinar la estructura, características y técnica(s) apropiadas para el modelo metodológico que permitan implementar la minería de datos educativos en un aula de clase presencial.
- Analizar las reflexiones y el sentido que los actores le dan a la implementación y resultados del modelo metodológico de minería de datos educativos desde sus propios roles y con base en los referentes conceptuales para esta investigación.

## CAPITULO 2: MARCOS DE REFERENCIA

En este capítulo se desarrollan los marcos de referencia los cuales están determinados por una generalización de lo que significa minería de datos para posteriormente entrar específicamente con el estado de la cuestión de la minería de datos educativos. En relación con los referentes conceptuales para esta investigación y teniendo en cuenta que los insumos primarios son los datos, se elaboran los referentes conceptuales entorno a la gestión de datos y los constructos enseñanza, *engagement* o enganchamiento y evaluación. A partir de estos constructos se derivan unas variables particulares que en últimas son las que dan origen a los datos para el proceso de minería de datos educativos.

Por tanto, con este capítulo se logra el objetivo específico de elaborar un referente conceptual en relación con la gestión de datos en el contexto escolar y los constructos enseñanza, enganchamiento y evaluación del aprendizaje con el fin de delimitar la implementación del modelo metodológico de minería de datos educativos.

## **2.1 Estado de la cuestión**

El uso de datos para mejorar la educación no es algo novedoso ni reciente, siendo este un aspecto que se desarrollará con más detalle en un capítulo posterior de este documento. No obstante, su procesamiento a través de Minería de Datos y sus implicaciones en educación se constituyen en un campo emergente en la investigación educativa. Debido a esto y con el fin de proporcionar una perspectiva general, antes de entrar en detalle sobre el Estado de la Cuestión de la Minería de Datos Educativos (MDE), se presenta una introducción sobre los conceptos generales de la Minería de Datos (MD) y cómo ésta evoluciona hacia la MDE en particular.

Si bien no se ilustra un estudio detallado del Estado de la Cuestión de la MD, ya que no corresponde al alcance de esta investigación, sí se presenta una descripción teórica general como apoyo conceptual introductorio.

### **2.1.1 Sobre la Minería de Datos en general:**

A pesar de que el término minería de datos suena como una idea novedosa y moderna, su concepto como tal no lo es. El hombre siempre ha tratado de darle sentido a la información disponible y su tendencia natural ha sido encontrar patrones en los datos para convertirlos en información y esta su vez en conocimiento. Sin embargo, lo que sí corresponde a una realidad contemporánea, es la basta cantidad de información disponible y la imposibilidad que tiene el hombre en este momento de procesarla de forma manual, por lo cual ha sido necesario utilizar súper computadores y software adecuado para realizar tal labor. Bien dicen Calabria, Bonilla y Alvarez (2014) que la información primitiva se volvió en algo muy extenso y poco práctica para ciertos tipos de consultas que el desarrollo de nuevas tecnologías era algo necesario para satisfacer las necesidades en la toma efectiva de decisiones.

Los tiempos modernos son los tiempos del Big Data. Este concepto consiste en la disponibilidad y variedad de grandes cantidades de información en formatos

estructurados y desestructurados en tiempo real de imágenes, números, posición geográfica, voz, texto, transacciones, etc., almacenados en Bodegas de Datos o *Data Warehouse* cuyo objetivo es aumentar la capacidad analítica de una organización para mejorar su desempeño (Salvador, 2014).

El Big Data dejó de ser un fenómeno exclusivo de las grandes corporaciones o conglomerados industriales; las instituciones educativas cuentan con enormes cantidades de datos que han sido recopilados a través de los años con diversos procesos y mecanismos, siendo algunos de estos la asistencia a clase, la participación en actividades extracurriculares, deportes, plan de alimentación, desempeño académico, comportamientos, números de asignaturas, tasas de promoción, deserción, etc., hasta los resultados en las pruebas estandarizadas nacionales e internacionales. Esta gran cantidad de información genera las condiciones propicias para que la minería de datos tenga un nicho de trabajo en el contexto escolar y que sus aplicaciones aporten conocimiento al acto pedagógico como tal.

Los inicios formales de la Minería de Datos (MD) pueden trazarse a los años 80 cuando comenzó a utilizarse de manera sistemática dentro de la comunidad de investigadores de las ciencias de la computación convirtiéndose así en una disciplina de este campo (Coenen, 2011).

La minería de datos para algunos autores es lo mismo que Descubrimiento<sup>5</sup> de Conocimiento en Bases de datos, ya que consiste en una extracción no trivial de información potencialmente útil, implícita y previamente desconocida en los datos (Frawley, Piatetsky-Shapiro & Matheus, 1992). Podría decirse que es una mezcla entre la estadística, la inteligencia artificial y la investigación en bases de datos con el fin de extraer información y refinar datos brutos, crudos y abundantes para

---

<sup>5</sup> El Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos con sus siglas en inglés KDD (Knowledge Discovery in Data Bases), en el campo de la Minería de Datos, es epistemológicamente diferente a la construcción de conocimiento en los sujetos cognoscentes. Si bien es cierto que el conocimiento no está ahí afuera para ser descubierto, el término es bastante común en la jerga técnica y se seguirá usando en este trabajo con las salvedades epistemológicas que esto implica.

obtener alta calidad de información necesaria en la toma de decisiones (Pregibon, 1996).

No obstante, Fayyad, Piatetsky-Shapiro y Smyth (1996) diferencian la Minería de Datos y Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos, estableciendo que este último es el resultado final de aplicar métodos de minería de datos y que los dos objetivos predominantes de la minería de datos son la predicción y la descripción. En últimas si se considera que la esencia de la MD es solucionar problemas analizando datos presentes en una base de datos (Witten & Frank, 2005), la diferenciación de Fayyad et al. (1996) tiene sentido teniendo en cuenta que separa los métodos de los objetivos.

Para Prabhu y Venatesan (2007), la MD se ha llevado más allá de sus límites para caracterizar cualquier forma de análisis de datos en donde es posible encontrar información en fuentes inesperadas mediante un software que encuentra patrones que no eran obvios o fácilmente discernibles anteriormente.

Quizás Peña-Ayala (2014) generaliza todas las anteriores definiciones introduciendo conceptos como apoyo significativo, organización, estructuración y sistemas de información al identificar la MD como un proceso para la toma de decisiones usando como base los patrones que se encuentran en los datos, la organización de información proveniente de relaciones ocultas, la estructuración de reglas de asociación, la realización de estimaciones de valores de aspectos desconocidos para clasificar objetos, la composición de agrupaciones de objetos homogéneos y la develación de diversos hallazgos que no se producen fácilmente por un sistema de información clásico basado en computador.

La MD ya no se trata únicamente de un proceso de descubrimiento; es un sistema de apoyo analítico para la toma de decisiones ayudado por sistemas de información con unos objetivos mucho más específicos. Para lograr estos objetivos se emplean una serie de métodos que obedecen a algoritmos desarrollados en software específico para procesar la información de las bases de datos, métodos que tienen diferentes metas, técnicas y procesos dependiendo de

lo que se busca en el proceso de Minería. Según Calabria, Bonilla y Alvares (2014), las técnicas de la minería de datos resultan de combinar la inteligencia artificial y la estadística. Por tanto, no es sorprendente ver algoritmos relacionados con redes neuronales y otros con métodos de regresión estadísticos.

Goebel y Gruenwald (1999), proponen unas categorías según las metas y técnicas de la Minería de Datos. No obstante, para algunas de las categorías, los ejemplos que se plantean a continuación no corresponden a los ejemplos originales descritos por los autores, ya que para su época, la MD no estaba ampliamente difundida en el contexto escolar y se utilizaban particularmente ejemplos del marketing o los negocios. Por tanto, para generar una mayor contextualización, se realiza una reconstrucción de los ejemplos centrándolos en el ambiente escolar.

Categorías:

1. *Procesamiento de datos*: Consiste en seleccionar, filtrar, agregar, muestrear, limpiar o transformar los datos. Usualmente los datos en sus bases no se encuentran limpios, por lo que se hace necesario una preparación previa en tal forma que no se produzca interferencia por datos que no aportan a la búsqueda de conocimiento. Por ejemplo, para determinar la tasa de deserción escolar es probable que no se utilicen datos relacionados con el número de veces que se cambiaron los bombillos en la institución educativa. La depuración es un proceso que evita interferencias, re-procesos y datos que no aportan a responder preguntas centrales.
2. *Predicción*: Consiste en predecir el valor para un atributo específico de set de datos. Por ejemplo, en un modelo de predicción de tasas de aprobación escolar, predecir la probabilidad que la aprobación haya sido por fraude. La predicción también puede utilizarse para validar una hipótesis descubierta.
3. *Regresión*: Consiste en realizar el análisis de la dependencia de algunos valores de atributo sobre los valores de otros atributos en la misma variable y la producción automática de un modelo que pueda predecir estos valores de atributos a nuevos registros. Por ejemplo, dados los resultados de calificación

académico en un grupo de estudiantes, construir un modelo que permita predecir la probabilidad de calificación de un nuevo grupo.

4. *Clasificación*: Consiste en que dado un conjunto predefinido de clases categóricas, determinar a cuales de estas clases pertenecen algunos datos específicos. Por ejemplo, si se tienen grupos de estudiantes que responden o se benefician positivamente a ciertas estrategias de enseñanza, identificar las estrategias más adecuadas para un nuevo grupo de estudiantes.
5. *Agrupamiento*: Consiste en que dado un conjunto de datos, se realiza una partición del conjunto en diferentes clases en tal forma que los de características parecidas se agrupan en el mismo conjunto. Por ejemplo en un grupo de estudiantes encontrar aquellos que tienen el mismo patrón de inasistencia a clase, o mismos estilos de aprendizaje.
6. *Asociaciones o Análisis ligado*: Consiste en que dado un set de datos, se identifican las relaciones entre los atributos y los items en tal forma que la presencia de un patrón implica la presencia de otro patrón. Estas asociaciones pueden ser dentro del mismo dominio, por ejemplo, de todos los estudiantes que llegan siempre a tiempo a clase, el 80% también tiene buenas notas; o diferentes, por ejemplo que cada vez que algunos estudiantes pierden matemáticas, otros estudiantes suben su promedio en ciencias sociales. La investigación de las relaciones entre items por un período de tiempo se conoce como *análisis secuencial de patrones*.
7. *Visualización de modelos*: Consiste en elaborar visualizaciones que hagan del descubrimiento de conocimiento un proceso de fácil comprensión e interpretación para los individuos. Estas visualizaciones pueden variar desde gráficas de dispersión e histogramas hasta coordenadas paralelas y películas en 3D. Estas visualizaciones sirven, por ejemplo, para analizar progreso académico por cohortes, realizar predicciones a través de gráficas de regresión lineal o algo tan simple como porcentajes en una gráfica de pastel.
8. *Análisis exploratorio de datos*: Consiste en realizar una exploración interactiva de un conjunto de datos sin una gran dependencia en rasgos o modelos preconcebidos para así determinar patrones interesantes. Las

representaciones gráficas se utilizan a menudo para explotar el poder de la visión y la intuición humana.

Complementariamente, una aproximación a agrupar las diferentes técnicas de MD en grupos según el enfoque es planteada por Coenen (2011), quien considera que tradicionalmente las categorías anteriores han sido muy amplias pero que en términos generales se agruparían en (i) identificación y extracción de patrones, (ii) agrupamiento o clustering de datos y (iii) categorización/clasificación.

Teniendo en cuenta la amplitud de las categorías en relación con sus alcances específicos, recientemente, Pérez (2015), plantea otra clasificación de las técnicas de minería de datos en tres categorías desde un enfoque práctico, tratando adicionalmente de ser un poco más específico en relación con las técnicas para cada una.

Primero se tienen las *técnicas de modelado originado por la teoría*, las cuales especifican el modelo para los datos con base en un conocimiento teórico previo. Es decir, se tiene una idea o hipótesis en mente, la cual se contrastará a través de los hallazgos posteriores a la minería de datos. Seguidamente se tienen las *técnicas de modelados originado en los datos*, en las cuales no se asigna un valor predeterminado a las variables, es decir, no se asume la existencia previa de un modelo.

Estas técnicas son las que permiten descubrir relaciones en las bases de datos sin ninguna intervención externa, lo que significa que muchas veces no se sabe qué se va a encontrar. Por último, las *técnicas auxiliares* que corresponden a métodos basados en estadísticas descriptivas e informes, los cuales son más superficiales y limitados.

En la Tabla 2 se resumen las técnicas con base en la clasificación anterior:

Tabla 2

*Categorías de MD según técnicas.*

| Técnicas                                                                                                                                        |                                                                                                                                         |                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Modelado dirigido por la teoría (Técnicas predictivas)                                                                                          | Modelado dirigido por los datos (Técnicas descriptivas)                                                                                 | Técnicas auxiliares                                      |
| Modelos de regresión.<br>Análisis de la varianza.<br>Series temporales.<br>Análisis discriminante,<br>Árboles de decisión.<br>Redes neuronales. | Análisis cluster (agrupamiento).<br>Escalamiento multidimensional.<br>Escalamiento óptimo<br>Reducción de la dimensión<br>Segmentación. | Proceso analítico de transacciones (OLAP).<br>Reporting. |

La Minería de Datos llegó para quedarse por un buen tiempo y tal como lo dice Coenen (2011), debe verse como un dominio de aplicación y no como una tecnología. Es decir, una rama de estudio en sí misma y no como una herramienta de trabajo más. Los datos y la información sólo tienden a aumentar exponencialmente y, por tanto, su tratamiento, procesamiento e interpretación son cada vez más cruciales no sólo en el mundo de los negocios y el comercio, sino también para los datos provenientes de la academia.

### 2.1.2 Sobre la Minería de Datos Educativos (MDE)

Para la revisión del estado de la cuestión en relación con la Minería de Datos Educativos se tendrán como referentes el estudio sobre el primer estado del arte realizado por Romero y Ventura (2007), que comprendía los años 1995 y 2005; el estado reseñado por Baker y Yacef (2009), el cual es un complemento al trabajo previo de Romero y Ventura; y una nueva revisión de Romero y Ventura (2010). Todas las anteriores publicaciones han sido en Inglés, por lo cual se escapan algunos trabajos realizados en Hispanoamérica, razón por la cual se reseñarán las escasas publicaciones en Español, las cuales precisamente comienzan a suceder alrededor del 2011, lo mismo que las primeras tesis doctorales y de maestría en el emergente campo de investigación de la Minería de Datos Educativos hasta el 2016.

En el último estado del arte publicado Romero y Ventura (2010), e incluso los anteriores, no hay registros sobre tesis de maestría o doctorado en el campo. Por consiguiente, el hecho de que en esta revisión incluye este tipo de trabajos muestra claramente que es un campo de investigación con un gran potencial y que en estas etapas iniciales de investigación, existe todavía un gran espacio con variedad de preguntas por resolver.

Un análisis bibliométrico en Scopus acerca de las publicaciones en Minería de datos educativos (*Educational Data Mining*) arroja lo siguiente:

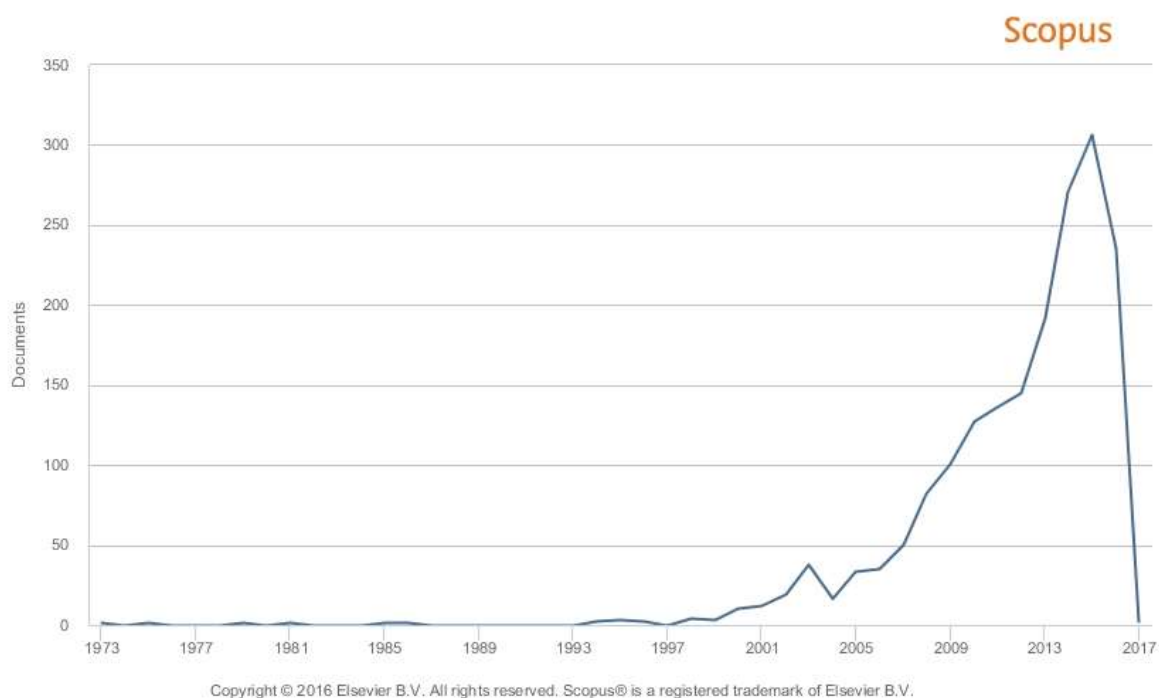


*Figura 1.* Documentos publicados en Educational Data Mining de 1990 a Diciembre de 2016. Scopus, Analysis of Search Results, (2017).

La Figura 1 muestra cómo el número de publicaciones ha aumentado exponencialmente desde el 2005, siendo el mayor pico en el 2014. Esto concuerda con el enfoque hacia una minería de datos en la educación y aspectos como su reconocimiento como campo de investigación en el Primer Simposio de Minería de Datos Educativos en el año 2005 (Romero, Ventura, Pechenizky & Baker, 2011), la conformación de la Sociedad Internacional de Minería de Datos

Educativos (MDE) y la publicación del primer *Journal of Educational Data Mining* en 2009 (International Educational Data Mining Society, s. f).

La Sociedad Internacional de Minería de Datos Educativos define la MDE como una disciplina emergente preocupada por el desarrollo de métodos para explorar los tipos de datos particulares a los contextos educativos y por utilizar dichos métodos para mejorar la comprensión de los estudiantes y las condiciones en que éstos aprenden. Según Romero et al. (2011) el objetivo primario de la MDE es utilizar los grandes conjuntos de datos educativos para mejorar la comprensión del aprendizaje y su proceso. Desde la perspectiva de Papamitsiou y Economides (2014), la Analítica del Aprendizaje<sup>6</sup> y la MDE constituyen un ecosistema de métodos y técnicas, generalmente procedimientos, que sucesivamente recolectan, procesan, reportan y actúan en datos que una máquina puede leer de forma continua con el fin de mejorar el ambiente educativo y reflexionar sobre el proceso de aprendizaje. En últimas con la MDE se busca mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje a partir de los datos provenientes del acto pedagógico como tal.

La fuente principal de los datos educativos puede dividirse en dos grandes sistemas de educación, el primero conocido como tradicional o de aula presencial en donde hay interacción directa entre el profesor y el estudiante y el segundo de educación virtual en donde el computador es el mecanismo de mediación primario. Cada uno produce un conjunto de datos susceptibles de ser interpretados y analizados, donde la principal diferencia es la forma, cantidad y el medio en que se recolectan. Según Romero y Ventura (2013), en el sistema tradicional se tiene información acerca de la asistencia a clase, las notas, indicadores de logro curricular, planes individualizados, información demográfica, y así sucesivamente, donde los profesores utilizan usualmente el logro de los estudiantes en las evaluaciones y la observación como los principales mecanismos para monitorear y contribuir a un mejor proceso de aprendizaje de los estudiantes. En el segundo

---

<sup>6</sup> Se considera como analítica del aprendizaje a la medición, recopilación, análisis y reporte de datos acerca de los estudiantes y sus contextos con el propósito de comprender y mejorar el aprendizaje y los contextos en los que ocurren (Siemens & Gasevic, 2012).

sistema, por el contrario, todos los datos se recogen a partir de los registros en las bases de datos de las plataformas de aprendizaje, las cuales tienen una gran capacidad de recopilación y registro. Esto probablemente es que lo conlleva a que la mayoría de los trabajos en MDE ocurran en estos ambientes de aprendizaje puesto que hay mayor inmediatez y accesibilidad a grandes bases de datos.

A pesar de que podría decirse que apenas hay un par de décadas entre el surgimiento de la MDE y el presente, existen investigaciones en el campo que contribuyen a consolidar el campo como un espacio de investigación emergente en educación. La primera revisión sobre el estado del arte de MDE de 1995 al 2005 la publican Romero y Ventura (2007) en la revista *Experts Systems with Applications*, en la cual muestran inicialmente la diferencia entre la minería de datos desde el campo educativo y la Minería de Datos desde otras áreas del conocimiento; particularmente en lo relacionado con el dominio, los tipos de datos, los objetivos y las técnicas, haciendo de la MDE una disciplina independiente. Para estos autores el conocimiento minado deberá entrar al círculo del sistema educativo con el fin guiar, facilitar y mejorar el aprendizaje como un todo. No se trata solamente de convertir datos en información, sino de filtrar este conocimiento minado para tomar decisiones.

En esta revisión clasifican los trabajos publicados a la fecha de acuerdo con el impacto en tres actores dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje: los estudiantes, los profesores y los administrativos. En los trabajos se hace uso de técnicas de minería de datos que incluyen el *clustering* o agrupamiento, la clasificación, reglas de asociación, apareamiento de patrones y minería de texto con el fin de dar respuestas a preguntas pertinentes a los actores correspondientes. En las referencias que se relacionan a continuación se aprecia una tendencia a un tipo de investigación centrada en validar y probar técnicas de minería de datos como instrumentos que den cuenta de resultados para sus respectivas preguntas de investigación.

- a) Trabajos **orientados a los estudiantes** que buscaban dar respuestas a preguntas como ¿cuáles son las actividades, recursos o experiencias que

mejorarían el aprendizaje de los estudiantes? ¿Qué ruta de aprendizaje se puede sugerir a los estudiantes teniendo en cuenta sus propios patrones y el de compañeros semejantes? (Heraud, France, & Mille, 2004; Farzan, 2004; Lu, 2004; Tang & McCalla, 2005; Zaiiane, 2002, citados en Romero & Ventura, 2007). Las conclusiones generales de estos trabajos, según Romero & Ventura, permiten conocer cómo los estudiantes utilizan los cursos, el impacto de una estrategia pedagógica en diferentes estudiantes, el orden que siguen los estudiantes en el curso, qué aspectos del curso omiten los estudiantes, cuánto tiempo invierten en una página, un capítulo o todo el curso, y así sucesivamente, para conocer aspectos que intervienen directamente en el proceso de aprendizaje del estudiante.

- b) Trabajos **orientados a los profesores**. Estas investigaciones continúan con la exploración de técnicas de minería de datos cuyos resultados permiten proporcionar una mayor retroalimentación objetiva al profesor con el fin de que pueda mejorar sus estrategias de enseñanza, evaluar la estructura de los contenidos de los cursos y su efectividad en el proceso de aprendizaje, clasificar los estudiantes en grupos de acuerdo con sus necesidades en guía y monitoreo, encontrar patrones de aprendizaje regulares e irregulares, así como aquellas actividades que parecen más efectivas, descubrir información para mejorar la adaptación y personalización de la estructura de los cursos, organizar los contenidos de manera eficiente para el estudiante y así generar planes de enseñanza individualizados, etc., (Ha et al. 2000; Hamalainen et al. 2004; Merceron & Yacef, 2004; Minaei-Bidgoli & Punch, 2003; Mor & Minguillon, 2004; Muehlenbrock, 2005; Pahl & Donnellan, 2003; Romero et al. 2004; Silva & Vieira, 2002; Talavera & Gaudioso, 2004; Tang, et al. 2000; Ueno, 2004b; Zaiiane & Luo, 2001; citados en Romero & Ventura, 2007). A nivel general, estas investigaciones concluyen que los profesores pueden aprender de las experiencias de sus estudiantes con el fin de mejorarlas y facilitarles así su proceso de aprendizaje mediante personalización y adaptación de rutas pedagógicas.

- c) Los trabajos ***orientados hacia los administrativos académicos*** tienen como objetivo encontrar parámetros acerca de cómo mejorar la eficiencia de los sitios web para adaptarlos al comportamiento de los usuarios, tener indicadores de cómo organizar mejor los recursos institucionales y su oferta educativa, mejorar los programas educativos y determinar la efectividad de las nuevas metodologías de enseñanza a distancia mediadas por computador (Becker, Ghedini & Terra, 2000; Grob, Bensberg & Kaderali, 2004; Luan, 2002; Ma, Liu, Wong, Yu & Lee, 2000; Peled & Rashty, 1999; Sanjeev & Zytchow, 1995; Urbancic, Skrjanc & Flach, 2002; citados en Romero & Ventura, 2007).

Como se mencionó anteriormente, este primer estado del arte muestra una marcada tendencia a la experimentación con técnicas de minería de datos para su validación y correspondiente utilización en diversos ámbitos educativos, pero sigue siendo con uso centrado en ambientes virtuales o mediados por computador.

Es importante mencionar que Romero y Ventura (2007) también hacen alusión a la aplicación de la Minería de Datos tanto en aulas tradicionales como en educación a distancia, pero sugieren que es necesario utilizar diferentes técnicas ya que los objetivos y las fuentes de datos son diferentes. Esta conclusión es plenamente relevante al presente trabajo de investigación, ya que trata precisamente con este problema en particular, teniendo en cuenta que los datos no se recolectan a través de plataformas tecnológicas sino de la observación directa de aula, lo cual hace que la construcción de la base de datos tenga un mecanismo diferente y por ende un uso particular de técnicas tanto de recolección como de análisis.

En relación con aportes a la MDE desde las aulas tradicionales, Romero y Ventura (2007), mencionan únicamente cuatro trabajos en particular, considerando el de Sanjeev y Zytchow (1995) como uno de los primeros en este contexto siendo su objetivo descubrir conocimiento útil para la comprensión de las matrículas en las universidades y así encontrar formas de aumentarlas. Para esto examinaron el efecto que tiene la ayuda financiera en la retención de estudiantes y entre sus hallazgos encontraron que la oferta de cursos de remediación aparentemente no contribuye a retener los estudiantes que no se encuentran bien preparados.

El segundo trabajo en una situación de aula tradicional es el de Becker, Ghedina, y Terra (2000) quienes pretenden identificar y comprender si las revisiones curriculares tienen o no efecto en los estudiantes de una universidad en Brasil encontrando que el riesgo subyace en el número de clases extras que deben tomar para cumplir con los requisitos en una carrera en particular, pero que no hay efecto en el tiempo requerido para graduarse.

El tercer trabajo corresponde a Ma et al. (2000) quienes utilizaron reglas de asociación para determinar si algunos estudiantes deberían estar en clases remediales, mostrando que los métodos tradicionales seleccionan demasiados estudiantes lo cual aumenta la carga de enseñanza para los profesores y proporciona una carga innecesaria a los estudiantes; por esto muestran que la minería de datos puede ayudar a seleccionar estudiantes para estos cursos de una forma más precisa. El cuarto y último trabajo reseñado por Romero y Ventura (2007) es del Luan (2002), quien utiliza la minería de datos para predecir la posibilidad de retorno al colegio por cada estudiante matriculado en un instituto técnico en Silicon Valley. La lista de estudiantes con menor probabilidad de retorno al colegio se entrega a los profesores y administrativos para su respectiva intervención y evitar que deserten.

Tal como se aprecia, esta revisión presenta sólo cuatro casos de MDE en el aula tradicional, de 48 referenciados por Romero y Ventura (2007) entre 1995 y 2005. No obstante, se presentan muchos más trabajos relacionados con educación a distancia, la cual está mediada por computador y sistemas de información, lo que permite, como se dijo anteriormente, una base datos más accesible al ser generada directamente por los sistemas. Debido a esto, la minería de datos educativos se realiza particularmente en estos sistemas educativos, precisamente por la accesibilidad que se tienen a los datos, lo cual es totalmente opuesto a lo que sucede en las aulas de educación presencial.

En este trabajo de revisión de Romero y Ventura (2007) se aprecia igualmente un gran énfasis al tipo de tarea de minería o técnica de cada uno de los trabajos publicados, más que a los hallazgos como tal. Es decir, se da un gran peso a la

técnica más que al objeto mismo de conocimiento, pero plantea unos desafíos interesantes en el campo educativo como son la necesidad de tener herramientas de minería de fácil uso para educadores de aula presencial y no sólo para expertos en programación y algoritmos.

Así mismo, proponen en primer lugar una estandarización de métodos y datos, ya que las técnicas y los datos han sido muy particulares a un contexto y no permiten extrapolación, seguido de una integración con sistemas e-learning con el fin de que la minería se realice en el mismo sistema y no en plataformas independientes. Finalmente, consideran que debe haber técnicas específicas para minería de datos educativos, ya que las actuales son adaptaciones que se hacen para los contextos educativos.

Posteriormente, Baker y Yacef (2009) publican un nuevo estado de la MDE rescatando el trabajo previo de Romero y Ventura (2007), pero con unos planteamientos de visiones futuras para el campo. En este trabajo lo autores hacen un estudio cuantitativo de los tipos más comunes de trabajos en MDE mostrando como la más común la minería de relaciones, seguida por la predicción, agrupamiento y juicio humano.

Igualmente, referencian las publicaciones más relevantes en el campo de la minería de datos educativos, las cuales, según los autores, se focalizan principalmente en Norte América, Europa Occidental, Australia y Nueva Zelanda con relativamente muy poca participación de otras regiones. Esta distribución geográfica se corrobora a partir del análisis de resultados arrojado por Scopus en diciembre del 2016, en donde se muestra que a nivel de países, los Estados Unidos lidera las publicaciones del campo, seguido por España. No obstante, las publicaciones son únicamente en Inglés (ver Figura 2).

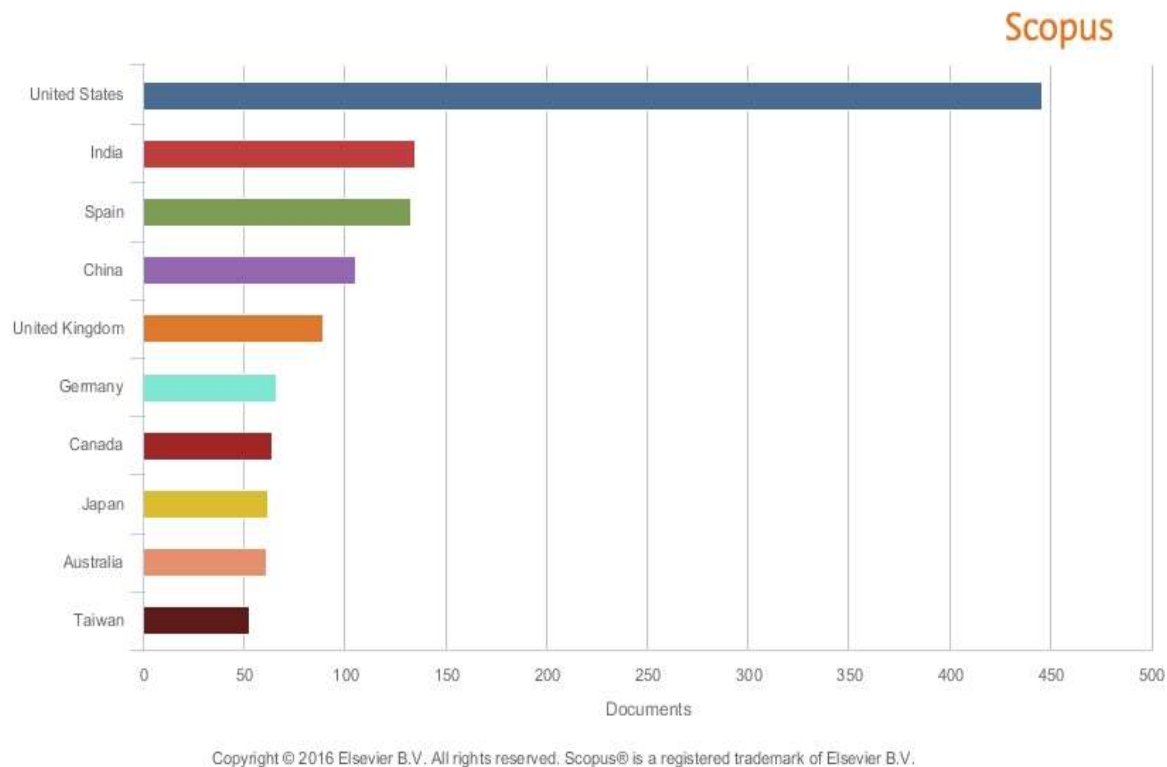


*Figura 2.* Localización geográfica publicaciones en Educational Data Mining, Scopus, Analysis of Search Results, (2017).

Baker y Yacef (2009), también presentan una nueva clasificación de los trabajos en MDE en cinco grupos a saber: (a) Predicción, (b) Agrupamiento o clustering, (c) Minería de relaciones, (d) Destilación de datos para juicio humano y (e) Descubrimiento con modelos. Esta clasificación difiere de las tres categorías planteadas anteriormente por Romero y Ventura (2007), apreciándose más una tendencia hacia las técnicas y no a los beneficiarios.

En esta revisión una de las áreas más comunes de investigación de MDE es el aprendizaje individual a partir de software educativo, seguido por aprendizaje colaborativo apoyado por computador, evaluaciones computarizadas adaptativas y factores asociados con el desempeño de los estudiantes o retención en cursos. También se indica que una de las principales áreas de aplicación ha sido el mejoramiento de modelos estudiantiles los cuales proporcionan información acerca de las características del estudiante como su conocimiento actual, motivación, desentendimiento en las tareas, frustración, engaños al sistema,

riesgo de pérdida, retención y actitudes entre otras (Corbett, 2001; Baker et al. 2004; McQuiggan et al. 2008; Baker, 2007; D'Mello et al. 2008; Dekker et al. 2009; Romero et al. 2008; Superby et al. 2006; citados en Baker & Yacef, 2009).

En esta revisión se muestra también cómo los métodos de MDE tienden a descubrir o mejorar modelos acerca de la estructura del conocimiento de un dominio particular para desarrollar mecanismos que expliquen las relaciones entre estos conocimientos (Barnes, 2005; Desmarais & Pu, 2005; Pavlik et al. 2009; Pavlik, Cen, Wu & Koedinger, 2008; citados en Baker & Yacef, 2009). Adicionalmente registran cómo los métodos de MDE han servido para estudiar cuáles son los apoyos pedagógicos más efectivos para los estudiantes, en grupos y en diferentes situaciones, para relacionar la efectividad del tipo de apoyo y su efecto en el aprendizaje (Beck & Mostow, 2008; Pechenizkiy et al. 2008; Beck & Mostow, 2008; citados en Baker & Yacef, 2009). En esta misma línea se presenta cómo los métodos de MDE tratan con la búsqueda de evidencia empírica para refinar y complementar las teorías educativas y los fenómenos educativos con el fin de lograr una comprensión más profunda de los factores fundamentales que afectan el aprendizaje con el propósito de mejorarlo. Por ejemplo, estudios que tienen en cuenta la auto-disciplina y el aprendizaje, las interacciones entre grupos de estudiantes, su consistencia y desempeño académico (Gong, Rai & Heffernan, 2009; Perera et al. 2009; Madhyastha & Tanimoto, 2009; citados en Baker & Yacef, 2009).

Otros aportes significativos del trabajo del Baker y Yocef (2009) tienen que ver con mostrar los cambios en las tendencias que se dan entre 2008 y 2009 comparadas con las citadas por Romero y Ventura (2005). Mientras en este último no se mostraron trabajos de Descubrimiento con modelos, para el período 2008-2009 esta se convierte en la segunda categoría más común con un 19% de todos los trabajos referenciados. Esto incluye publicaciones que tratan con aspectos relacionados con el beneficio para los estudiantes respecto al uso de ciertos materiales de enseñanza, el impacto de jugar con el sistema, desentenderse del aprendizaje y el impacto de las variaciones en el diseño de los tutores inteligentes

en el aprendizaje (Beck & Mostow, 2008; Cocea, HersHKovitz & Baker 2009; Jeong & Biswas, 2008; citados en Baker & Yacef, 2009). De los anteriores trabajos se rescata particularmente para esta investigación Cocea, HersHKovitz y Baker (2009), quienes a pesar de utilizar sistemas de tutor inteligente, es decir, información de cursos en línea, encontraron que jugar con el sistema, o tratar de encontrar trucos para saltarse procesos o tareas, se asocia con un aprendizaje más pobre tanto de forma inmediata como agregada, mientras que estar desconectado o como ellos dicen, off-task, se asocia con un aprendizaje más pobre pero solamente agregado, lo que quiere decir, acumulativo. Por consiguiente, si estar off-task tiene consecuencias en el aprendizaje, sería de esperar que estar conectado, *engaged* o enganchado como se denomina en esta investigación, también tenga un efecto en el aprendizaje de los estudiantes. Esto significa para el presente trabajo, analizar una situación con la variable opuesta (enganchamiento), en un contexto diferente (aula de educación presencial).

En la nueva revisión del estado de la MDE realizada por Romero y Ventura (2010), se muestra como aspecto interesante una lista de referencias de MDE agrupadas de acuerdo con los tipos de datos utilizados. En esta lista, se observa cómo el uso de datos de aula tradicional comienza a ganar terreno comparado con estudios anteriores. Para el 2009, Romero y Ventura (2010) registran 36 publicaciones en esta área dentro de las cuales los modelos de predicción de calificación académico estudiantil constituyen la mayoría, seguido por estudios de deserción escolar, factores asociados con el desempeño académico, modelos de aprendizaje a la medida del estudiante y estudios de matrícula. Este estudio también muestra las publicaciones en otras áreas de la MDE como lo son el e-learning o educación en línea, sistemas de administración de aprendizaje, sistemas de tutoría inteligentes, sistemas educativos adaptativos, evaluaciones y cuestionarios y otros que no entran en las categorías anteriores. Adicionalmente, muestra el número de publicaciones en cada tarea/categoría el cual se ilustra en la siguiente la Figura 3.

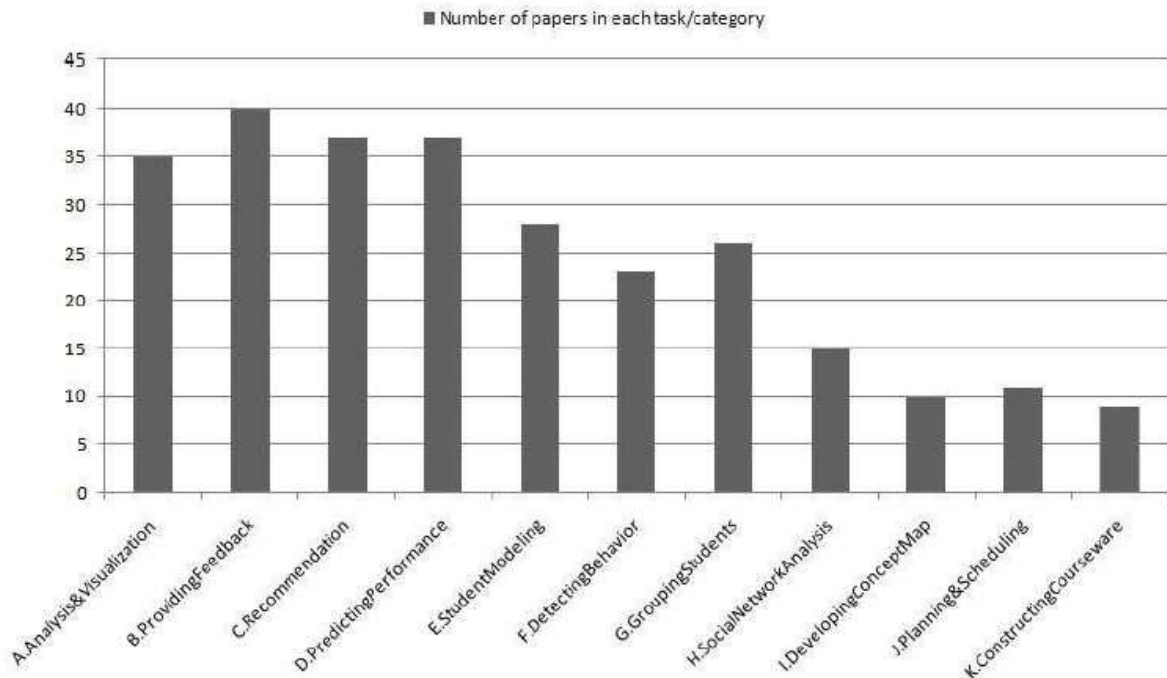


*Figura 3.* Número de publicaciones al 2009 agrupadas por tarea/categoría. Fuente: Romero, C., & Ventura, S. (2010). Educational data mining: A Review of the State of the Art. Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on, 40(6), p. 604.

Como puede observarse en la Figura 3, la mayoría de trabajos se centran en proporcionar retroalimentación de alguna clase en el contexto educativo, lo que consiste en apoyar a los actores en la toma de decisiones, las cuales van desde cómo mejorar el aprendizaje hasta cómo usar los recursos más efectivamente. No obstante, a pesar de que esta es el área con mayor número de publicaciones, no es el área más relevante en los contextos de aula de educación presencial o tradicional, la cual según lo anteriormente mencionado, presenta un mayor número de investigaciones en el área de predicción, cuyo número de publicaciones es también significativo.

Este trabajo de Romero y Ventura (2010) es el más completo a la fecha en relación con las publicaciones en MDE, pero sigue estando sesgado a las publicaciones en Inglés, a pesar de que los autores son españoles. Pareciera que es necesario publicar en este idioma para ser considerado como un contribuyente al cuerpo del conocimiento en esta área en particular. En Scopus, por ejemplo, al

realizar una búsqueda en Español de Minería de Datos Educativos, sólo arroja un resultado para el año 2015. No obstante, para la actual revisión del estado de la cuestión, además de considerar las contribuciones en habla inglesa, también se hace una revisión dentro el contexto latinoamericano. Al respecto y en el mismo período hasta el 2010, se encontraron muy pocos trabajos publicados, lo que concuerda con la conclusión de Baker y Yacef (2009), que la mayoría de publicaciones se concentran en Norte América, Europa Occidental, Australia y Nueva Zelanda. La Figura 4 muestra el estado de publicaciones en Scopus para Latinoamérica a diciembre del 2016.

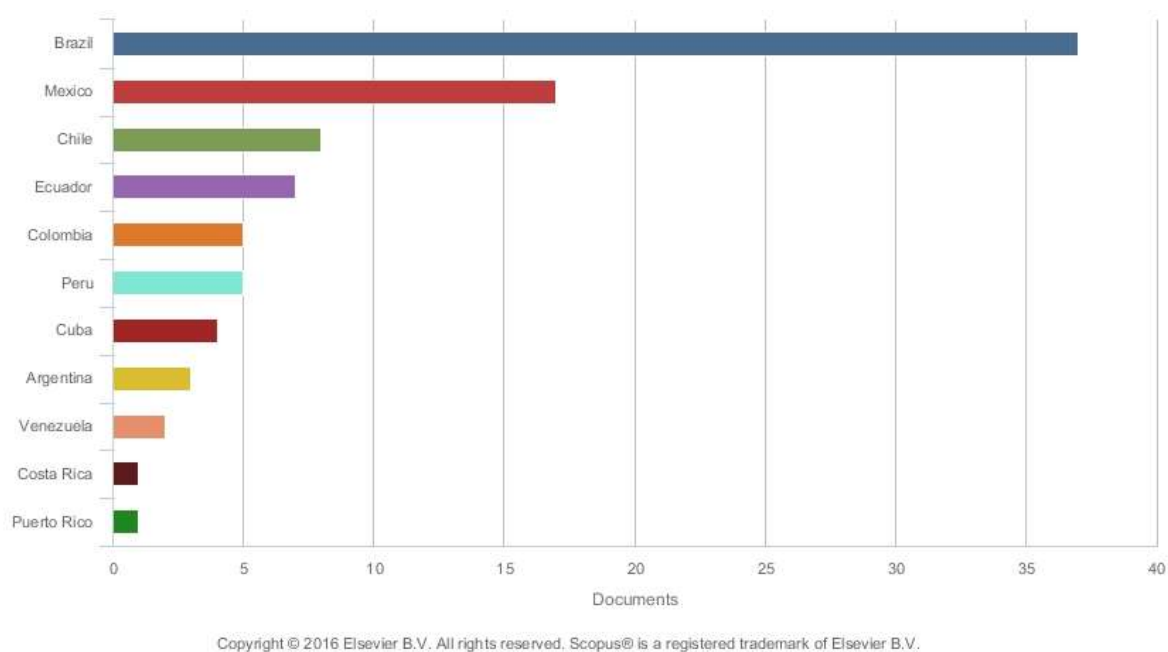


*Figura 4.* Publicaciones en Latinoamérica. Scopus, Analysis of Search Results, (2017).

Como se aprecia, las publicaciones desde el ámbito latinoamericano aún son incipientes, siendo Brasil el país líder con solamente 37 publicaciones referenciadas para Educational Data Mining, pero en términos porcentuales de lejos superando los demás países.

A pesar de esto, existen publicaciones en Español que se escapan de esta base de datos, siendo uno de estos trabajos el de Pagola, Pinheiro y Despachelles (2005), de producción Cubano-Brasilera, quienes muestran una aplicación de la

MD en un contexto educativo para realizar un diagnóstico y análisis del rendimiento de los voleibolistas en condiciones competitivas utilizando variables psicológicas. Este estudio permitió identificar determinados comportamientos de interés para los especialistas deportivos con el objetivo de planear estudios más específicos y programas que inciden en el rendimiento, es decir, información para la toma de decisiones.

En México, también se encuentra una publicación de Hernández, Burlak, Muñoz y Ochoa (2006), en la cual utilizan la MD para una evaluación de objetos de aprendizaje en cursos en línea, es decir, textos, gráficos, simulaciones, meta datos, etc., en una base de datos, con el fin de identificar fortalezas y debilidades para así mejorar su diseño y calidad. Los autores consideran que los resultados permitirán diseñar mejores experiencias para los estudiantes en aprendizaje a distancia. En Argentina, Durán y Costagua (2007), realizaron un trabajo para descubrir estilos de aprendizaje utilizando técnicas de MD sobre los datos de una encuesta aplicada a una muestra de estudiantes en una universidad. Este trabajo, a pesar de ser en un contexto de aula presencial, no involucra interacciones profesor-estudiante, ni observaciones de aula. Se limita a procesar los resultados de la encuesta a partir de un software especializado, encontrando que hay un alto grado de homogeneidad en el estilo de aprendizaje de los alumnos, siendo dominante el estilo sensitivo-visual-activo/reflexivo-global. Esta es la información que se le proporciona al profesor para que la tenga en cuenta al momento de diseñar sus estrategias de enseñanza.

Otro trabajo, también en Argentina es el de Porcel, Dapozo y López (2009) quienes utilizan las técnicas de MD para construir modelos predictivos del rendimiento académico de los estudiantes de las diversas carreras en una universidad. Para la construcción de estos modelos predictivos utilizaron información sobre las condiciones socioeconómicas de los estudiantes, sus conocimientos matemáticos previos y otros datos recopilados a partir de instrumentos aplicados a los estudiantes. Se busca que a partir de los resultados se planteen mecanismos correctivos que contribuyan al mejoramiento de los índices

de desgranamiento, abandono, bajo rendimiento académico y prolongación excesiva de la duración de la carrera. En este trabajo se aprecia una de las tendencias más comunes en MD como son los modelos predictivos, los cuales surgen de un análisis en un contexto particular y se aplican a otros contextos pertinentes.

En el año 2010, en México se realizó un trabajo de MD con una muestra poblacional bastante significativa de 6211 estudiantes de Baja California, con el fin de realizar un estudio diferencial del rendimiento académico en lengua española con estudiantes de educación Secundaria (Hernández & Olariaga, 2010). El objetivo principal fue estudiar los factores asociados al aprendizaje y al rendimiento académico y así elaborar y sugerir acciones y propuestas de mejora para los responsables del sistema educativo. En este trabajo los autores emplearon árboles de decisión con los cuales determinaron qué variables (predictoras) inciden o explican los cambios de una variable dependiente, pero con la ventaja de que tanto la variable criterio como las predictoras pueden ser de cualquier tipo (cuantitativas o cualitativas). Los resultados permitieron determinar que el centro escolar es el elemento clave a la hora de establecer diferencias en el rendimiento en lengua española, así como el nivel socioeconómico de los estudiantes.

Para el período entre el 2011 y 2015, ya se encuentra el primer trabajo en Colombia sobre Minería de Datos en el contexto educativo, aunque no directamente relacionado con el acto pedagógico. Esta investigación consistió en determinar el perfil del estudiante desertor de la Escuela de Marketing y Publicidad de la Universidad Sergio Arboleda, encontrando, entre otras variables, que los estudiantes son sensibles a la deserción causada por el bajo nivel académico (bajas calificaciones), Pinzón (2011). Este tipo de trabajo permite tomar decisiones a nivel administrativo y ejemplificar cómo la MDE contribuye en este proceso.

En el mismo 2011, pero en Turquía, Badur y Mardikyan (2011), publicaron un trabajo centrado en el análisis del desempeño de instructores a través de minería de datos. Dentro de los hallazgos encontraron que en el desempeño de

enseñanza influyen variables como el tipo de contrato, la carga de trabajo del curso, la asistencia de los estudiantes y el porcentaje de estudiantes que completaban la encuesta. Este trabajo proporciona elementos que permiten analizar la práctica docente desde perspectivas que usualmente no se tienen en cuenta, como por ejemplo, tipos de contrato, y asistencia de los estudiantes a clase. En esta misma línea Barracosa y Antunes (2011), en Portugal, realizan un estudio en donde anticipan la calificación docente al utilizar técnicas de MD a los resultados de encuestas pedagógicas respondidas por los profesores. Con esto mostraron que el descubrimiento de patrones frecuentes puede utilizarse para caracterizar a los profesores y así anticipar su calificación futura. Aunque los autores elaboraron un estudio de caso para validar sus resultados, la realidad es que muchos aspectos pueden cambiar de un semestre a otro y la posibilidad de que se pueda anticipar con gran certeza el desempeño de un profesor al futuro podría tener un gran porcentaje de error.

Las publicaciones entre el 2011 y 2015 incluyen investigaciones en las cuales la MD se utiliza para la predicción de estudiantes en riesgo, desempeño académico, deserción, factores relevantes para mejorar la pedagogía de los docentes, estilos de aprendizaje, evaluación de programas y plataformas de enseñanza, predicción de comportamientos y ganancia de becas (Tsai et al. 2011; Devine et al. 2011; Baradwaj & Pal, 2011; Thai-Nghe et al. 2011; León & Carrillo, 2012; Hung, Hsu, & Rice, 2012; Abdous, He & Yen, 2012; Pereira, Romero & Toledo, 2013; Monsalve, Aponte & Hoyos, 2013; Liu & Hsu, 2013; Khan & Choi, 2014; Jayaprakash et al. 2014). Todos los anteriores trabajos han estado orientados según lo dice Peña-Ayala (2014) al modelado de calificación, comportamientos, aprendizajes y dominios de conocimiento los cuales utilizan técnicas de Minería de Datos principalmente relacionadas con modelos predictivos, clasificación y agrupación.

Para el 2014, un estudio que se relaciona con el presente trabajo de investigación, tiene que ver con una investigación sobre la correspondencia entre el afecto del estudiante y el *engagement* comportamental [enganche/enganchamiento] en un sistema de tutoría en línea durante todo un año escolar y los aprendizajes al final

del año determinados por un examen de matemáticas. En este estudio realizado por Pardos et al. (2014) encontraron que hay una alta correlación entre el estado de ánimo del estudiante y el *engagement*, con los resultados finales de la evaluación. Así mismo que si un estudiante se encuentra aburrido durante una sesión de tutoría por etapas hay una correlación positiva con su calificación, lo cual no se encuentra cuando está aburrido durante la solución de problemas. El *engagement* comportamental y afecto fue determinado mediante una serie de parámetros que incluyen, por ejemplo, tiempo que tarda en responder una pregunta, el paso de una página a otra, etc., a través de lo que estos autores denominan detectores automáticos.

En términos de análisis de datos se utilizaron regresiones lineales y pruebas de correlación entre las variables. Este trabajo en particular es significativo para esta investigación ya que presenta un aspecto particular como lo es el *engagement* o enganchamiento junto con la calificación del aprendizaje, las cuales son variables de la presente investigación. No obstante, el trabajo sigue siendo en ambientes virtuales y no en aulas de educación presencial, ya que se basan en un sistema que utiliza datos indirectos para determinar el *engagement* o enganchamiento de un estudiante. Lo interesante es que delimitaron el concepto de *engagement* a ciertos patrones medibles, lo cual será el mismo mecanismo para identificar el *engagement* en un aula presencial para esta investigación.

Los trabajos publicados en el 2015 no muestran gran diferencia con las líneas de investigaciones predecesoras, solamente entran en juego nuevas variables y técnicas. Se tienen trabajos para identificar plagio en tareas en línea utilizando minería de texto (Akçapinar, 2015), clasificación de estilos de aprendizaje en sistemas de aprendizaje colaborativo apoyados por computador (Ji, Park, Jo, & Lim, 2015), identificación de estrategias para mejorar el desempeño de los estudiantes y los horarios de los exámenes (Campagni, Merlini, Sprugnoli & Verri, 2015) y la identificación de estudiantes en riesgo de graduarse con bajos promedios para generar guía académica de mejora temprana (Shana, Abdulla, 2015).

## **Tesis doctorales**

Se dedica una sección especial para reseñar las tesis doctorales en campo de la minería de datos educativos por tres razones fundamentales: 1) como son tan pocas a la fecha, darles un espacio más relevante para que no se pierdan entre los artículos de investigación; 2) destacar la producción de conocimiento y aplicaciones de la MD en el contexto escolar como campo emergente en la investigación educativa y 3) Ratificar el hecho de que la Minería de Datos sigue teniendo como gran nicho de investigación los ambientes de educación en línea y los sistemas mediados por computador.

Una de las primeras tesis doctorales en el campo educativo que utiliza la minería de datos como herramienta de investigación fue realizada por Espigares (2009) en la Universidad de Valencia quien destaca la importancia y necesidad de las técnicas de minería de datos para la evaluación de la formación on-line, ajustes y mejoras, debido a la imposibilidad de softwares más convencionales como el SPSS de manejar tales volúmenes de datos. Espigares, destaca que las técnicas, algoritmos y modelos estadísticos empleados validan la hipótesis de que el tipo de aprendizaje de los estudiantes está más basado en la exploración que en participación en trabajos colaborativos, evaluaciones recíprocas y test de conocimientos musicales. En este trabajo doctoral se aprecia como los resultados cuantitativos permiten llegar a algunas conclusiones acerca de procesos de enseñanza y aprendizaje y plantea algunas aplicaciones en relación con los hallazgos.

Otra tesis doctoral que hace uso de técnicas de MD es la de Rodríguez (2009) de la Universidad Complutense de Madrid, quien muestra que es posible desvelar la colaboración de los estudiantes de forma automática en ambientes online a través de los foros de discusión mediante herramientas de minería de datos. El objetivo es mejorar la gestión del proceso de colaboración para lo cual utilizan la información que surge de las interacciones de los estudiantes en los foros de discusión y la utilización de unas plataformas particulares. En la Universidad de Córdoba en España, García (2009) publicó su tesis doctoral titulada Usando

minería de datos para la mejora continua de cursos e-learning en la cual se propone un sistema que le ayude al profesor detectar posibles problemas en la estructura y contenidos de un curso.

Mediante el trabajo doctoral de Kelly-Winstead (2010) en la Universidad George Mason en los E.E.U.U., se pudo demostrar la efectividad de utilizar árboles de clasificación junto con regresión lógica por pasos en la investigación educativa para identificar subgrupos de estudiantes con probabilidad de retención académica. Este es un ejemplo de datos recopilados a partir de cuestionarios y encuestas a padres, profesores y estudiantes, pero donde la base de datos ya estaba construida previamente por una organización.

Otro aporte en esta misma línea de modelos de predicción es el de Raju (2012) quien utiliza dos bases de datos previamente establecidas y los modelos de árboles de decisión para realizar comparaciones, encontrando que las instituciones pueden utilizar los datos históricos del colegio y de fin de semestre en la universidad, para construir modelos y predecir la graduación de los estudiantes, permitiendo así identificar estudiantes en riesgo y generar planes de intervención temprana. Márquez (2015), de la Universidad de Córdoba en España, propone varios modelos de predicción para identificar aquellos estudiantes en riesgo de abandonar y reprobar en educación media.

Estos dos últimos trabajos tienen semejanzas con Kelly-Winstead (2010), cambiando sólo el contexto y el análisis de rendimiento de diferentes algoritmos de clasificación en diferentes conjuntos de datos. No obstante, sigue siendo el mismo tipo de investigación con bases de datos provenientes de ambientes en línea y se fundamentan en las técnicas y su validación, más que en la elaboración a partir de los resultados.

Zapata (2013), con su tesis Modelo híbrido de recomendación de objetos de aprendizaje, propone un sistema que sea más apropiado a las necesidades de los usuarios tanto de forma individual como grupal. Esta tesis doctoral es muy parecida al trabajo de Hernández, Burlak, Muñoz y Ochoa (2006) referenciado

anteriormente y buscan encontrar patrones para personalizar las experiencias de aprendizaje en ambientes en línea.

Otra perspectiva sobre el uso de minería de datos en el contexto educativo es propuesta por Alhajri (2014) quien diseña un sistema de enseñanza en línea y lo compara con estudios relacionados con el mismo. En esta tesis, mediante el uso de la estadística y técnicas de minería de datos, encontraron que las diferencias individuales y sus combinaciones tienen impacto en las preferencias del aprendiz al momento de escoger herramientas de navegación, las cuales deberían ser tenidas en cuenta por los diseñadores de cursos en línea.

En este mismo año Kerr (2014) publica la primera tesis que busca encontrar datos a partir de la información recopilada por el sistema en un juego para el aprendizaje de fracciones matemáticas. Las técnicas de minería de datos utilizadas para este estudio fueron análisis de grupos, minería de secuencias y clasificación y los resultados apoyan el uso de juegos educativos como evaluaciones directas de tareas complejas que pueden establecer estrategias para la solución de problemas e identificación de errores con el fin de identificar las fortalezas y debilidades de los estudiantes. A pesar de que este trabajo también tiene como fuente de datos los registros en línea, presenta una nueva tendencia con aplicaciones mucho más directas en el aula de clase presencial y es elaborado dentro de una facultad de educación, tal como los de Kelly-Winstead (2010) y Raju (2012). Estos trabajos en particular, comienzan a mostrar una tendencia por la Minería de Datos Educativos como campo de investigación en las facultades de educación, comenzando así un salto desde su nicho tradicional en las ciencias de la computación.

En conclusión, la anterior revisión del estado de la cuestión, tanto de artículos como de tesis en MDE indica lo siguiente:

- A. La tendencia de los trabajos de investigación es en ambientes de aprendizaje en línea con bases de datos generadas en los mismos sistemas.

- B. Se han probado y validado varias técnicas de minería de datos con bases de datos provenientes del sistema educativo.
- C. El enfoque o perspectiva teórica en la mayoría de las investigaciones en positivista, es decir, hay un gran énfasis en los resultados y los métodos para obtenerlos.
- D. La investigación en minería de datos educativos es muy escasa en aulas de educación presencial con profesores sin formación en bases de datos, programación algorítmica o estadística. Esto conlleva a que las implicaciones directas y prácticas en el aula sean escasas debido a que falta el componente epistemológico y pedagógico que le da sentido a los hallazgos.
- E. La producción intelectual en este campo en América Latina es aún incipiente y requiere de mayor contribución de investigadores del campo, lo cual podría ser por carencia en formación técnica, acceso a tecnología y desconocimiento del potencial de la MDE.
- F. Se precisa desarrollar un modelo de Minería de Datos Educativos más accesible a los profesores de aula que no requiera una formación avanzada en programación o escritura de códigos y se relacione mucho más con los fenómenos e interacciones que se viven en el día a día de la práctica docente.

Todo lo anterior muestra claramente el espacio que tiene el presente trabajo de investigación al constituirse como un pilar en el desarrollo de base de datos creadas y construidas en un aula presencial y utilizando estrategias más accesibles para los profesores. De esta forma se podrá ir más allá de las técnicas y hallazgos con el fin de analizar los resultados y realizar propuestas relacionadas con las implicaciones en los procesos educativos con una participación activa de los actores. La propuesta metodológica para un proceso con minería de datos educativos en un aula presencial se presenta más adelante en el capítulo de la metodología y se plantean las técnicas visuales de minería de datos o analítica de visualizaciones como una opción viable para esta investigación con posibilidad de ser extrapolable a la comunidad en general.

## **2.2 Referentes conceptuales**

Los referentes conceptuales para esta investigación están ligados a lo que se considera acto pedagógico puesto que tienen que ver con las interacciones de los profesores y los estudiantes con fines educativos en un escenario o situación determinada. Por consiguiente y para delimitar los escenarios de interacción, se plantean tres constructos: enseñanza, enganchamiento y evaluación los cuales permiten derivar unas variables que dan origen a datos con los cuales se realiza el proceso de minería de datos educativos.

De esta forma y siendo uno de los objetivos específicos de esta investigación, a continuación se elaboran los referentes conceptuales en relación con la gestión de datos en el contexto escolar y los constructos enseñanza, enganchamiento y evaluación del aprendizaje. Estos referentes son los que delimitan la implementación del modelo metodológico de minería de datos educativos y permiten contar con los sustentos teóricos para la discusión de los aportes del modelo en la reflexión sobre el acto pedagógico que realizan los actores de la investigación.

No obstante, es necesario aclarar que para la implementación del modelo metodológico los constructos y las variables son solamente factores delimitantes y no se constituyen como tal en referentes fijos para la implementación del mismo. Estos constructos y variables surgen de los intereses del investigador y por tanto pueden variar dependiendo de las intenciones de quien lo implemente o adecúe a sus necesidades.

### **2.2.1 La gestión de datos en el contexto escolar**

Esta tesis doctoral trata con la recolección de datos provenientes de las actividades de enseñanza, el enganchamiento estudiantil y la evaluación del aprendizaje de los estudiantes; por tanto, es fundamental establecer un marco que permita comprender la importancia de los datos educativos y cómo éstos pueden utilizarse para mejorar la educación; es decir, la importancia e implicaciones de un

sistema de gestión de datos. En el caso particular de esta tesis, los datos recogidos, luego de una metodología de trabajo con un modelo de minería de datos educativos, permiten generar una perspectiva de análisis y aportes al acto pedagógico utilizando como referentes las relaciones entre las variables del estudio.

En primer lugar, el uso de datos o información no es algo nuevo. Por ejemplo, en el campo empresarial se han utilizado para identificar segmentación de mercados, transición de clientes, detección de fraudes, mercadeo directo y análisis de tendencias entre otros (Alexander, 2014; Senge, 1990). En el campo de la educación podría decirse que se presenta un gran pico en los Estados Unidos a partir de las iniciativas generadas por el Acta Federal *No Child Left Behind* (Que ningún niño se quede atrás) durante el Gobierno de George Bush en 2002, la cual de acuerdo con Blazer (2006), ha colocado exigencias sin precedentes en el progreso anual de las instituciones para que usen evidencia que apoye los esfuerzos de mejora institucional. Es decir, los datos, su análisis e impacto tomaron gran sentido y preponderancia generando así acciones a nivel nacional, institucional y de aula.

Para el caso de Colombia, uno de los primeros intentos por hacer uso efectivo de los datos en la gestión académica tiene que ver con el Proyecto Educativo Líderes Siglo XXI, el cual surge en el año 1994 como resultado de la iniciativa de un grupo de empresarios interesados en el mejoramiento de la calidad educativa. Debido a su origen en el sector empresarial, este modelo pareciera tomar elementos de la Norma de Gestión de Calidad ISO 9001 (Siabato, 2013), siendo los componentes de medición, seguimiento y evaluación de procesos los directamente relacionados con la gestión de datos. Actualmente, este proyecto sigue vigente y es liderado por la Fundación Nutresa, quienes realizan el acompañamiento de las instituciones educativas vinculadas en el proyecto.

Casi que paralelamente surge el Galardón a la Excelencia en el año 1997, el cual busca un “reconocimiento y estímulo a los colegios distritales de enseñanza preescolar, básica y media que hayan logrado articular exitosamente las tareas

pedagógicas y administrativas consiguiendo innovar y mejorar la acción educativa” (Corporación Calidad, s.f.). Este premio ha sido manejado por la Corporación Calidad por encargo de la Secretaría de Educación Distrital y en el año 2010 adquirió el nombre de Premio a la Excelente Gestión Institucional. Su relación con el manejo de datos y su impacto en el mejoramiento de la educación se da por algunos de sus requisitos los cuales incluyen un registro sistémico de actividades, implementación y seguimiento de mediciones y una reflexión amplia y suficiente que permita mejorar el desempeño de la institución (Secretaría de Educación de Bogotá, 2015).

Para el año 2008, oficialmente el Ministerio de Educación Nacional publicó la Guía No. 34 de Mejoramiento Institucional (MEN, 2008), la cual proporciona algunas pautas a las instituciones para realizar una autoevaluación, elaborar planes de mejoramiento y seguimiento permanente. En esta Guía se propone recoger, recopilar, sistematizar, analizar y valorar la información relacionada con el desarrollo de las acciones institucionales y los resultados en cada uno de las cuatro áreas de gestión (directiva, académica, administrativa y financiera y comunidad), con el fin de generar planes de acción para el mejoramiento institucional.

Más recientemente y en relación con el manejo de datos, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia puso en marcha el Índice Sintético de Calidad Educativa (ISCE), (MEN, 2015); un indicador con una escala de 1 a 10 que evalúa en los colegios cuatro componentes primarios: Progreso, Desempeño, Eficiencia y Ambiente escolar. En el Progreso, el indicador muestra la comparación de los resultados de las pruebas Saber con el año anterior. El Desempeño compara el resultado de las pruebas con respecto al resto del país. La Eficiencia mide la aprobación de los estudiantes al curso siguiente y en el Ambiente Escolar se tiene en cuenta aspectos de percepción de los estudiantes en las aulas de clase. El Ministerio busca con este índice propiciar la reflexión en las instituciones educativas con el fin de mejorar la calidad de la educación del país. Este se constituye en un ejercicio interesante de interpretación de datos y toma decisiones

informadas para generar planes de acción, los cuales se reportan en algo que denominan “Acuerdo por la Excelencia”. No obstante, este nuevo instrumento es limitado en alcance y sólo hace uso de unas pocas fuentes de información de las múltiples disponibles en las instituciones educativas.

Relacionado lo anterior con este trabajo de investigación, por ejemplo, no se consideran las prácticas docentes o el desempeño de los estudiantes al interior de la institución, al igual que muchas otras variables internas que inciden en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Como se ha mencionado anteriormente, las variables en los procesos de enseñanza y aprendizajes son muy variadas y complejas, lo cual hace poco probable que un modelo de gestión de calidad y particularmente de gestión de datos, abarque todas las dimensiones. No obstante, la Minería de Datos Educativos puede ser una nueva herramienta ya que su propia naturaleza surge de la basta cantidad de datos disponibles y la falta de procesamiento de los mismos.

A nivel nacional, una institución con gran cantidad de datos y manejo de los mismos es el ICFES, el cual cuenta con un programa de investigación con líneas en ciudadanía, políticas públicas, equidad, evaluación de la educación, preparación, valor agregado, factores asociados y prácticas. Los trabajos en estas líneas pretenden profundizar en el estudio de resultados de evaluaciones nacionales e internacionales en las que Colombia participa, promoviendo así el uso de estos resultados en investigaciones con el fin de obtener información para la toma de decisiones sobre mejora de la calidad de la educación (ICFES, s.f.). Es decir, que gracias a la información disponible en estas grandes bases de datos, se pueden realizar diversos estudios con técnicas de minería de datos para obtener información y generar conocimiento que permita comprender muchos de los resultados existentes y plantear estrategias para la mejora de la educación nacional. El ICFES en su portal cuenta con una base de datos con las investigaciones realizadas en cada una de sus líneas, permitiendo así acceder a información proveniente de sus datos y los posibles usos y aplicaciones de los mismos.

A nivel general, las instituciones educativas son ricas en datos e información. De cada aula de clase emergen datos que alimentan un sistema institucional, el cual a su vez alimenta un sistema local, municipal, nacional y así hasta el conjunto global. Estos niveles en analítica de datos del aprendizaje se conocen como analítica de macro, meso y micronivel (Shum, 2012). Por consiguiente puede haber análisis horizontales o al mismo nivel o análisis transversales o entre niveles, cada uno proporcionando diferentes tipos de información haciendo que los hallazgos en un nivel fortalezcan los hallazgos en otros niveles o deriven en otros estudios o relaciones. Por ejemplo, la identificación de factores específicos de aprendizaje en una institución particular, comparados con varias instituciones a nivel zonal, pueden dar indicios de cuáles son los estilos particulares de aprendizaje, o necesidades específicas en una zona del país. Esto a su vez, le permite al profesor diseñar currículos adecuados con base en la población beneficiada y el contexto en particular.

Solamente en los niveles micro y meso existe suficiente información prácticamente imposible o muy difícilmente manipulable por medios manuales. Por esto, un mecanismo adecuado consiste en clasificar los datos en grupos o categorías específicas según los actores o funcionalidad. Una de las primeras clasificaciones la proporciona Bernhardt (1998), quien propone cuatro categorías generales para agrupar los datos de una institución educativa. Según este modelo en una institución se puede tener datos acerca de las (a) percepciones, (b) el aprendizaje de los estudiantes, (c) los procesos escolares y (d) los aspectos demográficos.

A través de la interrelación de estos datos se responden diversas preguntas acerca de los procesos académicos y administrativos, permitiendo la intersección de las cuatro categorías resolver preguntas acerca de las acciones, los procesos y los programas que mejor se ajustan a las necesidades de los estudiantes. Bernhardt (1998) dice que por separado, cada categoría proporciona información y conocimiento sobre aspectos puntuales como por ejemplo ¿cuántos estudiantes están matriculados para este año? O ¿cómo ha variado la matrícula en los últimos años? Pero al combinar dos, tres o las cuatro categorías puede responderse

preguntas más complejas como ¿cuál es el desempeño académico en pruebas estandarizadas de los estudiantes que asisten puntualmente todos los días comparado con los de asistencia irregular? ¿Perciben el ambiente escolar de manera diferente los hombres o las mujeres en la institución educativa? O incluso más complejas como ¿Existen diferencias en el desempeño entre hombres y mujeres del grado 8 luego de la implementación del nuevo libro texto en los últimos 3 años comparado con años anteriores?

El uso combinado de las cuatro categorías de datos permitirá responder preguntas a nivel institucional con la capacidad de estudiar si las acciones, procesos, iniciativas, recursos y programas han tenido o están teniendo un efecto a nivel de gestión escolar en general y en procesos de enseñanza y aprendizaje en particular con el fin de generar los cambios deseados.

No obstante, si se quieren obtener cambios se deberán cambiar procesos y actitudes, ya que las instituciones al operar en la forma que operan seguirán obteniendo los resultados que obtienen. Para lograr cambios es importante medir, interpretar, analizar y concluir, individual y colectivamente, para así constituir las condiciones necesarias para obtener los resultados que realmente se quieren. Comenzar a ver cambios significativos implica medir; Bernhardt (2009) bien dice que las instituciones que no miden no pueden mejorar. Es muy arriesgado volar a ciegas, sin información sobre las condiciones que proporcione un viaje seguro. Por esto una buena forma de ver en dónde se está, de dónde se viene y para dónde se va es mediante una interpretación y análisis de los datos que surgen de las mediciones, particularmente de lo que sucede en el aula, es decir, el acto pedagógico.

Varios investigadores en educación han planteado diferentes mecanismos para crear una cultura organizacional que de valor a los datos y su uso para el mejoramiento académico. Una de estas es una propuesta de la Universidad de Harvard con el proyecto *Data Wise: A Step-by-Step Guide to Using Assessment Results to Improve Teaching and Learning* (Parker, Boudett, City & Murnane, 2005). En ese trabajo se plantea una metodología de trabajo en la cual se generan

las condiciones necesarias para propiciar en la institución educativa una cultura del uso de los datos de la evaluación para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, lo cual lo hacen a través de 8 etapas a seguir, enmarcadas en 3 categorías. Los pasos se muestran en la siguiente Tabla 3.

Tabla 3

*Proceso Data-Wise de Harvard*

| ETAPA    | SUB-PROCESO                                                                                                                |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Preparar | 1. Organizarse para el trabajo colaborativo<br>2. Conocer la literatura en evaluación                                      |
| Indagar  | 3. Crear un esquema general de datos<br>4. Auscultar en los datos escolares                                                |
| Actuar   | 5. Examinar la enseñanza<br>6. Desarrollar un plan de acción<br>7. Planear para evaluar el progreso<br>8. Actuar y evaluar |

En el proceso de Data-Wise propuesto por Harvard, se presta gran importancia al trabajo en equipos y la formación docente en análisis de datos, ante todo, para manejar un lenguaje común y comprender la importancia de los mismos. También involucra aspectos generales de los sistemas integrales de gestión de calidad como el Ciclo Deming de Planear, Hacer, Verificar y Actuar, permitiendo así la posibilidad de mejoras y optimización de los productos, entendidos éstos como procesos pedagógicos y administrativos en general.

Otra propuesta para generar esta cultura institucional de análisis de datos es presentada por Hamilton et al. (2009), quienes en lugar de proponer etapas, establecen 4 recomendaciones, las cuales parecen estar dirigidas a las directivas de los centros educativos para generar las condiciones necesarias hacia una cultura de datos en la institución. Según ellos se recomienda lo siguiente: (1) Hacer de los datos parte integral de un ciclo continuo de mejoramiento de la enseñanza, (2) Enseñar a los estudiantes cómo analizar sus propios datos y cómo establecer metas de aprendizaje, (3) Establecer una visión clara a nivel institucional acerca el uso de los datos y (4) Proporcionar el apoyo necesario para desarrollar una cultura institucional orientada al uso de los datos.

De la anterior perspectiva un aspecto interesante a resaltar es el papel que tienen los estudiantes en el análisis de sus propios datos y las acciones que este análisis debe generar. Usualmente a los estudiantes se les entrega los resultados de sus evaluaciones, pero no se realiza un estudio acerca de lo que significa ese resultado. Por ejemplo, ¿hasta qué punto y con qué frecuencia los mismos estudiantes realizan una comparación con otros grupos en la misma prueba, determinan su ranking o posición en percentiles o hacen una correlación con otras pruebas anteriores para identificar fortalezas y debilidades y así diseñar de un plan de mejoramiento personal? Al realizar esta acción se está empoderando y haciendo responsable al estudiante de su calificación, generando así una conciencia y actitud hacia el cambio. Por supuesto, una retroalimentación efectiva y oportuna por parte de los profesores es conveniente en esta etapa para no dejarlos solos y perder valores agregados como la auto-reflexión, concientización del desempeño propio y rutas para construcciones y reconstrucciones de conocimiento.

A pesar de que las propuestas anteriores pretenden el uso efectivo de los datos para la mejora académica, no precisan dos aspectos puntuales para esta investigación como lo son la recolección de datos desde la práctica docente y el enganchamiento estudiantil o *student engagement* en un aula de educación presencial. Esto muestra que las propuestas no siempre contemplan todas las dimensiones, lo cual es razonable, ya que la complejidad del acto pedagógico no puede reducirse a un conjunto de variables en una lista de chequeo.

Mandinach, Gummer y Muller (2011) dicen que los datos deben utilizarse para la mejora continua de estudiantes, colegios y distritos y no sólo para cumplir y rendir cuentas, siendo esta última, según Murray (2013), su objetivo actual. Si se tratara sólo de rendir cuentas, se perdería el verdadero potencial de los datos, lo cual incluye la investigación sistemática de los factores que apoyan o desfavorecen los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por tal razón es indispensable no perder su verdadero objetivo y utilizar la gestión de datos como un mecanismo para generar espacios de trabajo colaborativo donde pueden surgir ideas para la investigación

en el aula y el mejoramiento institucional producto de una institución con docentes investigadores.

Los procesos de reflexión en torno a la gestión de datos en las instituciones educativas deben ser continuos y estar incorporados a las dinámicas regulares. Es común que en un aula se enseñe un tema, se realice un proyecto o ejercicios y se termine con una evaluación del aprendizaje, no obstante, ¿en cuántas instituciones se asigna un tiempo o se crean las condiciones para que los profesores y estudiantes puedan reflexionar sobre los resultados de la evaluación o de su propia práctica, o que se reúnan los profesores de un mismo nivel y discutan sobre sus resultados para encontrar patrones, semejanzas o diferencias entre sus estudiantes? Es decir ¿qué tanto se propicia la reflexión entorno a la práctica docente y el aprendizaje con base en los datos de aula?

Para la gestión de datos académicos, Bambrick-Santoyo (2010) propone cuatro principios fundamentales que indicarán los fundamentos a seguir en una institución orientada por el uso de datos. En primer lugar recomienda que se creen evaluaciones internas rigurosas que proporcionen datos significativos. No se trata solamente de evaluar superficialmente el aprendizaje de los estudiantes, sino llegar a aspectos más relevantes como la alineación con metas finales o análisis de items. En segundo lugar, se debe analizar los resultados de las evaluaciones para identificar las causas tanto de las fortalezas como las debilidades. Conocer qué se está aprendiendo significativamente es tan importante como conocer cuáles son las variables que interfieren en el aprendizaje de conceptos particulares. En tercer lugar se debe actuar con el fin de enseñar efectivamente lo que los estudiantes más necesitan. Por esto, en análisis de las evaluaciones, es importante conocer las condiciones de aprendizaje y plantear los mecanismos para llenar los vacíos y generar los ambientes que potencien aprendizajes significativos. Finalmente, se debe crear una cultura institucional en la cual la enseñanza orientada por los datos se sostenga y prevalezca en el tiempo. Esto no deberá ser una iniciativa de una vez; solamente el proceso sostenido es el que permitirá ver mejoras continuas en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Bernhardt (1998), considera que el análisis de datos a nivel institucional debe ser acerca de cómo ayudar a entender si se están logrando los propósitos y principios institucionales, así como si se están satisfaciendo las necesidades de todos los estudiantes; pero si no es así, de analizar por qué no. Para ello propone se formulen preguntas cuyas respuestas surjan del análisis de datos. La calidad de las respuestas dependerá significativamente de la calidad de la información disponible, del análisis que se realice y de las conclusiones que se logren. Por supuesto, mucho mejor si sucede en un ambiente colegial de colaboración con una meta común para el mejoramiento institucional en múltiples dimensiones.

En gestión de datos algunos estudios muestran que es más probable que los profesores que invierten más tiempo en la revisión de datos realicen ajustes a sus estrategias de enseñanza y decisiones académicas en sus aulas (Heppen et al. 2010), particularmente si los datos se utilizan como una fuente de sostenimiento, apoyan el crecimiento y el desarrollo de una organización (Wilson et al. 1985). Por tanto, es probable que una comunidad educativa que genere una cultura para la gestión de datos académicos, es una comunidad que crece y se fortalece al propiciar espacios de discusión y reflexión que lleven a la toma de decisiones informadas.

Los datos para este trabajo de investigación se delimitan conceptualmente en tres constructos con sus respectivas variables operacionales, las cuales proporcionan los insumos para el proceso de minería de datos educativos, cuyos resultados propician la reflexión entorno al acto pedagógico.

### **2.2.2 Constructo Enseñanza**

El Diccionario de la Real Academia de la Lengua muestra seis definiciones para *Enseñar* cuyo origen es el latín *insignare* que significa señalar. Es un acto de instruir, doctrinar, amaestrar con reglas o preceptos; dar advertencia, ejemplo o escarmiento que sirva de experiencia y guía para obrar en lo sucesivo; indicar, dar señas de algo, mostrar o exponer algo, para que sea visto y apreciado; dejar aparecer, dejar ver algo involuntariamente o; finalmente, acostumbrarse,

habituarse a algo. Enseñar, por tanto, implica una gran variedad de acciones, lo cual hace del acto mismo una actividad compleja, mucho más cuando se ve desde la pedagogía y la didáctica. La elaboración conceptual del constructo enseñanza se centrará en las actividades de enseñanza empleadas por los profesores, ya que de allí surgen las variables operacionales para esta investigación. No obstante, se referencia aquello que se considera “enseñar” con el objetivo de contextualizar el constructo.

Según Freire (2010), enseñar es aprender ya que el que enseña reconoce un conocimiento antes aprendido y se ayuda así mismo a descubrir dudas, aciertos y errores en la interacción con el aprendiz. Así mismo, el aprendizaje del profesor, desde su misma práctica, es el resultado de un proceso introspectivo de reflexión, ya que el enseñar no existe sin el aprender permitiendo al que enseña la permanente disponibilidad de repensar lo pensado y revisar sus posiciones, es decir, un proceso de reflexión sobre lo que hace.

Delors (1996, p. 92) dice que “la enseñanza escolar se orienta esencialmente, por no decir que de manera exclusiva, hacia el aprender a conocer y, en menor medida, el aprender a hacer”; es decir, a adquirir los instrumentos de la comprensión (conocimiento, conceptos) para poder influir (interactuar, operar) en el entorno. Por tanto, es altamente probable que las acciones de enseñanza de un profesor estén orientadas a estos dos objetivos, lo cual puede ser muchas veces por automaticidad y no necesariamente producto de la reflexión en torno a su práctica.

El trabajo de enseñar implica todas las actividades que los profesores hacen para ayudar a que sus estudiantes aprendan, las cuales incluyen discusiones, solución de problemas, reuniones con padres, evaluaciones y muchas otras que requieren del profesor amplia competencia cultural, sensibilidad relacional, habilidades comunicativas y la combinación del rigor y la imaginación fundamentales para práctica efectiva (Ball & Forzani, 2009). Así mismo, una enseñanza efectiva requiere del uso e integración apropiados de movimientos y actividades

específicas para casos y contextos particulares, las cuales se basan en el conocimiento y comprensión de sus estudiantes.

De acuerdo con Hattie (2012) enseñar es un acto que requiere intervenciones deliberadas para garantizar un cambio cognitivo en los estudiantes y ser conscientes de las intenciones de aprendizaje. Es saber cuándo un estudiante es exitoso en lograr esas intenciones, es tener una comprensión suficiente de las ideas previas de los estudiantes y es conocer suficiente acerca de los contenidos para proporcionar experiencias significativas y desafiantes. Para Hattie enseñar también supone un profesor con gran variedad de estrategias de enseñanza, alguien que dirija o re-dirija los contenidos con base en las comprensiones de sus estudiantes, que maximice la retroalimentación y sepa cuando salir del camino cuando el aprendizaje progresa hacia los criterios de éxito. Lo anterior muestra claramente que enseñar, como componente importante del acto pedagógico, es una actividad compleja que involucra múltiples variables por parte del profesor y que amerita una reflexión profesional sobre la misma.

La conceptualización del constructo enseñar en esta investigación permite identificar diversas manifestaciones externas de su existencia o indicadores, los cuales según (Briones, 2002) hacen el constructo susceptible de medición. Por tanto, para un profesor hacer explícitas sus actividades de enseñanza o conocer sus tendencias pueden ser factores motivacionales en un proceso de reflexión acerca de lo que hace con el fin de pensar en la posibilidad de hacerlo mejor.

### **2.2.2.1 Variables para el constructo enseñanza**

#### **2.2.2.1.1 Actividades de enseñanza empleadas por el profesor**

En un estudio de Sanders, Write y Horn (1997), se muestra cómo los profesores hacen una diferencia en el logro de los estudiantes debido a los diferentes grados de efectividad entre ellos mismos; es decir, que lo que hace o deja de hacer un profesor en su quehacer pedagógico en últimas tiene consecuencias en el desempeño de sus estudiantes. Debido a esto se han realizado varios estudios

sobre la efectividad de prácticas docentes a la luz de las investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje, las cuales muestran que algunas prácticas son más efectivas que otras para el aprendizaje de los estudiantes. Uno de estos trabajos es el de Walber y Paik, (2000) quienes, a pesar de no hablar específicamente de prácticas docente sino de prácticas educativas, realizaron una compilación de varias investigaciones sobre las mismas a través del análisis de encuestas de logro tanto nacionales como internacionales. Cada una de estas prácticas tiene un sustento teórico con base en las investigaciones y por supuesto, muchas de estas en relación directa con prácticas docentes. Los hallazgos principales se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4

*Prácticas educativas efectivas*

| Práctica educativa                      | Descripción general                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Involucrar a los padres                 | Hay mejoras en el aprendizaje cuando las instituciones educativas motivan a que los padres estimulen el desarrollo intelectual de sus hijos.                                                |
| Evaluar las tareas                      | Los estudiantes tienen mejores aprendizajes cuando la evaluación de sus tareas se comenta y discute con los profesores.                                                                     |
| Manejo del tiempo en las actividades    | Los estudiantes que se enfocan activamente en las metas educativas tienen mayor facilidad para el aprendizaje en las asignaturas.                                                           |
| Enseñanza dirigida                      | La enseñanza dirigida es más efectiva cuando presenta características clave y sigue pasos sistemáticos como secuencia en las lecciones, práctica guiada del estudiante y retroalimentación. |
| Uso de organizadores avanzados          | Los organizadores permiten mostrar a los estudiantes las relaciones entre aprendizajes pasados y presentes lo cual aumenta la extensión y profundidad.                                      |
| Enseñanza de estrategias de aprendizaje | Proporciona a los estudiantes una oportunidad para determinar sus metas de aprendizaje y les enseña a estar atentos a sus progresos en el aprendizaje.                                      |
| Tutorías                                | Se considera como una práctica altamente efectiva enseñar de forma personalizada o a pequeños grupos con habilidades similares.                                                             |
| Dominio de aprendizajes                 | Hay un aumento en la tasa de aprendizajes cuando se lleva una secuencia minuciosa, monitoreo y control del proceso mismo de aprendizaje.                                                    |
| Aprendizaje cooperativo                 | Se mejoran los aprendizajes de los estudiantes cuando se apoyan y auto-enseñan en pequeños grupos.                                                                                          |
| Adaptación de la educación              | El logro estudiantil aumenta cuando se implementan una variedad de estrategias de enseñanza adaptadas a las necesidades individuales de los estudiantes.                                    |

*Nota.* Adaptado de Walberg, H. J. & Paik, S. J. (2000). Effective Educational Practices. Educational Practices. UNESCO, Series 3.

De las 10 estrategias anteriores, la única que no se relaciona directamente con las actividades de enseñanza utilizadas por el profesor es la de involucrar a los padres en el proceso de enseñanza y aprendizaje; todas las demás pueden constituirse en actividades, que de acuerdo con las investigaciones, al ser utilizadas por los profesores tienen efectos positivos en el aprendizaje de los estudiantes.

A pesar de que el trabajo anterior representa una aproximación sistemática al estudio de los algunos aspectos con efecto en el aprendizaje de los estudiantes; un informe de investigación con mayor cobertura e impacto fue realizado en los Estados Unidos por *Mid-continent Research for Education and Learning* y editado por Beesley y Apthorp (2010). Este estudio es un meta-análisis y una extensión de una publicación anterior sobre nueve (9) estrategias efectivas de enseñanza presentadas en *Classroom Instruction that Works* de Marzano, Pickering y Pollock (2001). Este meta-análisis tiene en cuenta las investigaciones que se han hecho sobre estrategias de enseñanza desde 1998 y el hecho de que las metodologías de investigación en educación se han hecho más rigurosas con el paso del tiempo, por supuesto con las limitaciones generales de cualquier tipo de estudio de esta naturaleza. Como resultado se actualizó el promedio del tamaño del efecto<sup>7</sup> para cada una de las nueve estrategias inicialmente propuestas por Marzano et al. (2001) se sintetizaron los marcos conceptuales y se estableció una visión más cercana de cómo cada una se implementa y estudia en el aula de clase.

De acuerdo con Hattie (2012), para considerar una intervención particular como efectiva o no, se utiliza como punto de referencia un efecto del tamaño de por lo menos 0.40, lo cual según los informes, significa que cerca de la mitad de aquello que se hace con los estudiantes se enmarca dentro de esta categoría.

---

<sup>7</sup> El promedio del tamaño del efecto es una medida que informa sobre los resultados de todos los estudios examinados y da una idea del efecto que tiene la estrategia sobre el aprendizaje de los estudiantes. Se calcula determinando la diferencia entre el promedio del grupo experimental y el promedio del grupo control y se divide esta diferencia por la desviación estándar. Este efecto del tamaño se puede interpretar en términos de ganancias en percentiles para un estudiante. Por ejemplo con un efecto de tamaño de 0.5 se esperaría que el estudiante al ser expuesto a esta estrategia efectivamente tenga una ganancia de 19 puntos percentiles en su desempeño. Marzano, (s.f.) generó una tabla para correlacionar estas ganancias en relación con los efectos del tamaño.

Las Tabla 5 presenta las estrategias de Marzano et al. (2001), con los tamaños del efecto recalculados en el meta-análisis de Beesley y Apthorpy (2010) y una breve descripción de lo que trata cada una. Los estudios detallados y las investigaciones que lo soportan se encuentran en el mismo documento.

Tabla 5

*Estrategias y efectos del tamaño*

| <b>Estrategia</b>                                    | <b>Descripción general</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Promedio del tamaño del efecto</b>   |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>Encontrar semejanzas y diferencias</b>            | Las semejanzas y diferencias en una situación genera un esquema que adiciona riqueza y conectividad con el conocimiento de los estudiantes, aumentando así la probabilidad de que reconozca que una nueva observación o experiencia se ajusta al tipo de esquema que ha construido y tiene sentido para él.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0.66                                    |
| <b>Elaborar resúmenes y tomar notas</b>              | Se ha identificado en la literatura que estas estrategias cognitivas facilitan el aprendizaje al hacer que los estudiantes registren y reflexionen sobre la información a que están expuestos. Tomar notas requiere mayor atención para acceder, clasificar o decodificar información que simplemente escuchar o leer. Elaborar resúmenes requiere clasificar, seleccionar y combinar información que puede llevar a una mejor comprensión de la información.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Tomas notas 0.9<br>Hacer resúmenes 0.32 |
| <b>Reforzar el esfuerzo y otorgar reconocimiento</b> | El esfuerzo y la persistencia de los estudiantes influyen su éxito académico. El refuerzo deberá apoyar el esfuerzo del estudiante más que sólo reconocer su habilidad, lo que permite que todos los estudiantes puedan ser reconocidos por el simple hecho de que todos pueden hacer el esfuerzo. El reconocimiento o elogio son también estrategias de manejo de clase que promueven el enganchamiento o engagement y disminuyen el comportamiento inadecuado. El elogio puede tener influencia en la motivación intrínseca si el estudiante lo percibe como algo sincero y si promueve la auto-determinación también hace que el estudiante atribuyan su calificación a causas que ellos mismos pueden controlar y a establecer metas y estándares alcanzables.<br><br>El tamaño del efecto reportado corresponde al de Marzano et al. (2001). Beesley y Apthorpy (2010) no se encontraron suficientes investigaciones para realizar un meta-análisis por lo cual no se re-calcula el efecto del tamaño para esta estrategia en particular. | 0.8                                     |
| <b>Hacer tareas y practicar</b>                      | Práctica: Investigaciones en psicología han demostrado que el aprendizaje involucra recuperación activa del material, no sólo revisión. Es decir, la práctica es más                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Hacer tareas: 0.13                      |

|                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                     | <p>exitosa cuando el estudiante accede y utiliza la retroalimentación sobre su calificación para ajustar su práctica.</p> <p>Hacer tareas: Puede ser instruccional o no instruccional y hay diversas condiciones que afectan su efectividad. Sus objetivos primarios se centran en proporcionar oportunidades para practicar y revisar material previo o introducir material nuevo, también como forma de fomentar la comunicación en casa sobre los objetivos de la clase.</p>                                                                                                                                                                                                                                          | Practicar: 0.42                                                               |
| <b>Uso de representaciones no lingüísticas</b>                      | <p>Diferentes formas de representar el conocimiento hace que los estudiantes construyan sus significados. Cuando los estudiantes crean y manipulan sus propias representaciones tiene más efecto que cuando lo hacen los profesores. Estas actividades incluyen hacer organizadores gráficos, elaborar modelos, generar imágenes mentales, hacer dibujos, ilustraciones o pictogramas y participar en actividades cinestéticas.</p> <p>Los estudiantes pueden organizar el conocimiento de formas significativas y ver las conexiones entre eventos, conceptos, etc., lo que facilita la transferencia de conocimiento a otros contextos.</p>                                                                            | 0.49                                                                          |
| <b>Aprendizaje Cooperativo</b>                                      | <p>Las estrategias de aprendizaje cooperativo son actividades de enseñanza en donde los estudiantes trabajan bajo un conjunto de condiciones que toman ventaja de las dinámicas regulares de un grupo. Existen diferentes estrategias para trabajo cooperativo pero se mantienen dos características importantes: a) interdependencia positiva y b) responsabilidad individual. Es decir que el producto final depende de todos, pero cada uno tiene una responsabilidad y papel específico para el desarrollo de la actividad.</p>                                                                                                                                                                                      | 0.44                                                                          |
| <b>Establecer objetivos claros y proporcionar retroalimentación</b> | <p>Fijar objetivos es un proceso de establecimiento de un estándar que orienta el aprendizaje, al permitir que los estudiantes se auto-regulen y monitoreen su progreso hacia el logro de los mismos en un compromiso conjunto con el profesor.</p> <p>Proporcionar retroalimentación es un proceso continuo en donde el profesor u otro par proporcionan información al estudiante para ayudarles a comprender los cambios necesarios para mejorar el aprendizaje. Una retroalimentación efectiva está ligada a un objetivo en particular prontamente en el tiempo e involucra verificación en forma de información para realizar una corrección y elaboración en forma de información que indique qué hacer luego.</p> | <p>Establecer objetivos: 0.31</p> <p>Proporcionar retroalimentación: 0.76</p> |
| <b>Generar y probar hipótesis</b>                                   | <p>En este proceso se requiere que los estudiantes apliquen el conocimiento previo o en desarrollo a nuevas situaciones a través de estrategias de pensamiento deductivo o inductivo, bien sea para generar reglas o predicciones o para generar principios que les ayuda a explicar fenómenos.</p> <p>Marzano et al. (2001) clasificaron este proceso en seis</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0.25                                                                          |

categorías:

- 1) Análisis de sistemas: los estudiantes hacen predicciones acerca de lo que pasaría si algo cambia en un sistema mayor.
- 2) Solución de problemas: los estudiantes generan hipótesis y soluciones para dar respuesta a preguntas específicas que podrían ser situaciones novedosas o variaciones de problemas previos.
- 3) Investigación Histórica: los estudiantes producen escenarios plausibles para eventos basados en su análisis de eventos históricos relevantes.
- 4) Invención: los estudiantes generan y prueban hipótesis iterativamente en una forma novedosa en relación con la invención.
- 5) Indagación experimental: los estudiantes usan un método científico como referencia para la solución de problemas.
- 6) Toma de decisiones: los estudiantes utilizan situaciones hipotéticas como problemas y seleccionan las mejores o más relevantes soluciones.

**Dar señales, hacer preguntas y utilizar organizadores gráficos**

Con estas estrategias se guían a los estudiantes de lo conocido a lo desconocido al activar y recrear un marco cognitivo de conceptos familiares en los cuales incorporar nueva información.

0.59

Marzano et al. (2001) identificaron tres tipos de señales/preguntas y 4 tipos de organizadores gráficos que al utilizarse conjuntamente proporcionan una rica experiencia de aprendizaje para el estudiante:

- 1) Señales explícitas: es una forma simple de activar el conocimiento previo al proporcionar una pre-visualización de lo que se va a aprender usualmente relacionada con situaciones de la vida real.
- 2) Preguntas que provocan las inferencias: se guía al estudiante en el proceso de identificar y completar la información faltante.
- 3) Preguntas analíticas: los estudiantes analizan y critican la información para facilitar la comprensión del contenido, tal como análisis de errores en razonamientos o argumentos, elaborar el apoyo a un argumento o analizar las perspectivas de los autores.

Organizadores gráficos:

- 1) Expositivos avanzados: presentan nuevo material.
- 2) Narrativos: presentan información en forma de historias.
- 3) Selectivos: se utilizan cuando los estudiantes han revisado material antes de una lectura.
- 4) Gráficos/ilustrativos: representación no lingüística para introducir nuevo material.

---

*Nota.* Adaptado de Beesley, A. D., & Aphthorp, H. S. (2010). Classroom instruction that works. Research report (2nd Ed.). Denver, CO: Mid-continent Research for Education and Learning.

Un trabajo de gran utilidad para el procesamiento de datos en esta investigación es el de Hattie (2009) con *Visible Learning*, el cual se basa en 800 meta-análisis de 50.000 artículos de investigación, cerca de 150.000 tamaños del efecto y aproximadamente 240 millones de estudiantes (Hattie, 2009). Hattie (2012) dice que no importa qué estrategia utilice el profesor, seguramente funcionará siempre y cuando tenga como criterio de éxito mejorar el logro de los estudiantes, lo que haría que el 95% de todos los tamaños del efecto fueran positivos.

La lista de factores que afectan el aprendizaje de los estudiantes, de acuerdo con Hattie (2012) incluye 150 criterios, los cuales de ser necesario podrían clasificarse en cuatro grupos: centradas en el estudiante, centradas en el profesor, interacciones de grupo/estudiantes y programas académicos. Ya que la lista completa no es de incidencia directa en este trabajo de investigación, solamente se relacionarán las influencias que tienen que ver con actividades de enseñanza empleadas por el profesor.

Hattie (2012) recomienda no apresurarse a utilizar las mejores estrategias sin comprender las razones que subyacen en el éxito de las mismas; más bien utilizarlas como base para la toma de decisiones sobre lo qué es más conveniente. Según estos hallazgos, las mejores estrategias son aquellas en donde hay trabajo con influencia de los compañeros, la retroalimentación, intenciones transparentes de aprendizaje y el establecimiento de criterios de éxito. Esta evaluación de la estrategia, dice Hattie (2012), muchas veces tiene que ver con hacerse preguntas como... ¿Funcionó para mí? ¿Estaban los estudiantes disfrutando la actividad? ¿Parecían los estudiantes enganchados? O ¿puede cumplir con el currículo establecido? Estos cuestionamientos son de especial relevancia para esta investigación, ya que en este estilo, los profesores evalúan su actividad de enseñanza para compararla con la percepción de los estudiantes en relación con la misma.

Las influencias en el logro relacionadas con las actividades que realiza el profesor se indican en la Tabla 6.

Tabla 6

*Influencias en el logro de los estudiantes relacionadas con las actividades que realiza el profesor*

| <b>Influencias en el logro</b>                                               | <b>Tamaño del efecto</b> |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Proporcionar evaluación formativa                                            | 0.90                     |
| Micro-enseñanza                                                              | 0.88                     |
| Discusión en clase                                                           | 0.82                     |
| Intervenciones comprensivas para estudiantes con dificultades de aprendizaje | 0.77                     |
| Claridad del profesor                                                        | 0.75                     |
| Proporcionar retroalimentación                                               | 0.75                     |
| Enseñanza recíproca                                                          | 0.74                     |
| Relaciones estudiante-profesor                                               | 0.72                     |
| Práctica espaciada vs masiva                                                 | 0.71                     |
| Estrategias de meta-cognición                                                | 0.69                     |
| Autocuestionamiento y autoverbalización                                      | 0.64                     |
| Enseñanza basada en resolución de problemas                                  | 0.61                     |
| Uso de mapas conceptuales                                                    | 0.60                     |
| Aprendizaje cooperativo vs individual                                        | 0.59                     |
| Instrucción directa                                                          | 0.59                     |
| Ejemplos trabajados                                                          | 0.57                     |
| Tutoría de compañeros                                                        | 0.55                     |
| Aprendizaje cooperativo vs competitive                                       | 0.54                     |
| Enseñanza centrada en el estudiante                                          | 0.54                     |
| Influencia de los compañeros                                                 | 0.53                     |
| Programas fuera del aula / aventura                                          | 0.52                     |
| Métodos interactivos con video                                               | 0.52                     |
| Uso de programas que involucran el juego                                     | 0.50                     |
| Uso de programas que dan segundas y terceras oportunidades                   | 0.50                     |
| Aprendizaje en pequeños grupos                                               | 0.49                     |
| Hacer preguntas                                                              | 0.48                     |
| Intervenciones tempranas                                                     | 0.47                     |
| Expectativas del profesor                                                    | 0.43                     |
| Aprendizaje cooperativo                                                      | 0.42                     |
| Exposición a la lectura                                                      | 0.42                     |
| Reducir la ansiedad                                                          | 0.40                     |
| Tiempo ejecutando las tareas o trabajos                                      | 0.38                     |
| Enseñanza asistida por computador                                            | 0.37                     |
| Simulaciones                                                                 | 0.33                     |
| Enseñanza inductiva                                                          | 0.33                     |
| Enseñanza basada en la indagación                                            | 0.31                     |
| Tareas para la casa                                                          | 0.29                     |
| Enseñanza de estrategias para tomar exámenes y acompañamiento                | 0.27                     |
| Uso de las calculadoras                                                      | 0.27                     |
| Enseñanza individualizada                                                    | 0.22                     |
| Uso de métodos visuales-audiovisuales                                        | 0.22                     |
| Habilidad verbal del profesor                                                | 0.22                     |
| Hacer grupos dentro de la clase                                              | 0.18                     |
| Aprendizaje basado en la web                                                 | 0.18                     |
| Formación docente                                                            | 0.12                     |
| Conocimiento de la asignatura por parte del profesor                         | 0.09                     |

*Nota.* Adaptado de Hattie, J. (2012). Visible Learning for Teachers. Maximizing Impact on Learning. New York: Routledge.

Los tamaños del efecto de las influencias en el logro de la Tabla 6 se utilizan como indicador cuantitativo de las actividades de enseñanza empleadas por el profesor en esta investigación. Por tanto, se constituyen en un insumo importante al momento de comenzar el procesamiento y análisis de datos.

#### **2.2.2.1.2 Tiempo de la actividad de enseñanza**

El tiempo invertido en la enseñanza es un factor de considerable importancia ya que cada estudiante tiene diferentes necesidades y ritmos de aprendizaje. Bien lo dicen McLeod, Fisher y Hoover (2003), el uso eficiente del tiempo es una variable importante para ayudar a los estudiantes alcanzar sus metas de aprendizaje y hacer del aula un lugar agradable tanto para los profesores como para los estudiantes. No es trivial, que si se consideran como variable principal la actividad de enseñanza empleada por el profesor, se tenga en cuenta el tiempo que se dedica a esta actividad. Los tiempos de atención y enganchamiento de los estudiantes varían mucho con la edad, el tipo de asignatura, su interés por la misma, etc. Por tanto, es probable encontrar una relación entre el tipo de actividad, el tiempo invertido y el enganchamiento del estudiante. Los hallazgos de las relaciones entre las variables serán insumos importantes para el análisis de los posibles aportes del proceso de minería de datos en el aula de educación presencial.

Un estudio realizado por Jez y Wassmer (2013) encontró una relación positiva y estadísticamente significativa entre el tiempo en minutos de enseñanza en un año escolar y los resultados en las pruebas internas estandarizadas. Es decir, que los estudiantes que estuvieron expuestos a mayor tiempo de enseñanza, tuvieron mejores desempeños (notas) en las pruebas. Así mismo, muestran cómo investigaciones previas indican consistentemente que entre más tiempo gastan los estudiantes enganchados en aprendizaje, mayor es el logro académico esperado (Borg, 1980; Brown & Saks, 1986; Cotton & Savard, 1981; citados en Jez & Wassmer, 2013, p. 3).

El manejo efectivo del tiempo es una de las habilidades necesarias para el éxito en muchas dimensiones y los estudiantes particularmente necesitan tiempo para practicar, aplicar y conectar los nuevos aprendizajes para así relacionarlos con sus vidas diarias (McLeod et al. 2003). Por tanto, es relevante para esta investigación determinar el tiempo que se invierte en una actividad de enseñanza ya que puede encontrarse alguna relación con este y el enganchamiento de los estudiantes, por ejemplo.

### **2.2.3 Constructo *Engagement* o Enganchamiento Estudiantil**

Según el glosario de educación ([www.edglossary.org](http://www.edglossary.org)), el *engagement* o enganchamiento estudiantil tiene que ver con el grado de atención, la curiosidad, el interés, el optimismo y la pasión que un estudiante muestra cuando está aprendiendo o le están enseñando, lo cual se extiende al nivel de motivación que tienen para aprender y el progreso en su educación. Hablar de *engagement* o enganchamiento no es una tarea simple, ya que abarca varios campos del saber y hacer humanos.

Algunas veces en español *engagement* lo traducen al Español como compromiso o implicación, no obstante, la misma complejidad del concepto se escapa a estas definiciones. Por consiguiente y como se ha desarrollado hasta el momento, para términos prácticos en esta investigación se utilizará su traducción literal que es enganchamiento.

Uno de los primeros en tratar de definir *engagement* fue Schlecty (1994), quien dice que los estudiantes que están enganchados muestran tres características:

1. Se sienten atraídos a su trabajo.
2. Persisten en su trabajo.
3. Disfrutan visiblemente el logro en su trabajo.

Al analizar en detalle cada uno de estos comportamientos o actitudes, se encuentra que hay una gran cantidad de aspectos psicológicos que afloran al momento de sentirse enganchado o considerar a alguien como enganchado;

particularmente aspectos relacionados con la motivación intrínseca y extrínseca. No obstante, motivación y enganchamiento no son lo mismo, aunque están profundamente conectados. Es decir, un sujeto puede estar motivado, pero no activamente enganchado en una tarea, lo que hace de la motivación algo necesario, pero no suficiente para engancharlo (Appleton, Cristenson, Kin & Reschly, 2006). Este trabajo de investigación trata con *engagement* y no con motivación o actitudes y limitará el concepto a un conjunto de variables fácilmente identificables o medibles.

Según la encuesta nacional para el enganchamiento estudiantil de la Universidad de Indiana (NSSE, s.f), el enganchamiento estudiantil está dado por el tiempo y el esfuerzo que los estudiantes le dedican a sus estudios y otras actividades de fines educativos, los recursos y currículo que la institución educativa ponen al servicio de los estudiantes y las oportunidades de participación en actividades aprendizaje. Esta encuesta se divide en temas o índices que tienen que ver con el desafío académico, el aprendizaje con compañeros, las experiencias con los docentes y el ambiente universitario. Este mismo instrumento con algunas adaptaciones fue aplicado el contexto universitario colombiano (Pineda et al. 2014) encontrando que existen correlaciones estadísticamente significativas, aunque débiles, entre los índices del compromiso estudiantil y el promedio académico, así mismo reseñaron que para la fecha del estudio el enganchamiento o compromiso estudiantil, como ellos lo consideran, ha sido el menos explorado en el contexto latinoamericano.

Otra forma de ver el *engagement* es propuesta por Strong, Silver y Robinson (1995) quienes dicen que una persona enganchada está mediada por cuatro metas esenciales, cada una de las cuales satisface una necesidad humana:

1. El éxito, que satisface la necesidad de lograr o ejecutar algo a maestría.
2. La curiosidad, por la necesidad de comprender.
3. La originalidad, por la necesidad de auto-expresión.
4. Las relaciones, por la necesidad de estar involucrados o relacionarse con otros.

Al momento de hablar del enganche ligado a metas, se está hablando de factores internos, los cuales no siempre son fácilmente observables o cuantificables. Las cuatro metas propuestas, a pesar de ser interesantes como punto de referencia, no permiten realizar mediciones objetivas ya que los grados de éxito, curiosidad, originalidad o relacional pueden tener diferentes percepciones en cada sujeto.

Los estudios sobre *engagement* han aumentado en los últimos años y han llevado a encontrar formas de hacerlo explícito o generarlo en los estudiantes como mecanismo para facilitar el aprendizaje. Para Rigo (2013) el *engagement* es lo contrario a la apatía y falta de interés; pareciera ser una serie de comportamientos observables y medibles en los estudiantes acerca de qué tan implicados, conectados y comprometidos se encuentran para aprender y rendir. Esta naturaleza multi-variable del concepto fue descrita anteriormente por Fredericks et al. (2004) y Jimerson, Campos y Greif (2003), quienes consideran que en el enganchamiento se aprecian tres categorías:

1. Comportamental: conducta positiva, esfuerzo, participación.
2. Cognitiva: autorregulación, establecimiento de metas, inversión en aprender.
3. Emocional/afectiva: interés, sentido de pertenencia, actitud positiva hacia el aprendizaje.

No obstante, un estudio posterior de Appleton, Cristenson, Kin y Reschly (2006), proponen una nueva categorización más refinada, con la cual pretenden no sólo comprender los niveles de enganchamiento de los estudiantes, sino reconocer las bondades de la conexión entre el estudiante, el ambiente de aprendizaje y los factores que afectan esta conexión. Estas cuatro dimensiones son a) la académica, b) la comportamental, c) la cognitiva y c) la sicológica. Cada una de estas dimensiones incluye indicadores que describen los comportamientos o actitudes para cada una, siendo las dimensiones cognitiva y sicológicas las que tienen indicadores más internos y menos observables.

1. Académica: tiempo en las tareas, créditos aprobados para graduación o terminación de tareas, entre otras.
2. Comportamental: asistencia a clase, suspensiones, participación voluntaria a clase o participación en actividades extracurriculares.
3. Cognitivo: autorregulación, relevancia de la educación para el futuro, aspiraciones, valor dado al aprendizaje, diseño de estrategias.
4. Sicológica: sentido de pertenencia a un lugar, identificarse o sentirse parte de la institución

Otra propuesta interesante de categorías para el enganche estudiantil la proponen McLaughlin, et al. (2005) quienes distinguen dos categorías mucho más generales y operativas. Para ellos el enganche puede ser de procedimiento o sustancia. En el de procedimiento el estudiante sigue las reglas tradicionales de comportamiento tal como como permanecer callado cuando el profesor presenta información, tener el libro en la página correcta o incluso ayudar al profesor a recoger la tarea. Estos son comportamientos observables que muestra una disposición positiva hacia el ambiente de enseñanza y aprendizaje. En el enganche sustancial el estudiante no sólo atiende a los procedimientos establecidos para la enseñanza sino que además interacciona con el contenido de la lección en una forma profunda y conscientemente.

#### **2.2.3.1 Variable para el constructo enganchamiento estudiantil**

Debido a la naturaleza compleja para determinar el enganche de un estudiante, en este estudio solamente se tendrán como referentes la dimensión comportamental según lo plantean Appleton et al. (2006) y el enganchamiento sustancial de McLaughlin et al. (2005). La razón de tomar estas perspectivas subyace en el hecho de que los patrones de comportamiento son más fácilmente observables y los mismos actores pueden manifestar una interacción profunda y consciente durante las actividades de enseñanza. Por tanto, el enganchamiento para este trabajo de investigación se limitará al momento en que el estudiante decide participar activa, conscientemente y con un propósito claro de aprendizaje en la

actividad de enseñanza propuesta por el profesor, lo cual lo expresa una escala numérica tipo Likert y una correspondiente explicación de su valoración.

### **2.2.3 Constructo Evaluación**

La evaluación en el contexto educativo se constituye en un macro-constructo que puede tener diferentes interpretaciones dependiendo desde donde se mire o utilice. Esta misma variedad lleva consigo un efecto adverso en la medida que puede generar confusión ya que cada lector dependiendo desde donde interprete puede darle un sentido diferente.

A lo largo de la historia el concepto de evaluación ha cambiado conforme cambian los discursos pedagógicos, didácticos, epistemológicos e incluso los avances tecnológicos. Por tanto, este concepto dinámico tiende a limitarse a un tiempo y espacio; lo que lleva a considerar en esta investigación la evaluación como “un proceso sistemático de indagación y comprensión de la realidad educativa que pretende la emisión de un juicio de valor sobre la misma, orientado a la toma de decisiones y la mejora” (Jornet, 2009, citado en Leyva, 2010). Este concepto de evaluación educativa permea diferentes dimensiones y no se limita a la evaluación del aprendizaje de los estudiantes, siendo incluso aplicable a la evaluación de programas y la gestión escolar.

Esta misma generalidad del concepto de evaluación, hace que esta investigación limite su alcance a la evaluación del aprendizaje que realiza el profesor de sus estudiantes, la cual se operacionalizará mediante tres variables: la calificación otorgada al aprendizaje del estudiante, el tipo de instrumento empleado y el indicador de aprendizaje, cada uno de los cuales se desarrollarán más adelante. Por consiguiente, es importante tener en cuenta que no se trata específicamente de un estudio sobre el papel, impacto o incidencia de la evaluación en los procesos de enseñanza y aprendizaje, sino de las posibles relaciones a partir de técnicas de minería de datos entre las variables antes mencionadas. Esto significa que no se entra a analizar por qué un profesor utiliza un determinado instrumento para evaluar ciertos contenidos o asignar una calificación a cierto proceso, sino las

posibles relaciones o patrones entre los datos emergentes de estas variables y qué reflexiones en los actores generarían los hallazgos de la MDE.

### **2.2.3.1 Variables para el constructo evaluación**

#### **2.2.3.1.1 La calificación**

Esta variable para el presente proyecto de investigación es quizás la que menos dificultad presenta al momento de registro y sistematización, ya que proviene directamente de los libros de notas/calificaciones del profesor. La calificación del aprendizaje, a pesar de que proviene de algún mecanismo o instrumento de evaluación, no puede decirse que es un indicador definitivo del aprendizaje como tal. Este trabajo no indaga si los instrumentos de evaluación son relevantes o no para evaluar las competencias, logros o estándares, pero sí para encontrar posibles correlaciones entre los instrumentos o estrategias utilizadas para evaluar el aprendizaje de los estudiantes, la calificación registrada y el tipo de indicador de aprendizaje (estándar, logro, competencia, etc.).

La calificación es un juicio que emite el profesor acerca del aprendizaje o progreso de los estudiantes la cual puede ser cualitativa o cuantitativa, expresada con símbolos, letras o números. Consistentemente, diversos estudios sobre la calificación han mostrado que su propósito más obvio es proporcionar retroalimentación acerca del logro del estudiante (Marzano, 2000), sin que necesariamente sea el mejor indicador objetivo de su aprendizaje. Esto es precisamente una de sus grandes críticas, ya que una nota o calificación no representa con exactitud la realidad humana y basarse profundamente en éstas puede llevar a la selección de características equivocadas, crear una relación adversa entre el profesor o la institución y el estudiante, generando muchas veces una competitividad excesiva que a menudo lleva a hacer trampa o al cinismo (Brown & Craig, 1977). Sin embargo, lo cierto es que “Los maestros dedican gran parte del tiempo a recabar la información que usan para calificar o emitir juicios definitivos del avance académico. Con la expresión evaluación sumativa o final se

designa la calificación o los juicios finales sobre el aprendizaje al terminar un período de enseñanza” Airasian (2002, p. 8).

Además de proporcionar una idea acerca del aprendizaje del estudiante, Airasian (2002) menciona otros cuatro propósitos adicionales de la calificación a saber: administrativos, informativos, motivacionales y orientadores. Por ejemplo, para la determinación de rankings (administrativos), para comunicación a los padres o acudientes (informativos), para generar interés por estudiar e ir más allá en una asignatura (motivacionales) o escoger cursos o carreras con base en desempeños previos (orientadores). La minería con datos de la evaluación del aprendizaje puede proporcionar el sustrato necesario para reflexionar sobre la misma y encontrar relaciones que probablemente no son evidentes.

#### **2.2.3.1.2 Instrumentos o estrategias de evaluación**

Existen variados instrumentos y estrategias para evaluar el aprendizaje de los estudiantes. Muchas veces se habla de evaluación sumativa o formativa, lo cual en esencia no depende del instrumento empleado sino del uso que se hace del resultado de la evaluación. Scriven (1966) fue uno de los primeros investigadores en educación que comenzó a hablar de las diferencias entre evaluación formativa y sumativa. Para él, una evaluación formativa es parte de una aproximación racional para obtener buenos resultados en una evaluación sumativa; la cual de acuerdo con Sadler (1998, citado en Nico & Macfarlene, 2006) se realiza con la intención de generar retroalimentación al desempeño de los estudiantes con el fin de mejorar y acelerar el aprendizaje. De otro lado, la evaluación sumativa es un juicio que encapsula la evidencia en un punto dado del proceso (Taras, 2005), usualmente un punto final. Es decir que la evaluación formativa se centra en el proceso y tiene como eje central la retroalimentación hacia el estudiante mientras que la sumativa atiende principalmente a gestión de tipo administrativo, como la promoción de estudiantes, rankings, etc. No obstante, no es necesario que un profesor tenga que duplicar el proceso para realizar evaluaciones formativas y sumativas, ya que una evaluación sumativa con retroalimentación adecuada para promover el aprendizaje puede ser igualmente formativa (Taras, 2005).

Particularmente, en relación con los mecanismos existe una gran variedad de instrumentos o estrategias que los profesores utilizan para obtener información acerca del aprendizaje y progreso de los estudiantes. Algunos autores realizan clasificaciones de acuerdo con el objetivo o estrategias de evaluación, otros en relación con el tipo de instrumentos y preguntas empleadas y así sucesivamente (McMunn & Butler, 2006; Marzano, 2006; Fisher & Frey, 2007). La Figura 5 representa una compilación de diversos instrumentos y estrategias comúnmente utilizadas por los profesores para evaluar el aprendizaje de los estudiantes, el cual resulta de múltiples perspectivas en relación con la evaluación de los estudiantes.



Figura 5. La evaluación y sus instrumentos. Fuente: Elaboración propia.

La información en esta figura permitirá identificar los instrumentos o estrategias de evaluación empleados por el profesor y así encontrar su relación y correlación con

la calificación y el indicador del aprendizaje. A nivel de minería de datos, entre otros, se busca encontrar cuáles son las estrategias o instrumentos más frecuentes empleadas por los profesores y qué relación se encuentra con la calificación, el objeto de aprendizaje, las actividades de enseñanza y el enganchamiento.

### **2.2.3.1.3 Indicadores de aprendizaje**

Los indicadores de aprendizaje en esta investigación comprenden los objetivos, competencias, estándares o indicadores de logro que utiliza el profesor como referente de aprendizaje o construcción de habilidades, competencias o conceptos. Estos son evaluados a partir de diversas herramientas o estrategias a discreción del profesor o como proyecto institucional, los cuales están incluidos en el PEI y se encuentran especificados en el plan de estudio de las asignaturas y nivel académico del estudio.

En Colombia las instituciones educativas por Ley utilizan como referente los Estándares Básicos de Competencias emanados del Ministerio de Educación Nacional, pero el sistema de evaluación y calificación es autónomo y definido en el PEI con base en las directrices nacionales, locales e institucionales.

En este trabajo de investigación los indicadores de evaluación sirven para determinar la tendencia de los tipos de evaluación en relación con el indicador de aprendizaje, para lo cual se tiene en cuenta la Taxonomía Revisada de Bloom (Krathwohl, 2002) y así clasificar los indicadores de aprendizaje dentro de las categorías establecidas.

De acuerdo con Krathwohl (2002), la taxonomía de los objetivos educativos se constituye en un referente para clasificar los postulados de aprendizaje de los estudiantes que se esperan o se pretenden como resultado de la enseñanza. Por esto, para esta investigación en particular, esta taxonomía revisada permite establecer categorías específicas las cuales servirán de base para determinar posteriormente si hay o no correlación entre éstas y los instrumentos de evaluación y la calificación. Se utiliza como referente la revisión de Krathwohl

(2002), ya que en este esquema se asume que las categorías se sobreponen o entrecruzan, lo cual no era complemente claro en la propuesta original de Bloom (1956), para quien la jerarquía era un proceso más unidimensional, continuo y lineal, es decir, que para construir habilidades superiores eran necesariamente indispensables habilidades inferiores.

El nuevo esquema, además de cambiar el nombre de algunas de las categorías iniciales, presenta una doble dimensionalidad al interior de las mismas (dimensión de conocimiento y de proceso cognitivo). La naturaleza de esta revisión hace mayor énfasis en los 19 procesos cognitivos específicos inmersos en las 6 categorías de procesos cognitivos.

La Tabla 7 representa las categorías que se utilizarán para clasificar los indicadores de aprendizaje evaluados por el profesor con base en esta perspectiva. Teniendo en cuenta que los profesores tienen diferentes estándares debido a la naturaleza de sus asignaturas, se hace necesario encontrar un operador que permita clasificar sus estándares dentro de denominadores comunes. Por esta razón, con estas categorías se clasifican los indicadores de aprendizaje utilizados por los profesores en sus evaluaciones con lo cual se determina si existe o no algún tipo de relación entre éstas, los instrumentos de evaluación empleados y la calificación obtenida por el estudiante. La información minada es por tanto un insumo para la discusión de los aportes potenciales del proceso de minería de datos, particularmente en los procesos de evaluación del aprendizaje.

Tabla 7

*Estructura Revisada de la Taxonomía de Bloom*

| Dimensión de conocimiento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Dimensión de procesos cognitivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>A. Conocimiento Fáctico</b> – Los elementos básicos que los estudiantes deben saber para familiarizarse con una disciplina o solucionar problemas en la misma.</p> <p>A.a. Conocimiento de terminología</p> <p>A.b. Conocimiento de detalles y elementos específicos.</p> <p><b>B. Conocimiento conceptual</b> – Las interrelaciones entre los elementos básicos al interior de una estructura más general que les posibilita funcionar en conjunto.</p> <p>B.a. Conocimiento de clasificaciones y categorías</p> <p>B.b. Conocimiento de principios y generalizaciones.</p> <p>B.c. Conocimiento de teorías, modelos y estructuras.</p> <p><b>C. Conocimiento procedimental</b> – Cómo hacer algo; métodos de indagación y criterios para utilizar habilidades, algoritmos, técnicas y métodos.</p> <p>C.a. Conocimiento específico en una asignatura de habilidades y algoritmos.</p> <p>C.b. Conocimiento específico en una asignatura de técnicas y métodos.</p> <p>C.c. Conocimiento de criterios para determinar cuándo utilizar procedimientos apropiados.</p> <p><b>D. Conocimiento metacognitivo</b> – Conocimiento de la cognición en general al igual que la conciencia y conocimiento de la propia cognición.</p> <p>D.a. Conocimiento estratégico.</p> <p>D.b. Conocimiento acerca de las tareas cognitivas, incluyendo conocimiento apropiado del contexto y las condiciones.</p> <p>D.c. Auto-conocimiento.</p> | <p><b>1. Recordar</b> – Consiste en traer a la memoria conocimiento de la memoria de largo plazo.</p> <p>1.1 Reconocer</p> <p>1.2 Recordar</p> <p><b>2. Comprender</b> – Determinar el significado de los mensajes de enseñanza que incluyen comunicación oral, escrita y gráfica.</p> <p>2.1 Interpretar</p> <p>2.2 Ejemplificar</p> <p>2.3 Clasificar</p> <p>2.4 Resumir</p> <p>2.5 Inferir</p> <p>2.6 Comparar</p> <p>2.7 Explicar</p> <p><b>3. Aplicar</b> – Llevar a cabo o utilizar un procedimiento en una situación dada.</p> <p>3.1 Ejecutar</p> <p>3.2 Implementar</p> <p><b>4.0 Analizar</b> – Descomponer material en sus partes constitutivas y detectar como estas partes se relacionan unas con otras y con la estructura general o propósito.</p> <p>4.1 Diferenciar</p> <p>4.2 Organizar</p> <p>4.3 Atribuir</p> <p><b>5. Evaluar</b> – Elaborar juicios basados en criterios y estándares.</p> <p>5.1. Chequear</p> <p>5.2 Criticar</p> <p><b>6. Crear</b> – Poner los elementos juntos para formar un todo novedoso y coherente o hacer un producto original.</p> <p>6.1 Generar</p> <p>6.2 Planear</p> <p>6.3 Producir</p> |

*Nota.* Adaptado de Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. Theory into practice, 41(4), 212-218.

### **CAPITULO 3: MARCO METODOLÓGICO**

En este capítulo se hace una elaboración conceptual en relación con el enfoque de investigación mixto como una opción metodológica adecuada para esta investigación. Adicionalmente, se plantea un enfoque epistemológico que reconoce el rol que juega la intersubjetividad en la producción del conocimiento y por ende el aporte y validación de los actores al mismo proceso. Este enfoque permite llevar la investigación cuantitativa más allá del positivismo radical al brindar una conexión sustancial entre los datos y el sentido de la investigación.

El marco metodológico incluye la selección de la muestra, la descripción de los instrumentos empleados y por supuesto su validación. Sin embargo, va más allá de lo anterior, ya que la misma naturaleza de la investigación plantea el diseño de un modelo metodológico para minería de datos, el cual se conceptualiza y esquematiza en este capítulo. Con esta propuesta se cumple parcialmente con el objetivo general de la investigación el cual consiste en diseñar un modelo metodológico de Minería de Datos Educativos para un aula de educación media presencial y con el objetivo específico de determinar la estructura, características y técnica(s) apropiadas para el modelo metodológico que permitan implementar la minería de datos educativos en un aula de clase presencial. Como se verá más adelante estos dos objetivos se cumplen a cabalidad en el Capítulo 5 de este trabajo.

### 3.1 Sobre la investigación

Teniendo en cuenta el problema de investigación, los objetivos y la aproximación planteada para su solución, la metodología de investigación más adecuada es la mixta ya que se realizan análisis cuantitativos cuyos resultados se analizan desde un punto de vista cualitativo con inclusión de técnicas de ambos enfoques. Es decir, implicó “un proceso de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema” (Hernández, Fernández & Baptista, 2010, p. 544). Algunos autores denominan a los enfoques paradigmas de investigación (Ricoy, 2006, Medina, 2001, Tedesco, 1985), razón por la cual en algunos casos, según el autor, se usará cualquiera de los dos términos.

Pero ¿qué puede considerarse cuantitativo o cualitativo en esta investigación? Desde el punto de vista cuantitativo se utiliza “la información cuantitativa o cuantificable para describir o tratar de explicar los fenómenos que estudia, en las formas que es posible hacerlo en el nivel de estructuración lógica” (Briones, 2002, p. 17). El uso de las encuestas como instrumento no pretende únicamente recopilar y reseñar una serie de datos y hallazgos para simplemente analizarlos posteriormente mediante técnicas visuales de minería de datos, sino ir más allá pasando por la descripción y análisis de los constructos enseñanza, enganchamiento y evaluación con sus correspondientes variables. La Figura 6 ilustra a nivel general el proceso de la investigación.

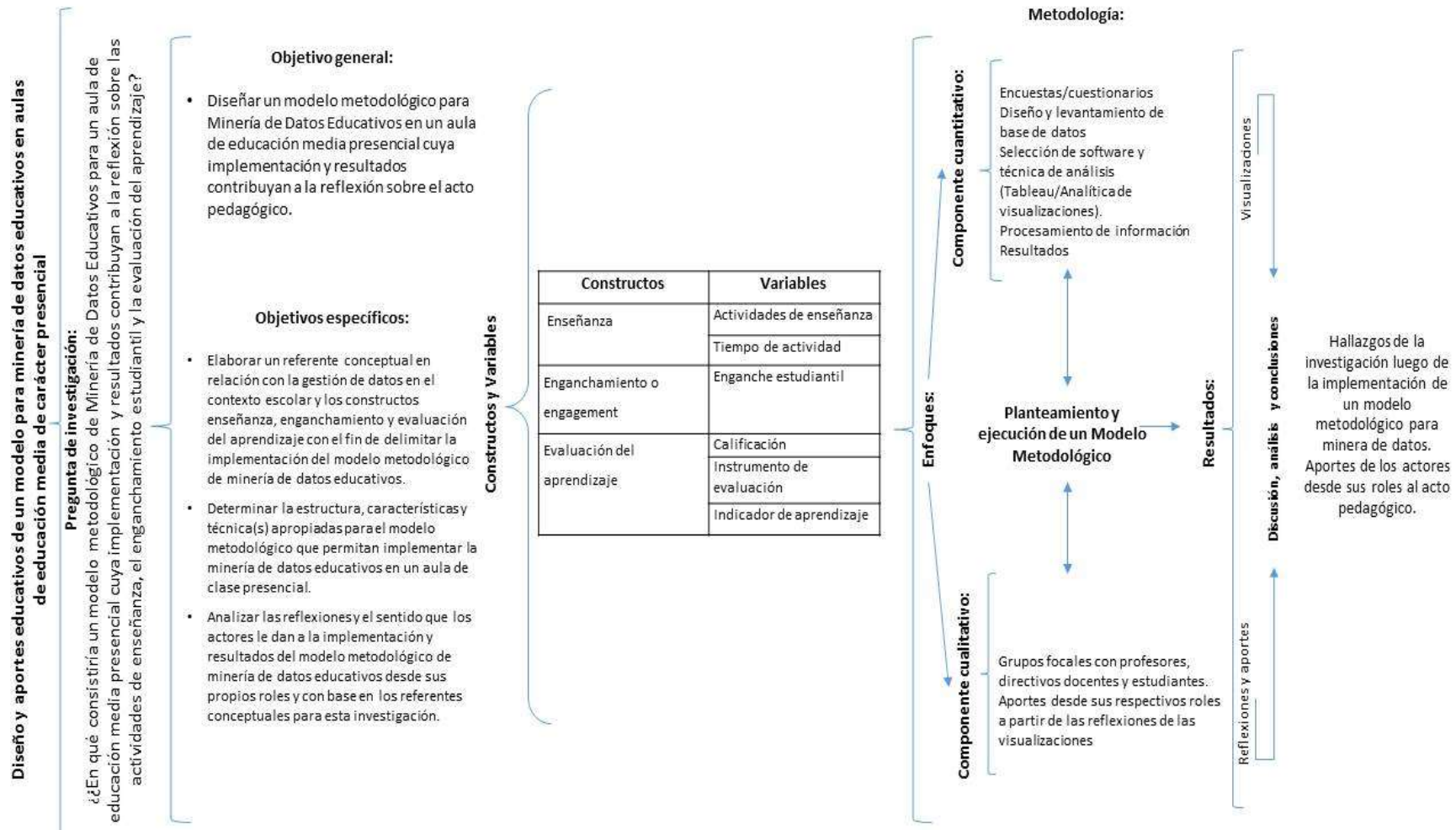


Figura 6. Proceso de la investigación.

Este proceso propositivo y de análisis es lo que comienza a crear un vínculo con el componente cualitativo el cual, para esta investigación, está dado por los siguientes tres aspectos:

1. Los comentarios y explicaciones dadas por los estudiantes y los profesores a ciertos aspectos puntuales de la investigación, ya que corresponden a sus propias expresiones con base en sus juicios de valor. Esto se realiza mediante un trabajo con grupos focales.
2. La construcción de conocimiento en procesos de discusión en los que participan los profesores, estudiantes, administrativos docentes y el investigador.

Por tanto, incorporar componentes cualitativos y cuantitativos permite conectar significativamente las premisas de ambos paradigmas con teorías sustantivas (Hernández & Mendoza, 2008, citado en Hernández, et al. 2010). En este caso particular de investigación en educación y en general en las ciencias sociales, este enfoque parece altamente recomendable para aumentar la capacidad discursiva de los hallazgos y su implicación social. Adicionalmente, los enfoques mixtos proporcionan una mayor variedad de fuentes de información, las cuales según Creswell y Garrett (2008), obedecen a las necesidades del investigador en el campo educativo de contar con una gran caja de herramientas con métodos y diseños para afrontar problemas de investigación complejos y multidisciplinarios.

A pesar de que esta investigación comprende el manejo de variables sería simplificar su verdadero alcance limitándola al enfoque cuantitativo; por tanto, se espera que la complementariedad entre los dos proporcione una mayor solidez dándole así cabida a un pluralismo metodológico y a la subjetividad-intersubjetividad como recurso discursivo. Este pluralismo hace parte de lo que consideran el pragmatismo de los enfoques mixtos; es decir una "...búsqueda de soluciones prácticas y trabajables para efectuar investigación, utilizando los criterios y diseños que son más apropiados para un planteamiento, situación y contexto en particular" (Hernández, et al, 2010, p. 553).

Bien lo dice Medina (2001, p. 81), “la elección del método debe depender de las exigencias de la situación de investigación que se trate”. Por tanto, el tratamiento estadístico, el procesamiento cuantitativo con técnicas visuales de minería de datos, su interpretación desde lo cualitativo y la participación activa de los actores desde sus aportes y validaciones, se constituyen en razones suficientes para afirmar que esta investigación es de enfoque mixto. Extrapolando lo que afirma Marín (2009) a la investigación general en educación, “la pedagogía no puede ser investigada con los paradigmas epistemológicos y metodológicos simplificadores de la realidad como se ha venido haciendo con los modelos positivistas, sino con aquellos paradigmas que la asuman tal como es, es decir, como un sistema complejo” (p. 37).

Para este trabajo en particular limitar la investigación solamente al proceso de minería y la discusión de la información minada (cuantitativo), no permitiría generar la simbiosis entre lo que tienen que decir y hacer los actores desde sus respectivos roles (cualitativo y hermenéutico), lo cual en últimas es lo que permite proponer una aproximación epistemológica a lo que puede ser la investigación en este campo, la cual se discute a continuación.

### **3.2 Una aproximación epistemológica para la investigación en Minería de Datos Educativos**

Desde el punto de vista epistemológico, la exposición anterior muestra que esta investigación no plantea un monismo metodológico ya que no hay un solo método de investigación y no se acepta como único método el modelo de las ciencias naturales y la explicación causal derivada del mismo. Tampoco prevalece el fin de predecir para controlar; aspectos que de acuerdo con Mardones (1991), caracterizan al positivismo puro, lo que significa que a pesar de trabajar con variables y tener resultados emergentes, esta investigación no podría clasificarse como positivista, ante todo por el valor otorgado a la subjetividad/intersubjetividad y al componente interpretativo aportado por los diversos actores.

Una visión netamente positivista no posibilitaría la comprensión de los mecanismos causales, ya que mientras el investigador descubre si uno o dos fenómenos están relacionados consistentemente, no permitiría explicar por qué existe esta relación (Chih, 1998). Debido a esta limitación, el discurso generado desde la aproximación cualitativa en el enfoque mixto de esta investigación proporciona una mayor solidez interpretativa a los resultados. De aquí que desde la interpretación se indague no sólo por la presencia o ausencia de una relación, sino por formas específicas en las cuales se manifiestan y el contexto en el cual ocurren; esto es lo que hace posible ir más allá de lo que ocurre para observar cómo ocurre (Chin, 1998).

Aceptar la subjetividad implica un proceso racional desde el conocimiento e intenciones del investigador quien, basado en hallazgos cuantitativos de un proceso de minería de datos, proporcionará un análisis desde su perspectiva y profundizará en sus implicaciones en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación gracias a los aportes de los actores (estudiantes, profesores y directivos). En los instrumentos mismos se muestran componentes de esta subjetividad-intersubjetividad; por ejemplo, el enganchamiento visto desde el profesor es una interpretación de ciertos comportamientos o actitudes de los estudiantes. Lo mismo sucede con la percepción de los estudiantes en relación con las actividades de enseñanza, ya que al expresar por qué se sienten enganchados en ciertas actividades de enseñanza, dan a conocer formas en que se manifiestan ciertas apreciaciones e impresiones personales, lo cual se constituye en aportes cruciales en la construcción de la discusión. No aceptar la subjetividad de los actores, implica quedarse en el instrumentalismo propio del positivismo y en el hallazgo de resultados carentes de sentido en un contexto social.

La minería de datos educativos, por definición, implica un descubrimiento de información y construcción de conocimiento utilizando procesos como inferencias, predicciones y correlaciones, entre otros, para identificar patrones ocultos en los datos académicos. En primera instancia, este intento de investigación por

descubrimiento pareciera ser puramente positivista, ya que la tendencia en este campo es extraer información para encontrar patrones ocultos en los datos y poner a prueba hipótesis particulares del investigador, lo cual no sería muy diferente de seguir un “método científico”.

No obstante, desde hace un buen tiempo al interior de las ciencias naturales ya no se habla exclusivamente de “un método científico” como tal, ya que la misma comunidad científica ha mostrado que no hay una sola forma de hacer ciencia y que los procesos hipotéticos-deductivos no son sus únicos métodos, lo que indicaría que la investigación científica ha transcendido o está transciendo el positivismo puro. La epistemología del positivismo no es viable y su núcleo, el verificacionismo, ha sido repudiado (Howe & Eisenhart, 1993); por consiguiente, una investigación netamente positivista tiende a tener profundas críticas, particularmente en lo que tiene que ver con la comprensión de los mecanismos causales.

En las investigaciones cuantitativas el planteamiento del problema es un aspecto fundamental. Según Hernández et al. (2010) los planteamientos a investigar desde este enfoque son específicos y delimitados desde el inicio de un estudio, son aspectos observables, medibles y a nivel general, es un proceso que consiste en afinar y estructurar más formalmente la idea de investigación. En principio, estos componentes de la investigación cuantitativa son consistentes con las intenciones de este trabajo de investigación, no obstante, como se ha mencionado anteriormente, no se queda únicamente en esto, ya que a pesar de la supuesta objetividad del proceso, necesariamente el planteamiento del problema puede llevar una connotación subjetiva por ser en sí misma una actividad humana. Mills (1986) dice que este proceso de selección lleva implícitos valores de los conceptos utilizados que pueden afectar el curso de su solución, por tanto el afinamiento y formalización del problema de investigación es una forma de moldearlo de acuerdo con los intereses y motivaciones del investigador, lo cual sin lugar a duda introduce un componente altamente subjetivo.

Pero, ¿qué papel juega la subjetividad en la producción de conocimiento con fines universales? Tal como lo dijo Méndez (2015) se debe valorar la importancia de la subjetividad en la investigación en educación y en general en las ciencias sociales, ya que ésta no tiene que ver con lo arbitrario como usualmente se piensa, teniendo en cuenta que de por sí hay implícito un contenido objetivo. Se da en un territorio, es un espacio de flujos que tienden a disolverse, es muy compleja. Está situada, se da en coordenadas que se están moviendo. No es un principio sino un resultado que no acaba de ser terminal. No se tiene ningún refugio en donde se evita el yo, es decir, no se evita el sujeto en el sentido clásico.

Por consiguiente, subjetivo no es sinónimo de arbitrario; cada investigador viene cargado de estructuras conceptuales, metodológicas, actitudinales o axiológicas (Gallego-Badillo & Miranda, 2009) que no pueden desvincularse de la acción investigativa. La investigación educativa como actividad de y entre seres cognoscentes no puede ser ajena a la subjetividad de los actores en la investigación. Los fenómenos observables y medibles en el acto pedagógico llevan consigo una interpretación que le da sentido a los fenómenos. Con esto no quiere afirmarse que no pueda haber objetividad en la investigación en el campo de las ciencias sociales, ya que como se mencionó anteriormente, el mismo planteamiento del problema determina con qué herramientas se abordará su solución.

La mayor crítica de la subjetividad se supera al reconocer la existencia del otro que valida los aportes del investigador. En primer lugar, el aporte dado en discusión pública con los distintos actores (en este caso, estudiantes, profesores, administrativos docentes) en un ambiente comunicativo dirigido a la construcción de un consenso no coactivo encaminado a la construcción y validación del conocimiento. En segundo lugar, con la comunidad académica ya que la construcción del conocimiento es un proceso subjetivo e intersubjetivo, en tanto es el sujeto quien construye el diseño de investigación, recopila la información, la organiza y le da sentido, tanto desde sus estructuras conceptuales previas, como

desde aquellos hallazgos que surgen de la propia investigación, la que luego se colectiviza y discute en la comunidad académica. (Cisterna, 2005, p. 62).

En este trabajo de investigación se plantean tres constructos con sus correspondientes variables, lo que hace de la observación un aspecto importante cuando de subjetividad se trata. Es claro que contar únicamente con instrumentos de observación, tal como listas de chequeo para registrar por ejemplo prácticas docentes, dejaría de lado muchos otros aspectos que se perciben en el ambiente escolar y que corresponden a la riqueza que pueden aportar los actores a la interpretación de los fenómenos. En esta perspectiva, la investigación científica en educación está influida por la teoría y toda la carga subjetiva del investigador y de los actores, lo que conlleva a una fuerte influencia inherente de la teoría y es consecuencia de propósitos humanos y de construcciones teóricas, haciéndola intrínsecamente interpretativa (Bernstein, 1983, Rorty, 1982, citado en Howe & Eisenhart, 1993).

La interpretación, por tanto, es fundamental para darle un mayor sentido, contexto y relevancia a los datos cuantitativos. Particularmente en la investigación educativa se le presta mayor atención a las razones de los comportamientos de los sujetos y se descifran las conexiones entre su comportamiento y creencias y sus efectos en otras prácticas específicas. Ir más allá de lo evidente involucra cierta forma de subjetividad o perspectiva del investigador, lo cual literariamente lo describe Mills (1986) como el “artesano intelectual”, es decir, el sujeto que hace su trabajo desde su conocimiento, supuestos y complicaciones.

Para buscar la complementariedad entre lo cualitativo y lo cuantitativo se necesita reconocer que existen diferencias en los tipos de preguntas y que el investigador, en lugar de comprometerse a una metodología por principios o dogma, deberá escoger una metodología y métodos apropiados a las preguntas que se plantea (Della Porta & Keating, 2008). Por tanto, lo clave en la investigación estaría dado por las preguntas, ya que son estas las que en últimas determinarán la metodología, los métodos y las técnicas. Esta mezcla de enfoques se validaría en

la medida que contribuyen y se complementan en el proceso reflexivo de un trabajo de investigación.

En la Minería de Datos Educativos, los datos no deben asumirse como verdades irrefutables, no son más que los componentes básicos de una realidad construida. Los datos educativos cambian a través del tiempo. Por ejemplo, las calificaciones que un estudiante obtiene en un semestre están sujetas a muchos factores internos y externos lo que significa que la predicción de la evolución futura de los datos lleva una gran carga de incertidumbre. La exactitud de la predicción en las interacciones humanas es una empresa arriesgada, es probable que funcione en cierto grado para grupos muy grandes de personas, pero a riesgo de disminuir la complejidad de los individuos y la probabilidad de llegar deducciones específicas y certeras.

Por tanto, el contexto es preponderante en la investigación educativa y los hallazgos no son necesariamente extrapolables o replicables. Variables y dinámicas en el aula cambian en cada lección, la reproducibilidad exacta, como en el caso de las ciencias naturales, no es viable. Esto significa que la generalización desde una perspectiva estrictamente positivista es arriesgada en la investigación educativa. La generalización en el paradigma interpretativo no define la validez de la investigación como si lo hace en el positivismo (Chih, 1998), por tanto aspectos investigativos en la minería de datos educativos tradicional como la predicción del rendimiento, la agrupación o correlación de variables puede funcionar para un grupo particular en un tiempo y espacio determinado, pero dada la compleja naturaleza de los seres humanos, es probable que estos hallazgos no se apliquen estrictamente y al pie de la letra en un contexto diferente.

Este marco epistemológico se constituye en sí mismo en un aporte a la Minería de Datos Educativos como campo de investigación, ya que la tendencia en las investigaciones se centran, entre otros aspectos, en el desarrollo de software, la creación y prueba de algoritmos para predecir, agrupar o asociar datos, dejando de lado el papel del sujeto y su misma interacción con esos datos y los sujetos entre sí. Por tanto, el reconocimiento de la intersubjetividad, propia del paradigma

interpretativo y la comprensión del ser humano como ente multidimensional y complejo, deben tener cabida en la producción de conocimiento desde la MDE como campo de investigación (Aristizábal, 2016) y superar así el positivismo en el cual se encuentra inmerso con el fin de extender sus alcances al docente de aula.

### **3.3 El proceso de recolección y procesamiento de datos**

#### **3.3.1 Muestra:**

##### *Institución:*

El Colegio Fundación Nueva Granada es una institución privada, sin ánimo de lucro, fundada el 29 de febrero del 2000 por el Colegio Nueva Granada (CNG) como parte de sus programas de responsabilidad social. Al ser una institución educativa legalmente constituida en Colombia se rige por la Ley 115 de 1994, la cual implica la construcción de un proyecto Educativo Institucional y por los decretos subsiguientes y vigentes. La página web de la institución es [www.hogarnuevagrana.com](http://www.hogarnuevagrana.com).

Ofrece un currículo académico con intensificación inglés y sistemas. Cuenta actualmente con 580 alumnos de párvulos hasta grado 11 con un promedio de 40 estudiantes por salón. Los estudiantes provienen en su mayoría de barrios vecinos y con alto grado de vulnerabilidad de estratos uno y dos principalmente. Muchos de estos estudiantes se encuentran becados con un plan padrino de padres del Colegio Nueva Granada. Los que no se encuentran becados pagan una mensualidad inferior a los \$50.000 (~US\$17.00) mensuales, lo cual incluye refrigerio y almuerzo. Gracias a la vinculación de muchos padres voluntarios del CNG, se ofrecen servicios de odontología, medicina y sicología completamente gratis.

En su infraestructura cuenta con 20 salones de clase, laboratorio de ciencias, laboratorio de computadores, laboratorio comercial, biblioteca, comedor, cocina, área administrativa, 7 consultorios en donde se atienden pacientes de sicología,

terapia ocupacional, fonoaudiología, aprestamiento escolar, odontología, pediatría y medicina general y zonas verdes para recreación. La planta docente en el 2016 es de 32 profesores distribuidos en la siguiente forma: Párvulos, Pre-Jardín y Jardín con 8 profesores; Grados 1 a 5 con 10 profesores y Grados 6 a 11 con 14 profesores para un total de 32.

#### *Estudiantes:*

Se trabajó con una muestra no probabilística de 10 estudiantes de 32 matriculados en grado 10, es decir, con el 31,25% del curso. Se decidió trabajar con una muestra no probabilística y no todo el curso debido a la gran cantidad de datos recogidos y la iteración de la mayoría de los mismos. La selección de este grupo estuvo a cargo de los profesores que participan en la investigación, ya que se requiere de un perfil de estudiante que pueda comprometerse con la recolección de información durante el transcurso de la investigación. Se les preguntó a los estudiantes si tenían algún problema en participar en este proyecto de investigación, a lo cual ninguno manifestó objeción.

La recolección de datos tuvo lugar durante dos semanas todos los días que tenían clase con los profesores que participan en la investigación, lo que de acuerdo con la carga académica de la institución, corresponde a 6 sesiones presenciales por cada asignatura. En cada una de las sesiones, las cuales son dos bloques de 90 min y un período de 45 min por cada asignatura por semana, se recopiló información con los instrumentos que se presentan posteriormente.

Los instrumentos se diligenciaron durante la(s) actividades de enseñanza o justamente al finalizar las mismas, ya que por la misma naturaleza de la información recopilada, el no hacerlo en estos momentos, podría llevar a respuestas imprecisas o más alejadas de la realidad.

#### *Profesores:*

Se vincularon como actores a esta investigación dos profesores del mismo curso, uno de ciencias sociales y otro de ciencias naturales (química), quienes fueron

seleccionados por la rectoría de la institución, teniendo como referente una alta probabilidad de que estos profesores retornen el siguiente año escolar.

#### *Administración educativa*

La Colegio Fundación Nueva Granada cuenta con una junta directiva que elige a un Director Ejecutivo, el cual no permanece en la institución pero tiene funciones como establecimiento de relaciones, contactos, supervisión financiera y estratégica y recaudación de fondos, entre otros. Luego se tiene a una Rectora quien supervisa todos los procesos administrativos quien tiene apoyo de una coordinadora académica de bachillerato, un coordinador de disciplina y una coordinadora académica para primaria. En esta investigación se contará con los aportes desde la administración escolar de la rectora y los tres coordinadores. Se realizó una carta de compromiso institución-investigador, la cual puede verse en el Anexo 1

### **3.3.2 Instrumentos y validación**

Esta investigación hizo uso de encuestas/cuestionarios, registro documental y un grupo focal para recopilar la información necesaria. La razón principal para el uso de las encuestas se basa en su orientación cuantitativa permitiendo en este caso recopilar información con una muestra de la población con el fin de descubrir la incidencia, distribución e interrelaciones relativas de las variables (Kerlinger & Lee, 2002). Estas encuestas/cuestionario consistieron en lo siguiente:

1. **Instrumento No. 1:** *Encuesta/Cuestionario para el estudiante.* Mediante este instrumento los estudiantes registraron, además de los aspectos demográficos generales, datos acerca del tipo de actividades de enseñanza, su percepción de enganche, percepción de su aprendizaje, participación, aspectos que les gustaba y aspectos que no les gustaba para cada una de las actividades de enseñanza con cada uno de los profesores participantes en la investigación. (Anexo 2)
2. **Instrumento No. 2:** *Encuesta/Cuestionario para el profesor.* Encuesta para el profesor. En este instrumento, similar al de los estudiantes, los profesores

registran aspectos como tema de la clase, actividad(es) de enseñanza empleada(s), percepción del enganche de sus estudiantes, imposición de autoridad y tiempo dedicado a la actividad. (Anexo 3).

El registro documental hace alusión a la recuperación de información proveniente de una fuente de datos, la cual en este caso, es el registro de notas de los profesores. A continuación se indica en qué forma se empleó este instrumento.

**3. Instrumento No. 3: Registro documental de las evaluaciones del aprendizaje.**

Este registro consistió en solicitar a los profesores copia de las evaluaciones y registro de notas con el fin de determinar qué tipo de evaluación empleaban los profesores y cuál era la calificación de los estudiantes en cada una de sus evaluaciones pregunta por pregunta. Esta información se consignó igualmente en una hoja de Excel con la estructura para base de datos en forma tal que pudiera ser integrada la base de datos proveniente de los Instrumentos No.1 y No. 2 (Anexo 4).

Como método para registrar los aportes de los actores se utilizó los grupos focales ya que su relevancia radica primordialmente en el papel central de los actores en el proceso mismo de la investigación. La subjetividad-intersubjetividad que se menciona en el enfoque epistemológico cobra sentido en este escenario. Los actores son fundamentales para determinar los aportes de un modelo metodológico de minería de datos educativos en un aula presencial y como tal, el registro de sus comentarios a partir de las visualizaciones, es de vital importancia. El uso del grupo focal, tal como lo describen diversos autores (Aigner, 2006; Beck, Bryman & Futing, 2004, citado en Escobar & Bonilla-Jiménez, 2009), permite una discusión guiada por un conjunto de preguntas las cuales fueron diseñadas cuidadosamente con el objetivo de elicitar actitudes, sentimientos, creencias, experiencias y reacciones en los participantes, las cuales corresponden al componente cualitativo de esta investigación. Por consiguiente, mediante este método se obtuvo información desde los actores que complementa las visualizaciones, producto de la minería de datos, con técnicas de visualización de

los datos recopilados en los Instrumentos No, 1, 2 y 3. En relación con el instrumento utilizado para los grupos focales se tiene lo siguiente:

4. **Instrumento No. 4:** *Grupos focales*. En estos grupos focales se discutieron los resultados de las visualizaciones provenientes de los datos de los tres instrumentos anteriores y se realizaron algunas interactividades con el software para mostrar algunas variables simultáneamente que no estaban necesariamente en una sola visualización impresa. Se plantearon así mismo unas preguntas centrales en el conversatorio que consistían en determinar (a) ¿en qué forma el conocimiento derivado de las visualizaciones contribuye al conocimiento, labor pedagógica y/o administrativa? Y, ¿qué otras preguntas le surgen a partir de las visualizaciones una a una o en conjunto? Los tres grupos focales consistieron de directivos docentes, profesores y estudiantes. En el caso de los profesores se invitaron a 4 profesores adicionales del mismo grado, pero de otras áreas, para que con su visión externa contribuyeran a la discusión. En relación con los estudiantes no se utilizaron todas las visualizaciones ya que para ellos no era relevante una reflexión en torno a sus prácticas educativas. En el caso de los directivos participaron todos los directivos académicos, incluida la rectora (Anexo No. 5).

La validación de estos instrumentos se realizó inicialmente con los dos profesores que participan en la investigación y posteriormente con un revisor externo, siendo esta persona un profesor de posgrado y con doctorado vinculado a una facultad de educación en una universidad local. Para el proceso se les entregó una copia de los instrumentos y una rejilla para valorar cada uno de los mismos con base en los criterios de Moriyama (1968), los cuales se describen a continuación:

Validación de instrumentos con criterios de Moriyama:

1. Comprensible: ¿se comprenden los aspectos que se evalúan, en relación con el fenómeno que se quiere medir?
2. Sensible a variaciones en el fenómeno: ¿considera que puede discriminar a individuos con diferentes grados de vulnerabilidad?

3. Si el instrumento (ítem) tiene suposiciones básicas justificables e intuitivamente razonables: ¿existe una justificación para la presencia de dicho ítem en el instrumento?
4. Componentes claramente definidos: ¿tiene el ítem una definición clara.
5. Si deriva de datos factibles de obtener: ¿se puede recoger el dato correspondiente al ítem evaluado?

Cada uno de los criterios debe calificarse como:

|                |   |
|----------------|---|
| Nada:          | 0 |
| Poco:          | 1 |
| Moderadamente: | 2 |
| Mucho:         | 3 |

Los resultados de esta validación son los siguientes:

Sheet 2

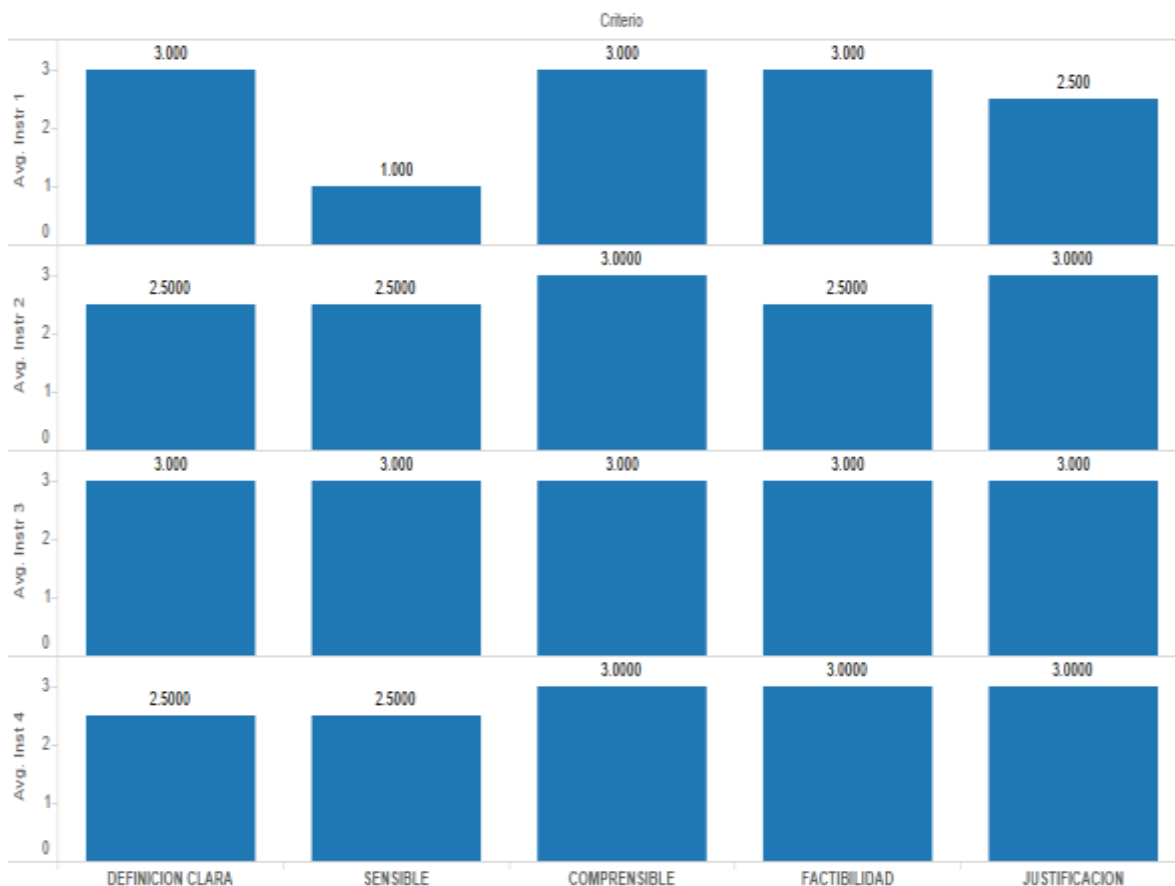


Figura 7. Resultados validación criterios de Moriyana.

De acuerdo con estos resultados, los profesores que validan los instrumentos consideran que el único criterio que POCO cumple con su alcance es el de sensibilidad a variaciones en el fenómeno en el instrumento No. 1. Esto significa que como tal, el alcance discriminante de los individuos con los aspectos que se evalúan es limitado, lo cual para esta investigación no tiene ningún impacto ni afecta la aplicabilidad del instrumento, ya que este aspecto no es relevante para el alcance de la misma, puesto que no se pretende clasificar o agrupar estudiantes ni profesores. El promedio para todos los demás criterios en cada uno de los instrumentos está por encima de 2.5/3.0 lo cual otorga un alto grado de confiabilidad en relación con las intenciones que se tienen de acuerdo con estos criterios.

Adicionalmente se realizó un análisis de consistencia interna con base en las 4 preguntas con respuesta en una escala de Likert para el instrumento de los estudiantes. Como indicador se utilizó el alfa de Cronbach ya que permite estimar la fiabilidad del instrumento, en este caso particular para las preguntas 2, 3 y 5 ya que las mismas se encuentran dentro del mismo constructo o dimensión teórica y están altamente correlacionados. La pregunta 4, no se encuentra en esta dimensión ya que tiene que ver con sentirse obligado a participar en las actividades de enseñanza para lo cual se obtuvieron respuestas contrarias en la escala a las otras tres preguntas.

Para la utilización de esta validación se tuvo en cuenta que el bajo número de preguntas, que podría restarle relevancia al alfa de Cronbach, se compensa por el número de registros empleados.

Los resultados de consistencia, es decir el alfa de Cronbach con matriz de covarianzas son los siguientes:

| COEFICIENTE ALFA DE CRONBACH          |       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|
| IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES       |       |       |       |
| VARIABLE 1 :                          | P2    | P2    |       |
| VARIABLE 2 :                          | P3    | P3    |       |
| VARIABLE 3 :                          | P5    | P5    |       |
| Matriz de covarianzas                 |       |       |       |
|                                       | P2    | P3    | P5    |
| P2                                    | 67,67 | 36,16 | 26,64 |
| P3                                    | 36,16 | 71,41 | 30,67 |
| P5                                    | 26,64 | 30,67 | 68,71 |
| Número de casos: 112                  |       |       |       |
| Número de ítems: 3                    |       |       |       |
| Coeficiente alfa de Cronbach = 0,7104 |       |       |       |

De acuerdo con esto y como criterio general, Hernandez et al. (2010) consideran que el valor de 0.7 como alfa de Cronbach es aceptable, por lo cual se puede decir que las visualizaciones generadas a partir de esto datos tienen fiabilidad en relación con lo que muestran.

### 3.3.3 Modelo metodológico para minería de datos educativos

En esta sección se describe el modelo metodológico de MDE para un aula de educación media presencial, el cual es un componente significativo de los objetivos de este trabajo de investigación. Para esto y en primera instancia, se debe considerar que existen diversas propuestas de procesos, estrategias o metodologías para realizar minería de datos (Ye, 2003; Romero & Ventura, 2010; Pérez, 2015), las cuales tienen más factores en común y complementarios que en diferencia. Esta misma diversidad hace que en este trabajo se proponga una metodología complementaria la cual toma referentes de los actuales modelos para Minería de Datos, pero incluye como elementos adicionales el contexto de aula presencial, sus dinámicas no lineales, los tipos de datos y las acciones realizadas en cada una de sus etapas.

La esquematización del modelo metodológico para minera de datos educativos se presenta en la Figura 8 con el fin de ilustrar las etapas correspondientes, una breve descripción de las acciones y la naturaleza cíclica del mismo. La descripción

detalla de la estructura y sus partes se exponen a lo largo del desarrollo conceptual en esta sección.

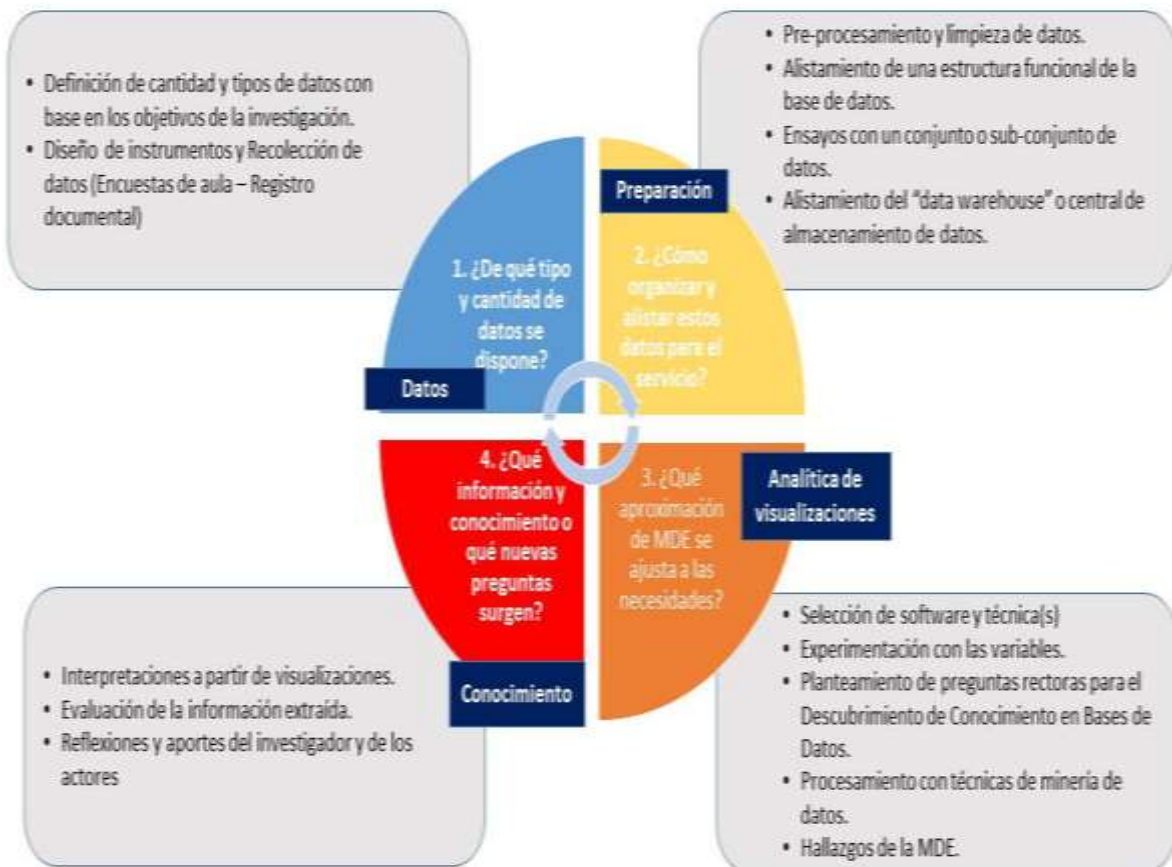


*Figura 8.* Modelo metodológico de minería de datos educativos en un aula de educación presencial. Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar y como se mencionó anteriormente, es común encontrar que los procesos de minería de datos sean de secuencia lineal; es decir, un paso precede el siguiente y hay un final. No obstante para el modelo, tal como se propone, esta linealidad pierde sentido teniendo en cuenta las siguientes razones:

- A. Asumir una linealidad implica considerar un final, lo cual no aplica en un contexto de aula presencial, ya que la información extraída y el nuevo conocimiento construido, debe llevar a nuevas preguntas que retroalimenten el proceso y generen nuevos datos con base en las necesidades de los actores. Un final es sólo el comienzo de un nuevo ciclo.

- B. Los procesos educativos son continuos y flexibles, los actores y los ambientes dinámicos y complejos; por ende, los datos para los sujetos hoy pueden ser completamente diferentes mañana.

Estas razones, unidas a la complejidad de los procesos educativos, proporcionan un espacio para proponer un modelo con una dinámica diferente. Esta estructura circular permite pensar y repensar la práctica educativa otorgando siempre la posibilidad de un nuevo comienzo, re-creación o reflexión, lo cual es un objetivo propio del modelo. Con el fin de comprender en qué consiste cada una de sus etapas, a continuación se describe su proceso de implementación en esta investigación:

1. En la etapa de **datos** se diseñan y aplican los instrumentos para recolección de éstos. Se realiza una selección de información necesaria para la base de datos general extraída de las encuestas y el registro documental. A nivel general, en esta etapa se debe pensar en qué tipo y cantidad de datos se utilizará durante el proceso, qué instrumentos son adecuados para estos datos y cómo se van a registrar en el aula presencial. Debido a la naturaleza de las aulas de educación presencial y a la falta de dispositivos electrónicos que faciliten la toma de datos, esta etapa puede requerir bastante planeación y tiempo de ejecución, ya que los datos tienden a recogerse de forma manual clase por clase. Para este caso en particular surgen de las encuestas (Instrumentos No. 1 y No. 2) y el registro documental del libro de registro de notas de los profesores (Instrumento No. 3), todo lo cual se registra en dos hojas de Excel.
2. En la etapa de **preparación**, se realiza una limpieza de datos, es decir, eliminación de datos que no corresponden como por ejemplo valores fuera de las escalas, datos incompletos, datos extraños o incompatibles con el formato (texto en lugar de números, por ejemplo), etc. Con esta información se genera una hoja de Excel para formato de base de datos, es decir, datos en común entre las diferentes instancias y una línea por cada estudiante y por cada clase. Los ensayos realizados con diferentes estructuras para la base de datos sugieren que la estructura más conveniente consiste en agrupar en una sola

hoja de cálculo todos los datos para los estudiantes provenientes de los Instrumentos No. 1 y No. 3 (Ver Anexos 2 y 4). Para el instrumento No. 2 (Ver Anexo 3) funciona mejor una hoja separada, la cual se asocia con la primera a través de *Left Join* en el software para minería de datos.

Para que esta combinación sea exitosa y no se pierdan o dupliquen datos en el proceso, la tabla de la izquierda debe contener todos los estudiantes que están participando en la investigación, de lo contrario, si hay datos en la segunda tabla sin denominadores comunes en la primera tabla, no aparecerán en el análisis. Para aquellos datos en donde se requiere una respuesta larga de los estudiantes y profesores se generan categorías, las cuales se registran en la base de datos durante esta etapa de preparación.

Este archivo será la fuente primaria que alimentará el software, por tanto, debe mantenerse actualizado y asegurado para evitar la pérdida del mismo. Se recomienda asignar un espacio específico en el computador o los servidores, lo que se denominará almacén de datos o *data warehouse*, para poder acceder a los mismos con base en la demanda. Así mismo, según fuera el caso, diferentes individuos en diferentes departamentos podrían alimentar esta base de datos.

3. Una vez se tiene una base de datos funcional se puede realizar una **minería de datos educativos**, en este caso en particular, se optó por técnicas visuales o **analítica de visualizaciones** (Ver Sección 3.3.3.1). La elección de la técnica o aproximación depende de varios aspectos entre los cuales están: (a) habilidades técnicas del investigador, (b) disponibilidad de software y (c) metas e intenciones de la minería. Como esta investigación pretende sentar las bases para desarrollar este tipo de trabajo en aulas de educación presencial, usualmente con profesores con muy poca o ninguna habilidad técnica en el campo, el proceso de minería de datos educativos se realizará a través de técnicas de visualización o analítica de visualizaciones utilizando un software comercial para inteligencia de negocios conocido como Tableau 9.2. Las razones para la elección de este software y las técnicas visuales para minería de datos en esta investigación se referencian en la siguiente sección.

En este modelo se propone realizar una experimentación con las diferentes variables para generar un conocimiento previo de los posibles hallazgos y la interacción entre las mismas, siendo esta una actividad que puede obviarse dada la experiencia que vaya desarrollándose con visualizaciones y el software como tal, pero también puede ser determinante para generar preguntas sobre los datos y la información derivada.

En este caso particular, un aspecto significativo para el proceso de MDE consiste en generar unas *preguntas rectoras* que guiarán el proceso de indagación. Es decir, la búsqueda de respuestas mediante una guía clara de qué se está buscando. En minería de datos educativos es fácil perderse en la multitud de datos y las posibilidades de combinación entre variables; por tal motivo, la indagación guiada a través de las preguntas rectoras puede hacer más efectivo este proceso. No obstante, también puede darse el caso que algunos procesos de minería de datos empiecen sin un objetivo específico para posteriormente analizar los resultados emergentes.

La Tabla 8 muestra las diferentes preguntas que se generaron y que se responden a partir de las visualizaciones elaboradas. El fundamento detrás de las preguntas está relacionado con los tres constructos de esta investigación (enseñanza, enganchamiento y evaluación) y unas posibles relaciones entre las mismas. Es probable que otros investigadores consideren otras preguntas, complementarias o adicionales, lo cual es totalmente válido, ya que las intenciones de indagación pueden ser diferentes. No obstante, con el fin de viabilizar y hacer más efectivo el proceso, el autor de esta tesis elaboró 15 preguntas, las cuales están guiadas por la intención de realizar una minería de datos educativos cuyo objetivo es encontrar las relaciones, no siempre evidentes para los actores, entre las variables de los constructos planteados. Por consiguiente, se tuvo en cuenta las variables descritas para cada constructo y qué pregunta(s) con intención pedagógica podría derivarse de la relación entre dos o más variables del mismo constructo. Las preguntas tienen una intención pedagógica la cual surge de la práctica y experiencia docente del investigador, pero a su vez su construcción corresponde a

un componente flexible de este modelo, ya que los constructos y las variables pueden cambiar dependiendo de las intenciones o el contexto del investigador que pretenda implementarlo.

Tabla 8

*Preguntas rectoras para el proceso de minería de datos con técnicas visuales*

| Preguntas rectoras                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ¿Cuáles son las actividades de enseñanza empleadas por los profesores y con qué entusiasmo participan los estudiantes en las mismas? ¿Se observa algún tipo de relación entre el tamaño del efecto de estas actividades y el entusiasmo reportado por los estudiantes?           |
| 2. ¿Qué tanto permanecen involucrados los estudiantes durante la realización de las actividades de enseñanza?                                                                                                                                                                       |
| 3. ¿Qué tanto consideran los estudiantes su participación en las actividades de enseñanza como algo que les toca y no porque quieren?                                                                                                                                               |
| 4. ¿En qué medida consideran los estudiantes que las actividades de enseñanza empleadas por sus profesores les ayuda a su aprendizaje? ¿Se observa algún tipo de relación entre el tamaño del efecto de estas actividades y el aporte al aprendizaje reportado por los estudiantes? |
| 5. ¿Qué es aquello que más les gusta a los estudiantes en cada una de las actividades de enseñanza?                                                                                                                                                                                 |
| 6. ¿Qué es aquello que menos les gusta a los estudiantes en cada una de las actividades de enseñanza?                                                                                                                                                                               |
| 7. ¿Se observan diferencias entre la percepción de los estudiantes y de los profesores en relación con el entusiasmo de participación en cada una de las actividades?                                                                                                               |
| 8. ¿Se observan diferencias entre la percepción de los estudiantes y de los profesores en relación con la permanencia involucrados en cada una de las actividades?                                                                                                                  |
| 9. ¿En qué medida los profesores imponen su autoridad para la realización de sus actividades de enseñanza?                                                                                                                                                                          |
| 10. ¿En qué medida los profesores consideran que los estudiantes se engancharon en la actividad de enseñanza?                                                                                                                                                                       |
| 11. ¿Cuáles son las principales razones que de acuerdo con los profesores hacen que los estudiantes se enganchen?                                                                                                                                                                   |
| 12. ¿Se observa algún tipo de relación entre el tiempo dedicado a la actividad de enseñanza y la permanencia de los estudiantes involucrados en la misma?                                                                                                                           |
| 13. ¿Qué tipo de preguntas o estrategias utilizan los profesores para evaluar el aprendizaje de sus estudiantes?                                                                                                                                                                    |
| 14. ¿Se observa algún tipo de relación entre el tipo de preguntas o estrategias de evaluación y las habilidades de aprendizaje?                                                                                                                                                     |
| 15. ¿Con qué tipo de pregunta(s) o estrategia de evaluación del aprendizaje los estudiantes obtienen mejores resultados?                                                                                                                                                            |

Cada una de las preguntas anteriores conduce a la creación de una visualización que permite extraer información útil a través de la dinámica del grupo focal.

4. Con las técnicas visuales de minería de datos o **analítica de visualizaciones** se obtiene información acerca de las relaciones entre las variables

establecidas para los constructos enseñanza, enganchamiento y evaluación. Las interpretaciones, contribuciones y por supuesto las reflexiones de los diferentes actores se registran en una matriz luego de un proceso de categorización o codificación. Estos aportes surgen a partir del trabajo con grupos focales (Instrumento No. 4) en donde cada uno de los actores contribuye con reflexiones derivadas de sus construcciones a partir de cada una de las visualizaciones. Estas reflexiones son las que pueden generar nuevas preguntas que podrían necesitar de nuevos datos, razón por la cual el proceso puede comenzar nuevamente de acuerdo con las necesidades, intereses o inquietudes de los actores.

Como se estableció al inicio del modelo, se trata de un proceso cíclico que está dado por las necesidades de los actores y su curiosidad frente a la comprensión de los fenómenos en el aula. Muchas veces lo que sucede en las aulas no es explícito, lo que probablemente entre muchas otras variables, puede influir en que los actores no se involucren en procesos reflexivos. Con este modelo se espera contribuir a hacer explícitos algunos de estos procesos y lograr en cada uno de los actores niveles de reflexión que les permita re-pensar, re-crear o re-orientar sus prácticas con el fin de mejorar con base en los datos y la información.

### **3.3.3.1 Técnicas visuales para minería de datos o analítica de visualizaciones**

Con el fin de realizar un proceso de minería de datos educativos accesible a los profesores sin conocimientos avanzados en programación o escritura de códigos, se presenta en esta investigación las técnicas visuales de minería de datos o analítica de visualizaciones como una alternativa para un proceso de búsqueda y descubrimiento de información en bases de datos.

Según Cook y Thomas, (2005), la analítica de visualizaciones es la ciencia del razonamiento analítico facilitado por interfaces visuales interactivas con el objetivo de obtener información derivada de datos masivos, dinámicos y a veces en conflicto, detectar lo esperado, descubrir lo inesperado, proporcionar evaluaciones comprensivas a tiempo y comunicar efectivamente la evaluación para la acción. El

alcance de la analítica de visualizaciones muestra que hace parte de dos de las metas de la minería de datos como son la *Visualización de modelos* y el *Análisis exploratorio*, cumpliéndose así con los objetivos de hacer comprensible e interpretable el conocimiento descubierto y de explotar el poder de la visión y la intuición humana (Goebel & Gruenwald, 1999).

Por tanto, las técnicas visuales para minería de datos o analítica de visualizaciones involucran un proceso cognitivo de construcción, ya que se realizan representaciones mentales de procesos no triviales de identificación de patrones válidos, novedosos, potencialmente útiles y comprensibles del mundo (Goebel & Gruenwald, 1999; Romero et al. 2011). A pesar de que Shneiderman (2001), considera que la analítica de visualizaciones es simplemente un proceso complementario a la MD; en este modelo metodológico se asume que dependiendo de los objetivos y los resultados que se obtengan a partir del análisis de las visualizaciones, se trata igualmente de construcción de conocimiento proveniente de una base de datos.

Entender la analítica de visualizaciones como un campo multidisciplinar implica según Cook y Thomas, (2005) tener los siguientes focos de interés:

- **Técnicas de razonamiento analítico** que permiten al usuario obtener información significativa para apoyar directamente la evaluación, planificación y la toma de decisiones.
- **Representaciones visuales y las técnicas de interacción** que toman ventaja del amplio espectro del ojo humano para ver y comprender grandes cantidades de información de una sola vez.
- **Transformaciones y representaciones de datos** que convierten todos los tipos de datos dinámicos y en conflicto en formas que apoyan la visualización y el análisis.
- **Producción, presentación y diseminación de resultados del análisis** a través de técnicas que apoyan la comunicación de la información en un contexto apropiado según la audiencia.

Estos alcances en la analítica de visualizaciones llevan a buscar las herramientas más convenientes para poder manejar los datos y realizar las visualizaciones adecuadas y pertinentes según la audiencia. Por tal razón, en este trabajo se realizó un proceso exploratorio que consistió en ensayos sobre un conjunto de datos simulados con softwares ampliamente referenciados en la literatura para minería de datos como son Weka, Orange y Tableau 9.2, encontrando que los dos primeros tienen algunas herramientas de visualización, hacen uso de algoritmos específicos para minería de datos y se constituyen, de acuerdo con los hallazgos, en las dos mejores aplicaciones de uso libre para tal propósito. No obstante, la evaluación de su desempeño con la base de datos simulada arrojó los siguientes resultados:

- No permiten elaborar visualizaciones multidimensionales fácilmente interpretables.
- No son intuitivos, requieren de una comprensión profunda de algoritmos.
- La estructura de la base de datos no funcionaba correctamente en estos aplicativos; por ejemplo, realizar funciones de combinación de tablas como *Left*, *Center* o *Right Joins*, necesarias para la combinación de datos entre los estudiantes y los profesores.

No obstante, los ensayos con la tercera opción (Tableau) resultaron ser mucho más amigables con el usuario permitiendo obtener resultados con diversas visualizaciones, sin la necesidad de un conocimiento técnico sobre programación y minería de datos, razón por la cual el autor de esta tesis seleccionó esta herramienta para realizar las visualizaciones. Adicionalmente, los distribuidores de Tableau ofrecen una versión de escritorio gratis con licencia de 1 año para investigadores junto con apoyo de formación a través de videos. La obtención se realiza mediante una solicitud en su página web, la cual tiene una respuesta casi inmediata. Esta selección es congruente con algunas revisiones externas hechas a esta plataforma, las cuales la ubican como una de las mejores opciones para este tipo de labores. Adicionalmente, hay una versión de escritorio de acceso libre, limitada, pero funcional para educadores, lo que facilita el acceso a la misma. La

Figura 9 muestra la posición de Tableau 9.2 en comparación con otros softwares para inteligencia y analítica de negocios (Parenteau, et al, 2016).

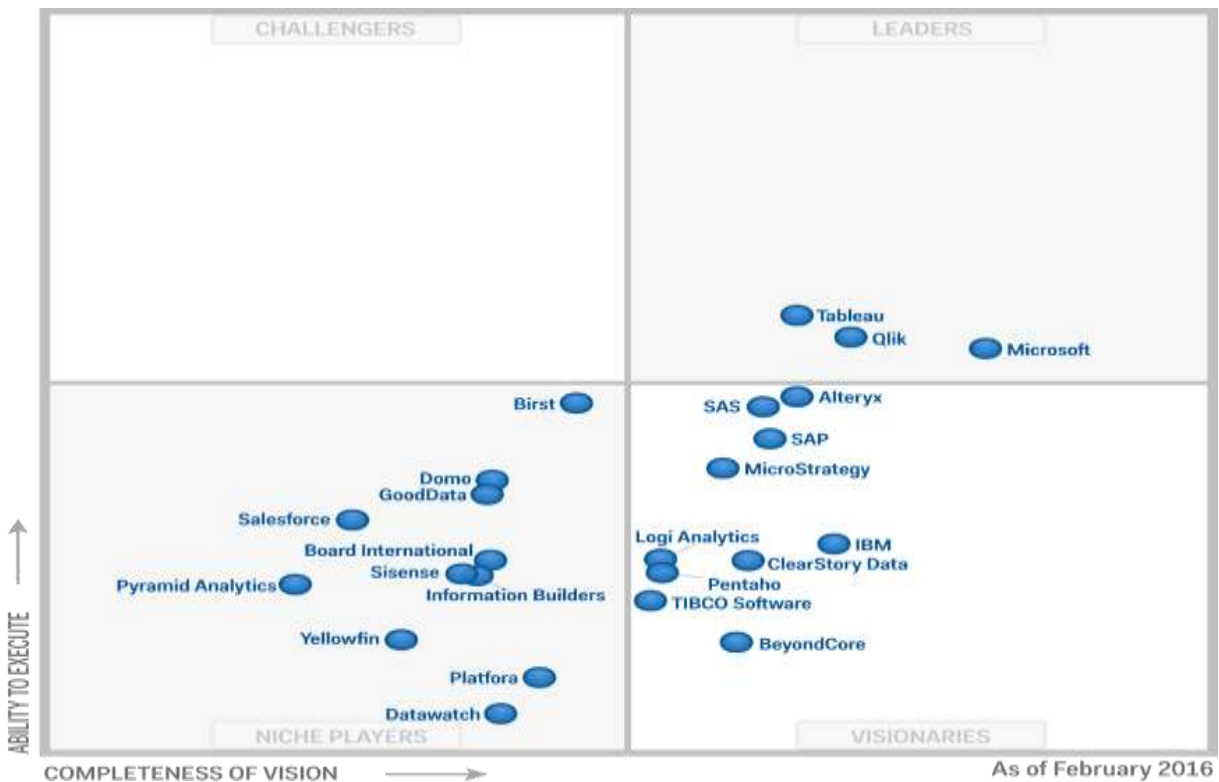


Figura 9. Cuadrantes mágicos para evaluación de softwares para inteligencia y analítica de negocios. Fuente: Magic Quadrant for Business Intelligence and Analytics Platforms.

Características adicionales que respaldan la elección de Tableau 9.2 como herramienta para minería de datos educativos, a través de analítica de visualizaciones, las proporcionan los evaluadores del producto quienes consideran que es altamente interactivo e intuitivo para el descubrimiento de información permitiéndole a los usuarios acceder, preparar y analizar los datos sin necesidad de realizar programación de códigos, tiene una gran fortaleza en el rango de conectividad a diversas fuentes de datos, proporciona visualizaciones interactivas y facilita la capacidad de exploración (Parenteau, et al, 2016). No en vano la exploración visual se ha probado como una herramienta poderosa para la minería

de datos multivariado y descubrimiento de conocimiento (Wang, Luo, Freedman & Kung, 2000).

Por consiguiente, la elección de este método para minería de datos y las correspondientes visualizaciones se articulan y contribuyen a lograr los objetivos específicos de esta investigación como son:

- Determinar la estructura, características y técnica(s) apropiadas para el modelo metodológico que permitan implementar la minería de datos educativos en un aula de clase presencial.
- Analizar las reflexiones y el sentido que los actores le dan a la implementación y resultados del modelo metodológico de minería de datos educativos desde sus propios roles y con base en los referentes conceptuales para esta investigación.

En general, una presentación típica de los resultados estadísticos de una minería de datos incluye breves tablas de resumen, reglas inducidas o árboles de decisión; mientras que las visualizaciones muestran histogramas ricos en datos, tablas de dispersión, mapas de calor, árboles, dendogramas y coordenadas paralelas, entre otros, mostrados en ventanas que apoyan la exploración del usuario por medio de una interacción dinámica a través de filtros (Shneiderman, 2001).

Bien sea que los resultados de la minería se presenten en reglas, árboles, histogramas o coordenadas paralelas, etc., se requiere del ser humano para darle sentido a los mismos y particularmente profesores para darles el sentido educativo que se requiere. Según Keim (2002), la minería de datos es efectiva cuando se integran las personas en el proceso de exploración de datos, combinando sus habilidades perceptuales, flexibilidad, creatividad y conocimiento general con la potencia actual de los computadores, particularmente cuando se sabe poco de los datos presentados y las metas de exploración son vagas.

Keim (2002) también incluye como las principales ventajas de la exploración visual sobre las técnicas automáticas de minería, el fácil tratamiento de datos altamente heterogéneos y con ruidos, es decir, datos que no necesariamente contribuyen a

los análisis o están por fuera de los rangos; el carácter intuitivo de la exploración visual que no requiere comprensión de complejos algoritmos matemáticos y estadísticos y el mayor grado de confianza en los hallazgos de la exploración.

Como disciplina, las visualizaciones pretenden ayudar al usuario a transferir datos del espacio computacional a información y conocimiento en el espacio perceptual y cognitivo (Chen, 2009). Es decir, se convierten en la interfase entre la máquina (datos y la información) y el sujeto cognoscente quien se espera propicie procesos de construcción de conocimiento a partir de la interacción y análisis de las visualizaciones. Cuando esto sucede, entran en juego las estructuras conceptuales del observador, sus intenciones o preguntas que le permitirán diseñar o adaptar la visualización con base en sus necesidades o interpretar y sacar conclusiones con base en su conocimiento previo.

El observador puede iniciar con una hipótesis que quiere comprobar a partir del manejo de variables y las visualizaciones o simplemente entrar a descubrir fenómenos a partir de la experimentación y manejo aleatorio de las mismas. Sin embargo, Shneiderman (2001) dice que forzar a un investigador a establecer una hipótesis inicial podría llevar a que intencionalmente busque únicamente la evidencia que apoya su hipótesis con la probabilidad de ignorar fenómenos interesantes que no están relacionados a sus variables dependientes.

El proceso de la analítica de visualizaciones incluye una serie de herramientas que lo diferencian de un proceso regular estadístico, como por ejemplo las que se elaboran en Excel, las cuales tienden a ser estáticas y sin mayor interacción con el usuario. Shneiderman (2001), ha encontrado que los promotores de métodos estadísticos utilizan los coeficientes de correlación lineal para determinar las relaciones entre variables, lo cual funciona adecuadamente cuando efectivamente hay una relación lineal entre las variables y los datos no presentan anomalías. No obstante, si la relación es cuadrática, exponencial, sinusoidal, etc., o hay datos inesperados (*outliers*), fallaría el algoritmo lineal, por lo cual para estos casos es más probable que una representación visual sea una mejor opción para encontrar el fenómeno y sugerir hipótesis más ricas.

Keim (2002) clasifica las técnicas visuales con base en tres criterios: (a) *el tipo de datos que se van a visualizar* por ejemplo datos uni-bi-multidimensionales o textos; (b) *la técnica de visualización* la cual puede ser imágenes estándar 2D/3D, transformaciones geométricas o coordenadas paralelas, árboles y agrupaciones y (c) *la técnica de interacción y distorsión* empleada la cual permite al usuario interactuar con la visualización a través de filtros, acercamientos o cambios en las escalas, entre otros. El proceso de visualización es fundamentalmente una búsqueda en donde un usuario explora un conjunto de datos con una serie de herramientas para obtener información o conocimiento de una serie de datos y generar así una ilustración apropiada para ayudar a otros [o así mismo] en el proceso de construcción de conocimiento (Chen, 2009).

Las relaciones entre las variables de esta investigación requieren en la mayoría de los casos manejo multivariable en coordenadas paralelas. Por ejemplo, en una misma visualización se puede determinar el grado de enganchamiento de los estudiantes teniendo en cuenta las actividades de enseñanza, desagregando esos datos por profesor. En este caso se están incluyendo por lo menos tres variables, las cuales pueden aumentar si quisiera verse en mayor detalle, por ejemplo, por cada uno de los estudiantes o profesores.

Así mismo, pueden realizarse regresiones lineales entre dos variables numéricas y conocer su modelo de tendencia lineal para obtener datos estadísticos que permitan determinar porcentajes de confianza. Todas estas posibilidades es lo que permite identificar hallazgos que contribuyen a fortalecer los usos de la minería de datos en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación, particularmente con técnicas visuales o analítica de visualizaciones.

En conclusión, la utilización de esta técnica complementa el logro del objetivo general de la investigación puesto que el modelo metodológico para minería de datos incluye la analítica de visualizaciones como medio para hacer más accesible la minería de datos a la comunidad en general. Las visualizaciones, por tanto, permiten que cualquiera persona pueda realizar un análisis científico de procesos complejos al tamizar, ilustrar y comprender conceptos y relaciones complejas

(Johnson, Levine, Smith & Stone, 2010). De esta forma se espera que la creación de representaciones visuales y la interactividad en la presentación de las mismas, contribuya a la reflexión entorno al acto pedagógico, particularmente en esta investigación, sobre las actividades de enseñanza, el enganchamiento estudiantil y la evaluación del aprendizaje, pero a nivel general en la práctica docente y educativa.

## CAPITULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta que esta investigación implica el diseño de un modelo metodológico, la presentación de resultados y su discusión seguirá la estructura del mismo (Figura 8); con lo cual se espera ilustrar en qué consistió cada una de sus partes, su razón de ser, cómo se implementó, qué se aprendió y cómo contribuyó a una visión más general en minería de datos educativos y en la consecuente reflexión sobre el acto pedagógico.



En este proceso se tendrán como ejes transversales los tres constructos: enseñanza, enganchamiento y evaluación desde las perspectivas de cada uno de los actores, realizando una conexión de las variables a través de unas premisas centrales. El desarrollo de estas premisas es lo que permitirá cumplir con la segunda parte del objetivo general el cual consiste en la contribución del modelo a

la reflexión sobre el acto pedagógico. La Tabla 10 en la sección 4.4 contiene la matriz de dimensiones de análisis descrita anteriormente.

A continuación se presentan los resultados y la discusión de la implementación del modelo metodológico para minería de datos en un aula presencial, orientada hacia las contribuciones del mismo en la reflexión sobre el acto pedagógico.

#### 4.1 Datos: ¿De qué tipo y cantidad de datos se dispone?

Como se mencionó en el marco de referencia, la gestión de datos es un aspecto fundamental en las instituciones educativas ya que permite realizar ajustes y cambios a través de la toma de decisiones informadas cuya intención es mejorar los aprendizajes y las condiciones en que estos suceden; lo que en últimas hace parte de un proceso reflexivo. En esta investigación la fuente de los datos primarios son los instrumentos No. 1, 2 y 3 (Encuestas/Cuestionario para estudiantes/profesores y Registro documental del registro de calificaciones), los cuales sirven de insumo para la elaboración de una base de datos en Excel. La Tabla 9 muestra las variables registradas en cada uno de los instrumentos y su respectiva correspondencia en Tableau:

Tabla 9

##### *Descripción de las variables*

| Instrumento | Variable                 | Género       | Tipo de variable |           | Equivalente en Tableau |
|-------------|--------------------------|--------------|------------------|-----------|------------------------|
| 1           | Fecha                    | Cuantitativo | Numérica         | Continúa  | Métrica                |
|             | Tema_Clase               | Cualitativo  | Nominal          | sin orden | Dimensión              |
|             | Nombre_Estudiente        | Cualitativo  | Nominal          | sin orden | Dimensión              |
|             | Codigo_Estudiente        | Cuantitativo | Numérica         | Discreta  | Métrica                |
|             | Asignatura               | Cualitativo  | Nominal          | sin orden | Dimensión              |
|             | Profesor                 | Cualitativo  | Nominal          | sin orden | Dimensión              |
|             | ActividadEnsenanza       | Cualitativo  | Nominal          | sin orden | Dimensión              |
|             | ActividadEnsenanzaValor  | Cuantitativo | Numérica         | Discreta  | Métrica                |
|             | ParticipacionEntusiasmo  | Cuantitativo | Numérica         | Continúa  | Métrica                |
|             | PermanenciaInvolucrado   | Cuantitativo | Numérica         | Continúa  | Métrica                |
|             | MeToca                   | Cuantitativo | Numérica         | Continúa  | Métrica                |
|             | AyudaAprendizaje         | Cuantitativo | Numérica         | Continúa  | Métrica                |
|             | MasGusto                 | Cualitativo  | Nominal          | sin orden | Dimensión              |
|             | MenosGusto               | Cualitativo  | Nominal          | sin orden | Dimensión              |
| 2           | Fecha                    | Cuantitativo | Numérica         | Continúa  | Métrica                |
|             | Tema_Clase               | Cualitativo  | Nominal          | sin orden | Dimensión              |
|             | Profesor                 | Cualitativo  | Nominal          | sin orden | Dimensión              |
|             | ActividadEnsenanza       | Cualitativo  | Nominal          | sin orden | Dimensión              |
|             | ActividadEnsenanzaValor  | Cuantitativo | Numérica         | Discreta  | Métrica                |
|             | MisEstPartici_Entusiasmo | Cuantitativo | Numérica         | Continúa  | Métrica                |

|   |                          |              |          |           |           |
|---|--------------------------|--------------|----------|-----------|-----------|
|   | MisEstPerman_Involucrado | Cuantitativo | Numérica | Contínua  | Métrica   |
|   | ImpuseAutoridad          | Cuantitativo | Numérica | Contínua  | Métrica   |
|   | ConsideraEnganche        | Cualitativo  | Nominal  | sin orden | Métrica   |
|   | RazonEnga                | Cualitativo  | Nominal  | sin orden | Dimensión |
|   | TiempoActiv              | Cuantitativo | Numérica | Contínua  | Métrica   |
|   | Fecha                    | Cuantitativo | Numérica | Contínua  | Métrica   |
|   | Tema_Clase               | Cualitativo  | Nominal  | sin orden | Dimensión |
|   | Asignatura               | Cuantitativo | Numérica | Contínua  | Métrica   |
|   | Profesor                 | Cualitativo  | Nominal  | sin orden | Dimensión |
|   | Tema Evaluación          | Cualitativo  | Nominal  | sin orden | Dimensión |
| 3 | No. Pregunta             | Cuantitativo | Numérica | Discreta  | Métrica   |
|   | Tipo de evaluación       | Cualitativo  | Nominal  | sin orden | Dimensión |
|   | Indicador de aprendizaje | Cualitativo  | Nominal  | sin orden | Dimensión |
|   | Calificación por item    | Cuantitativo | Numérica | Contínua  | Métrica   |
|   | Número de test           | Cuantitativo | Numérica | Discreta  | Métrica   |
|   | Definitiva en el test    | Cuantitativo | Numérica | Contínua  | Métrica   |

---

*Nota.* La respuesta Si o No se transforma a numérica Si = 1; No = 0. Para el caso de las variables cualitativas con opción de respuesta abierta, se generaron categorías para poder analizarlas en el software mediante conteo.

Todo lo anterior se tabuló e ingresó en Excel para formar la base de datos que posteriormente se procesa con el software para analítica de datos. Una vez en el software se realizaron los cruces correspondientes de variables para elaborar las visualizaciones.

Otro instrumento que proporcionó datos fue la entrevista o conversatorio con los grupos focales, el cual sirvió para generar el proceso de reflexión en los actores y así obtener información que permite determinar ¿en qué forma el conocimiento derivado de las visualizaciones contribuye a su conocimiento, labor pedagógica y/o administrativa y qué otras preguntas le surgen a partir de la misma o su conjunto? Estas respuestas se pueden observar en el Anexo 6, las cuales se utilizan para el darle sentido a las visualizaciones desde los actores. Se citarán textualmente los aportes de los actores, razón por la cual no se elaboran categorías para los hallazgos.

Es importante tener en cuenta que dentro de este modelo metodológico, el tipo y la cantidad de datos están dados por las intenciones del investigador. Es decir, que dependiendo de lo que quiera buscar o encontrar, deberá definir cuáles son las variables con las que debe trabajar y los respectivos datos para las mismas. Para este proceso de implementación los tipos de datos se referencian en la Tabla 9, los cuales están ligados directamente a los constructos, variables e instrumentos propios de la investigación, cuya cantidad estuvo limitada por el tiempo de recopilación. En un proceso de minería de datos educativos, la cantidad de datos juega un papel importante ya que su misma naturaleza implica el uso de grandes cantidades con el fin de encontrar patrones, con lo cual según Pregibon (1996), se puede extraer información y refinar datos brutos para obtener alta calidad de información necesaria en la toma de decisiones.

Lo anterior significa que para este modelo no es conveniente limitar la recopilación a unos pocos datos ya que, como se estableció en el marco de referencia, sería limitar la esencia de lo que se considera minería de datos educativos, puesto que su objetivo primario es utilizar grandes conjuntos de datos para mejorar la comprensión de los procesos educativos (Romero et al. 2011). En esta investigación al cruzar todas las filas y columnas de la base de datos, se tiene un poco más de 13.000 entradas. Sin embargo, con la cantidad también es importante una función clara de los mismos, ya que deberán ser parte importante de los procesos continuos de análisis, introspección, nuevos aprendizajes y cambios en las prácticas tanto en las instituciones como en los sistemas educativos (Earl, 2005).

En este modelo metodológico la elección del tipo y cantidad de datos a recopilar no es una tarea trivial y se constituye en sí misma en un proceso reflexivo, cuyo resultado, son los ladrillos con los que se construirán conocimientos a partir de la información derivada de los mismos. Los diferentes tipos de datos es lo que Bernhardt (1998), identifica como múltiples medidas, cuyo respectivo análisis en conjunto contribuye a la comprensión del impacto de la institución en el logro académico de los estudiantes al conocer sobre aquello que debe mejorarse. Por

tanto, al considerar este modelo con capacidad de extrapolación a otros contextos, los tipos de datos y su cantidad estarán dados por las intenciones de las nuevas investigaciones y la firme convicción de la necesidad de un sistema de gestión de datos, tal como se plantea en el marco de referencia.

A continuación se presenta cómo se prepararon los datos, lo cual se constituye como la segunda fase del modelo.

## **4.2 Preparación: ¿Cómo organizar y alistar estos datos para el servicio?**

El procesamiento de datos en bruto puede llevar a encontrar patrones o información irrelevante, alejada de la realidad o completamente errónea. La base de datos es la materia prima con la que se produce información que contribuye a la construcción del conocimiento, por consiguiente, debe ser funcional y fiel, pero orientada a las intenciones del investigador. Para la preparación de datos se adoptaron algunas sugerencias para el pre-procesamiento planteadas por Romero et al. (2011), que incluyen la limpieza, la transformación y la integración de datos, las cuales se discuten a continuación.

### **4.2.1 Limpieza de datos**

En primer lugar se realizó una limpieza de datos la cual consistió en remover las entradas de algunos estudiantes que no participaron en algunas actividades por su inasistencia al colegio en el día presupuestado o porque registraron clases que no sucedieron. Con esta limpieza se evita tener valores nulos que podrían reflejarse en las visualizaciones o datos adicionales que no reflejan la realidad. Este proceso se dio luego de familiarizarse con la estructura de la base de datos, lo cual permitió realizar aclaraciones con los profesores en relación con lo que ellos establecían como actividades de enseñanza y lo que los estudiantes registraban en las encuestas. Si se encontraban discrepancias se recurría a realizar las respectivas aclaraciones con el profesor para tomar la decisión sobre remover o preservar el dato, así mismo como completar aquellos datos faltantes que podrían

ser fácilmente incluidos tras la consulta con los profesores. La preparación o limpieza es un componente importante para el análisis de datos, ya que se asegura contar con datos relevantes y precisos, excluyendo datos innecesarios pero teniendo la precaución de no empobrecer la base o introducir sesgos (Romero et al. 2011).

#### **4.2.2 Transformación de datos**

En este caso se realizó una transformación de datos nominales, a categorías pre-establecidas y a datos numéricos. Particularmente se realizaron las siguientes transformaciones:

- Para las actividades de enseñanza (nominal) se encontró un equivalente en las influencias en el logro (nominal) descritas por Hattie (2012) y sus tamaños del efecto (discreta), según se especifican en los marcos de referencia.
- Para las respuestas a las preguntas abiertas de los estudiantes y profesores (nominal) se generaron categorías (nominal/dimensión) que posteriormente podían cuantificarse en el software de analítica de datos a través de conteos.
- Se realizó una equivalencia de los estándares evaluados por los profesores (nominal) con las dimensiones de procesos cognitivos (nominal), según propone Krathwohl, (2002) y se describió en los marcos de referencia.

Las transformaciones realizadas se constituyen en procedimientos completamente válidos que facilitan la creación y análisis de visualizaciones permitiendo expandir la información inicial de los datos para llegar a estadios más detallados de reflexión. Evidencia de esto lo constituye identificar los tamaños del efecto de las actividades de enseñanza con el grado de enganchamiento de los estudiantes a las mismas, la cual no surge directamente de los datos primarios, pero si luego de la transformación correspondiente.

### 4.2.3 Integración de datos

La integración de datos se constituye en una posibilidad que permite realizar análisis más extensos y significativos de los datos educativos (Romero et al. 2011). En esta investigación se realizó la integración de la información proveniente de los instrumentos 1, 2 y 3, para lo cual se llevaron a cabo una serie de pruebas con la estructura de la base de datos a través de ensayo y error y se estableció que la estructura más conveniente era unir los datos de los instrumentos 1 y 3 en una sola hoja para posteriormente combinarla con los datos del instrumento 2. La base resultante de los datos de los instrumentos 1 y 3 terminó consistiendo en una hoja de Excel de 30 columnas por 472 filas, mientras que para el instrumento 2 fue sólo de 18 columnas y 14 filas. Esta diferencia se debe a la cantidad de estudiantes y datos registrados para cada uno de ellos, lo cual se puede ver en los anexos correspondientes a los instrumentos.

Una vez se estableció la estructura funcional, es decir, una que no resultara en duplicados o arrojava visualizaciones erróneas, las dos hojas de Excel se unieron a partir de un *left join* en Tableau usando como punto de unión los códigos y los nombres de los profesores para conformar una sola base de datos al interior del Software. Un *left join* consiste en tomar todos los datos de la tabla con menor cantidad de datos (Instrumento 2) y adjuntarlos a la tabla con mayor cantidad (Instrumentos 1 y 3), en esta forma se unían los datos cuyo origen era en los estudiantes con aquellos cuyo origen era los profesores.

Con la base de datos organizada y funcional, ya se tienen los principios para realizar el trabajo con el software para analítica de datos, lo cual se presenta en la siguiente etapa del modelo.

### 4.3. Analítica de Visualizaciones: ¿Qué aproximación de MDE se ajusta a las necesidades?

Como se presentó en la sección 3.3.3.1 se optó por técnicas visuales para realizar la minería de datos educativos. Es decir, se hace uso de la capacidad visual del

ser humano para encontrar patrones, tendencias o novedades en los datos educativos los cuales, gracias a una herramienta tecnológica, se hicieron más accesibles a través de visualizaciones. La elección de la(s) técnica(s) depende de las intenciones del investigador y de su conocimiento técnico para el manejo de bases de datos, escritura de códigos y programación algorítmica. Por esta razón y teniendo en cuenta el hecho de que este proceso debe hacerse más accesible a la comunidad general de educadores, se optó por la analítica de visualizaciones la cual supera el mecanicismo técnico de otras aproximaciones a la minería de datos, sin el ánimo de afirmar que las otras técnicas son menos convenientes o efectivas. Nuevamente, se reitera el hecho de que depende de las intenciones y conocimiento técnico del investigador.

El proceso de elaboración de visualizaciones se realizó a partir de unas preguntas rectoras planteadas por el investigador, las cuales se diseñaron con el fin de encontrar las posibles relaciones entre las variables para los constructos correspondientes.

Entender este modelo para minería de datos educativos como una propuesta, implica que las preguntas rectoras pueden variar dependiendo de las intenciones del investigador y las relaciones que pretenda encontrar. Por consiguiente, el cruce de variables y los tipos de visualizaciones obtenidas dependerán del mismo proceso de experimentación con las mismas y las intenciones de búsqueda, las cuales en esta investigación, se delimitaron a unas variables derivadas de los constructos enseñanza, enganchamiento y evaluación.

Dentro de este modelo, el investigador encontró que la experimentación en sí misma puede ser una guía para generar preguntas o encontrar información que no se había presupuestado con antelación, lo cual corresponde a hacer minería de datos pero sin un objetivo previamente establecido, solamente experimentar con el fin de descubrir conocimiento o patrones emergentes en los datos. A partir del cruce de variables en el software seleccionado resultaron 17 visualizaciones ligadas a las preguntas rectoras.

Este proceso de generación de visualizaciones es lo que en esta investigación se constituye como el proceso de minería de datos con técnicas visuales o analítica de visualizaciones. Es decir que con estos productos se hará uso de la capacidad de la visión y la intuición humana para descubrir conocimiento en el espacio perceptual y cognitivo facilitando así la capacidad de exploración (Goebel & Gruenwald, 1999; Cook & Thomas, 2005; Chen, 2009; Parenteau et al. 2016). Nuevamente, a pesar de que se habla de descubrir conocimiento, es necesario aclarar que este concepto, epistemológicamente, tiene una connotación especial en el campo de las bases de datos tal como se mencionó en la sección 2.1.

En el modelo las fases 2 y 3 (*Preparación y Analítica de visualizaciones*) contribuyen a cumplir con el objetivo de determinar la estructura, características y técnica(s) apropiadas para el modelo metodológico de minería de datos educativos y su implementación en un aula de educación presencial. Los resultados indican que es posible recoger suficientes datos en un aula regular a través de un proceso sistemático de recolección de baja tecnología, como lo son las encuestas de lápiz y papel y realizar un proceso de minería de datos con el fin de promover la reflexión alrededor de la práctica pedagógica y educativa. Por tanto, las técnicas visuales de minería de datos o analítica de visualizaciones, a través del software seleccionado, se constituyen en un mecanismo apropiado para su implementación en aulas de educación presencial, sin que el investigador, los profesores o los estudiantes requieran de conocimientos técnicos en el área. Esta técnica y el uso de un software más intuitivo puede constituirse como los albores para superar uno de los desafíos que plantearon Romero y Ventura (2007) en su revisión del estado de la cuestión, como era el de tener herramientas de minería de fácil uso para educadores de aula presencial y no sólo para expertos en programación y algoritmos.

Lo anterior significa que como complemento a los hallazgos de lo que deja el estudio del estado de la cuestión en minería de datos educativos, los resultados indican que se está haciendo una contribución al campo de conocimiento al realizar un proceso de minería de datos en un aula presencial, en un país

latinoamericano, con una técnica y software más accesibles a la comunidad en general cuyas fortalezas, tal como lo establecen Keim (2002) y Romero et al. (2011), estarían dadas al integrar a las personas en el proceso de exploración de datos y combinar sus habilidades perceptuales, flexibilidad, creatividad y conocimiento general, con la potencia actual de los computadores y la evolución en la interfase usuario/software para analítica de datos.

Para que este modelo metodológico sea más efectivo, deberá realizarse en forma tal que los profesores tengan acceso casi inmediato a la información, ya que como lo dicen Bienkowski, Feng y Means (2012) el acceso casi inmediato y con representaciones visuales detalladas y fáciles de comprender, permite a los profesores tomar decisiones informadas acerca de sus prácticas de enseñanza y contribuye al proceso de reflexión. En esta investigación este proceso se realizó al comienzo de actividades del segundo semestre del año escolar durante tres semanas y las visualizaciones se compartieron con dos semanas de diferencia, pero teniendo en cuenta que las reflexiones resultantes del proceso pudieran tener un impacto en lo restante del año académico y en la planeación para el siguiente. Esta fue una de las principales razones por las cuales la dirección de la institución escogió a los profesores participantes en la investigación, por su continuidad en la misma.

El conjunto completo de visualizaciones se puede observar en el Anexo 5, el cual contiene adicionalmente las preguntas empleadas en los grupos focales. No obstante, a continuación se ilustran algunas de ellas como referencia, desagregadas por profesor. Se utilizan diferentes tipos de visualizaciones para las diferentes preguntas generadoras con el fin de no cansar el ojo humano o entrar en aburrimiento por ver las mismas visualizaciones 17 veces pero con diferentes datos. En últimas esta variación en las visualizaciones, es a lo que se refiere Romero et al. (2011), con manejar adecuadamente los elementos para la generación de una buena interfase visualización-usuario.

### Tamaño del efecto vs entusiasmo

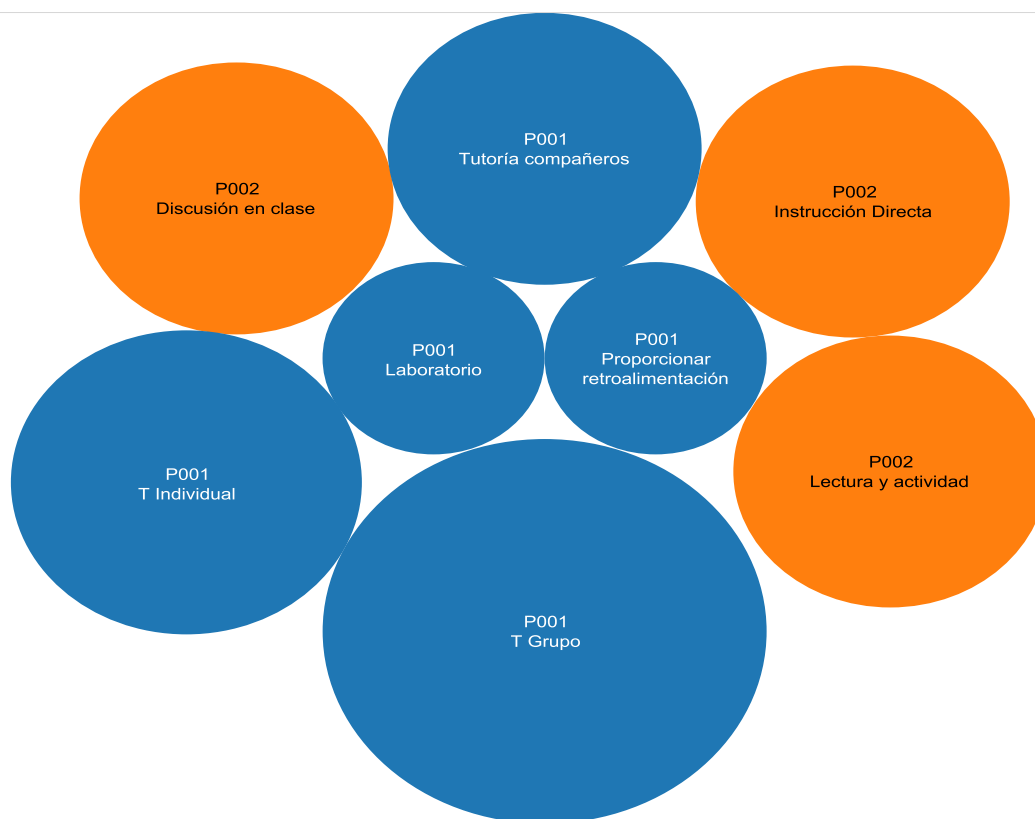
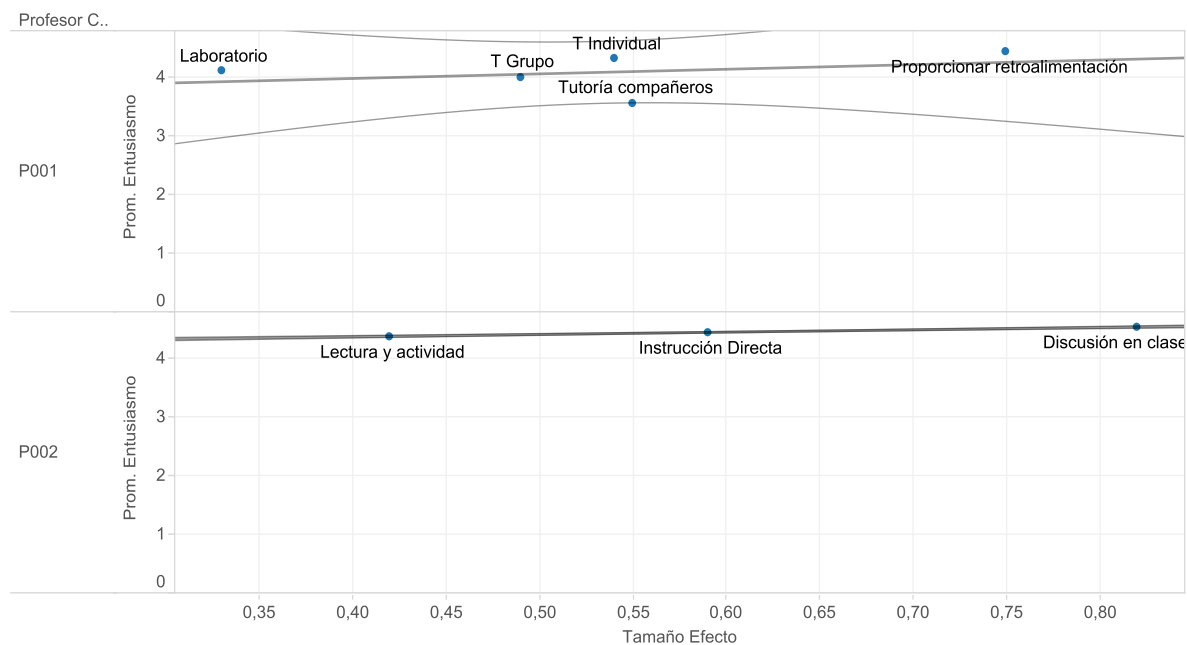


Figura 10. Ilustración de algunas visualizaciones

Durante el proceso de socialización de las visualizaciones los actores realizaron los aportes correspondientes durante los grupos focales, los cuales contribuyen a la reflexión sobre el acto pedagógico, tal como se discutirá en la siguiente etapa del modelo.

#### **4.4 Conocimiento: ¿Qué información y conocimiento o qué nuevas preguntas surgen?**

Los datos educativos, la información derivada de ellos y el conocimiento construido luego del razonamiento analítico, deberán contribuir en últimas a mejorar la educación en sus múltiples facetas. Por tanto los datos deben utilizarse para la mejora continua de estudiantes, colegios y distritos y no sólo para cumplir y rendir cuentas (Mandinach, Gummer, & Muller, 2011), siendo es último según Murray (2013), su objetivo actual. Lo anterior no es una tarea simple puesto que implica una disposición mental, principalmente en los profesores y directivos docentes, que los aleje de ver los datos como mecanismos de control y los vean más como elementos que contribuyen a mejorar el aprendizaje de los estudiantes (Bienkowski et al. 2012).

Los referentes conceptuales de esta investigación asumen los datos, la información y conocimiento como instrumentos para la reflexión sobre el acto pedagógico y no como instrumentos de control o rendimiento de cuentas. Por tanto, para centrar el enfoque y estar en línea con el objetivo general de la investigación, particularmente con la contribución a un proceso reflexivo, se delimitan las dimensiones de análisis y el alcance de las mismas a través de unas premisas que engloban los constructos, las variables y los actores.

En la etapa anterior del modelo metodológico (4.3) se obtienen unos resultados producto de la analítica de visualizaciones; ya en esta etapa (4.4) se establecen las posibles contribuciones de cada uno de los actores con base en su implementación. Las premisas integradoras que se presentan en la Tabla 10 para los constructos, variables y actores en el acto pedagógico surgen de un proceso reflexivo del investigador, teniendo como horizonte el alcance y las contribuciones

potenciales de este proceso de minería de datos en la práctica del día a día de los actores involucrados. Así mismo, los resultados de los grupos focales permiten darle sentido a los datos y visualizaciones, lo que corresponde a un componente altamente subjetivo del proceso de reflexión y construcción de conocimiento.

Tabla 10

*Matriz para dimensiones de análisis*

| Actor                  | Constructos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |            |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------|
|                        | Enseñanza                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Enganchamiento | Evaluación |
| <b>Profesores</b>      | La analítica de visualizaciones es una técnica para minería de datos educativos, accesible a la comunidad educativa general, que puede constituirse como estrategia para la promoción de la reflexión docente entorno al acto pedagógico.                                                                                                                                                                      |                |            |
| <b>Administrativos</b> | La analítica de visualizaciones es una técnica para minería de datos educativos, accesible a la comunidad educativa general, que puede constituirse como una herramienta de gestión que permite conocer acerca de lo que sucede en las aulas, tomar decisiones informadas y generar planes de acción institucional.                                                                                            |                |            |
| <b>Estudiantes</b>     | La analítica de visualizaciones es una técnica para minería de datos educativos, accesible a la comunidad educativa general, la cual desde la perspectiva del estudiante, se constituye en un mecanismo de empoderamiento en el aula que permite conocer acerca de las prácticas pedagógicas de los profesores con el fin de proporcionar retroalimentación que favorezca al mejoramiento del acto pedagógico. |                |            |

#### 4.4.1 Desde los profesores

Los constructos para la reflexión en esta investigación (enseñanza, enganchamiento y evaluación) se pueden incluir dentro de dos de los niveles de análisis de la práctica educativa planteados por García-Cabrero y Navarro (2001), como son las estrategias pedagógicas y discursivas empleadas en la enseñanza (nivel meso) y la valoración de los aprendizajes logrados por los alumnos (nivel micro). Por tanto, saber que estos constructos hacen parte de los niveles de análisis de la práctica educativa proporciona ciertos grados de confianza, ya que

corresponden en sí mismos a referentes para un proceso de reflexión del acto pedagógico desde sus roles característicos.

Es precisamente en este punto de la discusión que el marco epistemológico para la minería de datos educativos se hace más evidente, ya que los aportes de los actores desde sus estructuras conceptuales, metodológicas, actitudinales y axiológicas (Gallego-Badillo & Pérez, 2009), su capacidad interpretativa y los distintos referentes con los que cuentan (creencias, prácticas, vivencias, etc.), le dan sentido a los datos con el fin de transformarlos en información y conocimiento que lleven a un re-pensar y re-orientar la práctica pedagógica. Bien lo dijo Heppen et al. (2010), que es más probable que los profesores que invierten más tiempo en la revisión de datos realicen ajustes a sus estrategias de enseñanza y decisiones académicas en sus aulas; lo cual en últimas, sería revisar críticamente el trabajo docente con el fin de explicar las acciones y reorientar las prácticas (Castellanos & Yaya, 2013).

A pesar de que el alcance de esta investigación no está en determinar el impacto de las reflexiones, ni el nivel o grado de las mismas en los actores, se esperaría que la información y construcción de conocimiento a través de la analítica de visualizaciones genere en los actores desequilibrios que los lleve a un nuevo estado de sus roles en el acto pedagógico. No obstante ¿cómo saber si la implementación del modelo metodológico para minería de datos educativos contribuye a la reflexión sobre el acto pedagógico?

Teniendo la posibilidad de responder esta pregunta desde múltiples perspectivas, para esta investigación se tendrá en cuenta el trabajo de Hall y Simeral (2015), para quienes la reflexión, además de ser un proceso complejo, involucra los siguientes comportamientos reflexivos:

- Estar consciente de los entornos educativos (estudiantes, contenido, pedagogía).
- Planear deliberadamente y realizar acciones intencionalmente.
- Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.

- Ajustar el curso de las acciones basados en la retroalimentación que se recibe de las anteriores evaluaciones.
- Engancharse en un ciclo de reflexión continuo.

Por tanto, para validar la premisa que la analítica de visualizaciones es una técnica para minería de datos educativos, accesible a la comunidad educativa general, que puede constituirse como estrategia para la promoción de la reflexión docente entorno al acto pedagógico, es necesario tener en cuenta los aportes de los diversos actores con el fin de determinar qué comportamientos reflexivos se hicieron evidentes en los mismos.

Para la anterior validación, el trabajo con los grupos focales fue fundamental ya que los actores observaban las diferentes visualizaciones con unas preguntas en mente para suscitar la reflexión. La primera pregunta fue ¿en qué forma el conocimiento derivado de estas visualizaciones contribuye a su conocimiento, labor pedagógica y/o administrativa? Y, la segunda, ¿qué otras preguntas le surgen a partir de la visualización o el conjunto de las mismas?

Las contribuciones registradas para los diferentes actores corresponden a preguntas o afirmaciones dadas por ellos mismos durante su participación en el grupo focal y fueron tomadas literalmente de los documentos que producidos. Se omitieron algunas contribuciones por considerarse que estaban repetidas o expresaban lo mismo en diferentes términos.

En la Tabla 11 se muestra una recopilación literal de contribuciones relevantes (afirmaciones o preguntas) expresadas por los profesores en el grupo focal durante la analítica de visualizaciones (Ver Anexo 6). En estos aportes se aprecian niveles de reflexión importantes respecto al acto pedagógico y la práctica docente desde los comportamientos reflexivos descritos por Hall y Simeral (2015).

Tabla 11

*Comportamientos reflexivos derivados de las contribuciones de los profesores en el grupo focal*

| Contribuciones                                                                                                                                                                                       | Constructos involucrados    | Comportamiento reflexivo                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Se deben replantear actividades con base en el enganchamiento hacia las mismas según lo manifestado por los estudiantes.                                                                             | Enseñanza<br>Enganchamiento | Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.                                                                                                                   |
| ¿Cómo mejorar algunas actividades en las cuales los estudiantes no manifiestan enganchamiento pero que tienen un tamaño del efecto importante?                                                       | Enseñanza<br>Enganchamiento | Ajustar el curso de las acciones basados en la retroalimentación que se recibe de las anteriores evaluaciones                                                          |
| ¿Cómo el orden de las actividades incide en la eficiencia y estar involucrado en esta?                                                                                                               | Enseñanza<br>Enganchamiento | Planear deliberadamente y realizar acciones intencionalmente                                                                                                           |
| El trabajo en grupo (interacción de saberes) y la lectura ayudan a una construcción más clara del conocimiento.                                                                                      | Enseñanza<br>Enganchamiento | Planear deliberadamente y realizar acciones intencionalmente                                                                                                           |
| ¿Cómo el tipo de población afecta el trabajo en grupo en relación con el entusiasmo?                                                                                                                 | Enseñanza<br>Enganchamiento | Estar consciente de los entornos educativos (estudiantes, contenido, pedagogía).                                                                                       |
| Hay incongruencias entre el manejo de la clase y la disposición de los estudiantes.                                                                                                                  | Enseñanza<br>Enganchamiento | Estar consciente de los entornos educativos (estudiantes, contenido, pedagogía).                                                                                       |
| ¿Cuál es la estrategia del profesor P002 para que sin importar el tipo de actividad se mantenga alto [el entusiasmo]?                                                                                | Enseñanza<br>Enganchamiento | Ajustar el curso de las acciones basados en la retroalimentación que se recibe de las anteriores evaluaciones.<br>Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones. |
| La percepción del docente en relación con el involucramiento de los estudiantes en la actividad no siempre concuerda con lo manifestado por los estudiantes.                                         | Enseñanza<br>Enganchamiento | Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.                                                                                                                   |
| Me parece correcto el tiempo y el nivel de permanencia que se muestra en la gráfica. Sería muy peligroso el dedicar mucho tiempo en la instrucción directa o cátedra.                                | Enseñanza<br>Enganchamiento | Estar consciente de los entornos educativos (estudiantes, contenido, pedagogía).                                                                                       |
| Los recursos para la evaluación son limitados puesto que hay más formas de evaluación.                                                                                                               | Evaluación                  | Ajustar el curso de las acciones basados en la retroalimentación que se recibe de las anteriores evaluaciones                                                          |
| La visión institucional de preparar a los estudiantes no para aplicar el conocimiento a su vida, sino para responder a una prueba de estado está limitando el abanico de posibilidades de evaluación | Evaluación                  | Engancharse en un ciclo de reflexión continuo.                                                                                                                         |
| Los estudiantes consideran que para actividades de lectura no tienen tanto                                                                                                                           | Enseñanza<br>Enganchamiento | Engancharse en un ciclo de reflexión continuo.                                                                                                                         |

entusiasmo, pero reconocen que les ayuda a su aprendizaje.

|                                                                                                       |                             |                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hay actividades que más les gusta a los estudiantes dependiendo del profesor.                         | Enseñanza<br>Enganchamiento | Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.                                                                                                                           |
| Cuando hay trabajo individual a los estudiantes les molesta el ruido.                                 | Enseñanza<br>Enganchamiento | Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.                                                                                                                           |
| Cuando el profesor forma los grupos de trabajo, los estudiantes lo consideran como imponer autoridad. | Enseñanza<br>Enganchamiento | Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.                                                                                                                           |
| Las evaluaciones carecen de la habilidad “crear” que está en la máxima escala.                        | Evaluación                  | Planear deliberadamente y realizar acciones intencionalmente.<br>Ajustar el curso de las acciones basados en la retroalimentación que se recibe de las anteriores evaluaciones |

El análisis de la información anterior indica que la analítica de visualizaciones genera en los profesores una serie de ideas o preguntas consideradas como reflexiones entorno al acto pedagógico, puesto que tienen que ver con los constructos, sus variables y ciertos comportamientos reflexivos. Complementario a estas contribuciones, los profesores en el grupo focal elaboraron unas conclusiones, la cuales se constituyen en sí mismas en reflexiones finales del proceso, las cuales se referencian en la Tabla 12.

Tabla 12

*Reflexiones finales profesores grupo focal*

| Profesor      | Conclusiones/Reflexiones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Profesor P001 | <p>“La descripción de los análisis en las variables mencionadas puede servir en la labor docente para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elegir el tipo de actividades a desarrollar con un grupo específico.</li> <li>• Realizar un seguimiento continuo al efecto de las actividades en el proceso educativo.</li> <li>• Determinar las formas ideales de evaluación.</li> <li>• Especificar las temáticas que más se les dificultan a los estudiantes y las razones anexas”.</li> </ul> |
| Profesor P002 | <p>“Considero que hacer un análisis de la metodología que se usa dentro del aula de clases en enriquecedor, desafiante y propicio para hacer de la educación un lugar de innovación constante. Se confrontan las percepciones de educandos y educadores”.</p>                                                                                                                                                                                                                                         |
| Profesor P003 | <p>“Me parece un proyecto interesante puesto que me cuestionó en mi desempeño y en mi proceso de enseñanza-aprendizaje”.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Profesor P004 | “Brinda una retroalimentación y amplio resultado informativo de los ítems a favor y en contra del desarrollo docente. De igual manera permite evidenciar en qué aspectos se debe reforzar el proceso educativo para obtener resultados óptimos en los estudiantes e instituciones educativas”.                                                                                                                                                              |
| Profesor P005 | “Permite hacer inferencia sobre los procesos de enseñanza que tenemos con nuestros estudiantes. Uno se da cuenta de las herramientas que tiene al llegar al aula, así como los tipos de práctica que tiene ya sea tradicional o constructivista. Con estudios como estos es posible hacer evaluación de los procesos que se llevan en las escuelas y pueden permitir a los docentes estar muy conscientes de su práctica e incidencia con los estudiantes”. |

---

En estas conclusiones se evidencia que procesos como recopilar información disponible en el aula y hacerla evidente mediante las visualizaciones propicia la reflexión en la medida en que los profesores comienzan a cuestionarse sobre lo que hacen y el impacto que tiene en sus estudiantes. Siguiendo los comportamientos descritos por Hall y Simeral (2015), se estaría hablando de docentes conscientes de su entorno educativo que tienen la intención de ajustar el curso de sus acciones con base en la retroalimentación recibida. Es decir, que los profesores están pensando en aquello que hacen, el impacto que tiene en sus estudiantes y cómo la retroalimentación puede ayudarles a mejorar su práctica como tal. El acto pedagógico se torna, por tanto, en un sistema dinámico de mejoramiento continuo, lo que en cierta medida valida el modelo metodológico, al otorgarle una naturaleza cíclica en donde la interpretación, las nuevas reflexiones, el nuevo conocimiento e información o las nuevas preguntas llevan a la búsqueda de otros datos y, por consiguiente, otro ciclo de implementación.

Podría decirse que el proceso reflexivo es un resultado de la interpretación dada por los actores, ya que en este razonamiento crítico se vincula el enfoque cuantitativo (datos y procesamiento de la información) con el enfoque cualitativo (la construcción de sentido que los actores le dan a los mismos). Este puente entre enfoques es lo que en el marco epistemológico se establece como los mecanismos causales que permiten explicar por qué existe cierta relación entre las variables (Chih, 1998).

Ejemplo de estas relaciones puede verse cuando los profesores tienden a decidir sobre qué actividades de enseñanza serían las más adecuadas con base en el enganchamiento de sus estudiantes y el tamaño del efecto de las mismas con el fin de mejorar su práctica pedagógica. Por tanto, no se trata solamente de tomar una decisión basada en datos, sino de pensar en por qué esta decisión es la más conveniente con base en las relaciones entre las variables, los referentes conceptuales de quién toma la decisión y ciertamente sus intenciones; es decir, la subjetividad toma un papel importante en el sentido y uso que se le da a esta información.

La analítica de visualizaciones, como estrategia que contribuye a la reflexión entorno al acto pedagógico, permite evaluar el impacto de las decisiones y las acciones al exponer patrones, tendencias y excepciones en el conjunto de datos del sistema complejo aula de clase, lo cual según Bienkowski, Feng y Means (2012) es lo que corresponde al análisis visual de datos. Por tanto, esta estrategia promueve la reflexión docente e inmersión en un ciclo de reflexión continuo, siendo esto último, según Hall y Simeral (2015), un comportamiento fundamental del acto reflexivo.

Como ya se ha mencionado, el alcance de esta tesis no está en determinar el impacto de las reflexiones, ni el grado o nivel de reflexión de los actores; no obstante, puede afirmarse en primera instancia que este tipo de discusiones, con evidencia proveniente de la misma práctica, genera cuestionamientos en los docentes que se espera produzcan eventualmente cambios en su práctica pedagógica. Por ejemplo, de acuerdo con un comentario del Profesor P001, su proceso reflexivo lo llevará en un futuro a considerar qué tipo de actividades son más convenientes a desarrollar con el grupo, ya que como se muestra en las visualizaciones de las preguntas rectoras 1 y 2, existen algunas actividades con las cuales los estudiantes manifiestan un mayor grado de enganchamiento que otras. Así mismo, hay algunas actividades que tienen un mayor tamaño del efecto y que merecen también ser consideradas. Esto también se relaciona con lo que dice el Profesor P002 de confrontar las percepciones de los educandos y los

educadores, ya que como se aprecia en la visualización de la pregunta rectora 7, la percepción de enganchamiento de los estudiantes no necesariamente concuerda con la percepción de los profesores.

A nivel general puede decirse que las conclusiones expresadas por cada uno de los profesores contienen elementos de reflexión entorno al acto pedagógico y la práctica docente que pueden vincularse a uno o varios de los comportamientos del proceso reflexivo descritos por Hall y Simeral (2015). Estas reflexiones en algunos casos trascienden los constructos enseñanza, enganchamiento y evaluación, lo cual es significativo, ya que se espera que el modelo vaya más allá de las limitaciones de los constructos de esta investigación y pueda adaptarse de acuerdo con las intenciones de los investigadores y las dinámicas que se generen.

El modelo metodológico para MDE en un aula de educación media presencial cobra sentido en la medida que su implementación y resultados contribuyen a la reflexión sobre el acto pedagógico. En este punto adquiere mayor relevancia el hecho de que cuando un profesor no opera crítica y reflexivamente, se está arriesgando a basar su práctica en prejuicios o pensamientos mal informados o anticuados; pero si lo hace, su práctica mejorará siempre y cuando emplee habilidades como la observación y el razonamiento dentro de un marco de responsabilidad con sus estudiantes y con una mente abierta a nuevas formas de operar con pasión por su trabajo (Dewey, 1933). Lo interesante es que para la época en que Dewey escribió lo anterior, ni se pensaba en la revolución de la informática, el big data o las visualizaciones; no obstante al hablar de observación y razonamiento, que mejor forma de trasladarlo a la actualidad con lo que sería la analítica de visualizaciones y las reflexiones derivadas del trabajo con las mismas.

De los clásicos a la actualidad, la reflexión del quehacer docente, con todo lo que esto implica, debe ser un proceso continuo cuyo objetivo es mejorar los aprendizajes de los estudiantes y los procesos que llevan a los mismos. En este caso la evidencia, vista a través de las contribuciones de los profesores, indica que la implementación del modelo metodológico, los resultados (visualizaciones) y

la estrategia mediante la analítica de visualizaciones, contribuyeron a generar estos procesos de reflexión docente.

#### **4.4.2 Desde los administrativos docentes**

Los administrativos docentes tienen un papel preponderante en las instituciones educativas, principalmente en la toma de decisiones y las políticas que gobiernan el acto pedagógico. Por tanto, sus contribuciones, luego de un proceso de analítica de visualizaciones, son significativas ya que pueden definir el curso de lo que sucede en las aulas.

Los sistemas de gestión de datos se han convertido en una tarea cada vez más cotidiana en las instituciones educativas, es por esto que sus líderes deberán estar en capacidad de utilizar los datos internamente para identificar sus prioridades de cambios, evaluar el impacto de sus decisiones y comprender las condiciones de sus estudiantes con el fin de establecer planes de acción, monitorear y asegurar el progreso (Herman & Gribbons, 2001). Para esta investigación se acordó con la institución educativa, a través del acta de compromiso (Anexo 1), no utilizar la información como medio de control, evaluación o seguimiento a los profesores directamente involucrados; esto a pesar de que los resultados pueden conducir a monitorear aquello que sucede en las aulas y que muchas veces es invisible para los entes administrativos.

La analítica de visualizaciones es solamente una técnica que, dependiendo de quien la use, puede tener diferentes usos. No obstante, para los administrativos docentes “es muy probable que la información presentada de forma gráfica, coherente y de fácil lectura, facilite la toma decisiones y disminuya las controversias” (Aristizábal, 2016, p. 154). Este último concepto es clave en la gestión administrativa, ya que la controversia en las decisiones puede disminuirse en la medida en que esté fundamentada en datos.

A pesar de que se emplearon las mismas preguntas para el grupo focal con profesores y administrativos docentes, se hace evidente que la visión de cada uno frente a lo mismo está filtrada por su papel respectivo en el acto pedagógico. Una

recopilación de las contribuciones entre afirmaciones y preguntas de los administrativos docente se encuentra en la Tabla 13.

Tabla 13

*Comportamientos reflexivos derivados de las contribuciones de los administrativos docente en el grupo focal*

| Contribuciones                                                                                                                                                                                                                                       | Constructos involucrados                   | Comportamiento reflexivo                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Se muestra mayor entusiasmo en el profesor 1 cuando proporciona retroalimentación, mientras que en el profesor 3 hay más entusiasmo con las discusiones de clase.                                                                                    | Enseñanza                                  | Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.                                                                               |
| El profesor 1 muestra mayor variedad de estrategias en menos tiempo vs el profesor 2 con más tiempo. Estos datos nos sirven para orientar no sólo al maestro observado, sino a maestros de ese mismo curso para aplicación de diversas estrategias.  | Enseñanza                                  | Ajustar el curso de las acciones basados en la retroalimentación que se recibe de las anteriores evaluaciones.                     |
| Generalizando a mayor efecto del tamaño mayor entusiasmo.                                                                                                                                                                                            | Enseñanza                                  | Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.                                                                               |
| ¿Cómo lograr incrementar el uso de las prácticas con mayor tamaño del efecto?                                                                                                                                                                        | Enseñanza                                  | Engancharse en un ciclo de reflexión continuo.                                                                                     |
| ¿Cómo tener en cuenta los estilos de aprendizaje para maximizar o diversificar las estrategias de aula?                                                                                                                                              | Enseñanza                                  | Estar consciente de los entornos educativos (estudiantes, contenido, pedagogía).<br>Engancharse en un ciclo de reflexión continuo. |
| El entusiasmo y el involucramiento están directamente relacionados. Sería interesante poder establecer la relación de actividades de enseñanza vs involucramiento en asignaturas formativas (deportes, artes) y las básicas (matemáticas, ciencias). | Enseñanza<br>Enganchamiento<br>estudiantil | Estar consciente de los entornos educativos (estudiantes, contenido, pedagogía).<br>Engancharse en un ciclo de reflexión continuo. |
| Al profesor 1 le diríamos: se deben rotar los roles para evitar desmotivación en la estrategia de tutoría con compañeros. Al profesor 2 le diríamos que continúe con la instrucción directa, pero que varíe las actividades de enseñanza.            | Enseñanza<br>Enganchamiento<br>estudiantil | Ajustar el curso de las acciones basados en la retroalimentación que se recibe de las anteriores evaluaciones.                     |
| Los profesores deben indagar a los estudiantes por lo que más les gusta y más les funciona.                                                                                                                                                          | Enseñanza<br>Enganchamiento<br>estudiantil | Ajustar el curso de las acciones basados en la retroalimentación que se recibe de las anteriores evaluaciones.                     |
| No siempre la diversidad en las estrategias va a conducir a estrategias con mayor tamaño del efecto, depende más de la experticia en el manejo de la estrategia.                                                                                     | Enseñanza                                  | Estar consciente de los entornos educativos (estudiantes, contenido, pedagogía).                                                   |

|                                                                                                                                                                                          |                                            |                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Se observa a nivel general que las actividades cortas generan mayor involucramiento y entusiasmo.                                                                                        | Enseñanza<br>Enganchamiento<br>estudiantil | Ajustar el curso de las acciones basados en la retroalimentación que se recibe de las anteriores evaluaciones. |
| Se recomienda al profesor 2 revisar las preguntas tipo SABER selección múltiple para que no sean sólo de recordación. Todas las evaluaciones deben tener un criterio definido.           | Evaluación                                 | Ajustar el curso de las acciones basados en la retroalimentación que se recibe de las anteriores evaluaciones. |
| Para el profesor 2 a los estudiantes les va mejor en la pregunta abierta y esta carece de estructura. Al profesor 1 en la evaluación mecanicista de resolución y aplicación de fórmulas. | Evaluación                                 | Ajustar el curso de las acciones basados en la retroalimentación que se recibe de las anteriores evaluaciones. |

---

Como puede observarse en las anteriores contribuciones, las visualizaciones facilitan el desarrollo de conceptos sobre la práctica pedagógica de los profesores con intenciones de proporcionar retroalimentación o sugerencias con el fin de mejorarla. Esta aproximación a la gestión administrativa está relacionada con lo que se conoce como toma de decisiones informadas, es decir la recopilación y utilización de muchas formas de datos provenientes de una variedad de fuentes con el fin de mejorar el desempeño de los estudiantes (Choppin, 2002; Marsh, Pane, & Hamilton, 2006, citado en Dunn, et al. 2013). Por consiguiente, puede decirse que la analítica de visualizaciones como técnica para minería de datos educativos, accesible a la comunidad educativa general, puede constituirse como una herramienta de gestión que permite conocer acerca de lo que sucede en las aulas, tomar decisiones informadas y generar planes de acción institucional.

Los comportamientos reflexivos ligados a las contribuciones de los administrativos docentes consolidan la anterior premisa, ya que como se observa, hay una gran tendencia a ajustar el curso de las acciones con base en la información, lo cual corresponde a una tarea cotidiana en la gestión administrativa.

Lo anterior se ratifica con las siguientes conclusiones o reflexiones finales expresadas por los mismos administrativos docentes.

Tabla 14

*Reflexiones finales administrativos docentes grupo focal*

| Administrativo             | Conclusiones/Reflexiones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rectora                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se deben asociar factores intrínsecos y extrínsecos a cada una de las variables observadas-estudiadas.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                             |
| 2 Coordinadoras académicas | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sirve para implementar un plan de mejoramiento aplicado y contextualizado.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1 Coordinador Disciplina   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Al asociar los resultados con otros docentes se debe tener en cuenta que sean contextos similares.</li> <li>• Como institución es necesario fortalecer el trabajo en estilos de aprendizaje, estrategias de aula y valoración continua.</li> <li>• Implementar rúbricas de evaluación, trabajo en taxonomía de Bloom y estándares.</li> </ul> |

Nuevamente se aprecia que este trabajo con visualizaciones genera procesos reflexivos, que dependiendo de quién lo haga, tiene diferentes niveles de impacto. En este caso, al ser realizado por los administrativos docente tiene impacto en la gestión académica con el fin de mejorar los procesos, no sólo en las aulas de los profesores involucrados, sino a nivel general en la institución.

En consecuencia, si los datos se utilizan como una fuente de sostenimiento, apoyan el crecimiento y el desarrollo de una organización (Wilson et al, 1985), lo cual en últimas beneficiará el aprendizaje de los estudiantes y los procesos mediante los cuales estos ocurren. A medida que los administrativos busquen respuestas en las visualizaciones, más preguntas emergerán en la medida en que comiencen a encontrar patrones y tendencias, siendo este razonamiento una parte fundamental del modelo metodológico para minería de datos en su etapa 4.

Las reflexiones finales de los administrativos docentes indican que para la gestión educativa, la analítica de visualizaciones como técnica para minería de datos educativos, además de ser accesible a la comunidad educativa general, se constituye en una herramienta que permite conocer acerca de lo que sucede en las aulas, tomar decisiones informadas y generar planes de acción institucional.

Acciones descritas por los mismos administrativos docentes como: “*asociar factores, implementar un plan de mejoramiento, asociar los resultados, fortalecer el trabajo o implementar rúbricas de evaluación*”, muestran claramente un curso de acción basado en un proceso de toma de decisiones informadas, ciertamente con impacto en la gestión educativa. Esto nuevamente indica que la implementación del modelo metodológico, con la participación de estos actores, contribuye a la reflexión desde sus respectivos roles ya que permite pensar en una serie de acciones que buscan mejorar el aprendizaje de los estudiantes con base en los hallazgos, lo que en últimas da soporte y se constituye en evidencia para la premisa planteada.

#### **4.4.3 Desde los estudiantes**

Tal como se describió en los referentes conceptuales, la propuesta de un sistema de gestión de datos de Hamilton et al. (2009), considera importante enseñar a los estudiantes cómo analizar y establecer metas de aprendizaje con base en los datos, ya que esto les permite ser más responsables de sus procesos de aprendizaje al elaborar planes de acciones que les ayude a mejorarlos.

En este caso de analítica de visualizaciones no se trata de que los estudiantes lleguen a un proceso reflexivo entorno a sus prácticas pedagógicas, ya que no esto no es relevante con base en su papel en el acto pedagógico; se trata de establecer para qué les sirve esta información y qué le dirían a sus profesores de acuerdo con sus propias construcciones.

Por consiguiente, la subjetividad y la interpretación de las que se habla en el marco epistemológico adquieren nuevamente relevancia, ya que cada estudiante desde sus estructuras conceptuales, metodológicas, actitudinales y axiológicas (Gallego-Badillo & Pérez, 2009) le dará sentido a la información que deriva de las visualizaciones y emitirá un juicio con base en sus hallazgos particulares.

Este proceso reflexivo, llevado a cabo igualmente a través del grupo focal, se realizó con 8 de los 10 estudiantes que participaron durante el proceso de recopilación de datos de la investigación. Los otros dos se encontraban en un viaje

y no pudieron participar por tal razón. La socialización con los estudiantes se limitó a unas cuantas visualizaciones consideradas relevantes para ellos, lo que llevó a dejar por fuera prácticas de enseñanza, tamaño del efecto y entusiasmo, tamaño del efecto y aporte al aprendizaje y diferencias entre la percepción de los estudiantes y la percepción del profesor. Las preguntas centrales en el grupo focal fueron: '¿Para qué le sirve conocer esta información? Y ¿Qué le diría al profesor con base en la información presentada?

Al igual que en el caso de los profesores y administrativos docentes, se aprecian niveles de reflexión importantes respecto al acto pedagógico, los cuales se clasifican igualmente dentro de comportamientos reflexivos que surgen del análisis de las mismas contribuciones. A pesar de que Hall y Simeral (2015) no describen estos comportamientos específicamente para la reflexión desde los estudiantes, al ser acciones específicas, en esta investigación se extrapolan al nivel de los estudiantes. En la Tabla 15 se muestra tal categorización.

**Tabla 15**

*Comportamientos reflexivos derivados de las contribuciones de los estudiantes en el grupo focal*

| Contribuciones                                                                                                                                                                                 | Constructos involucrados    | Comportamiento reflexivo                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Me sirve para mejorar el curso, para ver cómo me involucro más en las actividades plateadas por el docente.                                                                                    | Enseñanza<br>Enganchamiento | Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.<br>Ajustar el curso de las acciones basados en la retroalimentación que se recibe de las anteriores evaluaciones. |
| Me involucro más en actividades lúdicas y trabajo en grupo.                                                                                                                                    | Enseñanza<br>Enganchamiento | Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.                                                                                                                   |
| En general no me siento obligado en ninguna asignatura, me gusta la dinámica que manejan los docentes ya que son profesores muy duros o que dejan temas así; si entiendo bien o si no también. | Enseñanza<br>Enganchamiento | Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.                                                                                                                   |
| Me parece mejor el trabajo en grupo que las tutorías, ya que en la tutoría puede que el tutor entienda de una forma diferente que el resto de estudiantes y el tema se puede volver confuso.   | Enseñanza<br>Enganchamiento | Ajustar el curso de las acciones basados en la retroalimentación que se recibe de las anteriores evaluaciones.                                                         |

|                                                                                                                                                                                                                                    |                                           |                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lo que más se gusta es cuando se hacen ejercicios, discusiones sobre los temas, las retroalimentaciones.                                                                                                                           | Enseñanza<br>Enganchamiento               | Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.                                                                                                                                                                                    |
| Se ha hablado sobre el ruido y la disposición de algunos, pero no se ha hecho nada. Nos afecta a todos ya que atrasa la enseñanza. Es muy importante que haya disposición.                                                         | Enseñanza<br>Enganchamiento               | Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.<br>Ajustar el curso de las acciones basados en la retroalimentación que se recibe de las anteriores evaluaciones.                                                                  |
| Sería bueno implementar evaluaciones orales, grupales. Pienso que sería bueno para saber si los temas quedaron claros o no.                                                                                                        | Evaluación                                | Ajustar el curso de las acciones basados en la retroalimentación que se recibe de las anteriores evaluaciones.<br>Engancharse en un ciclo de reflexión continuo.                                                                        |
| Sin importar las veces que sea necesario repetir lo mismo que estamos aprendiendo hasta que sea definitivo que la mayoría o todos aprendamos.                                                                                      | Enseñanza<br>Evaluación                   | Engancharse en un ciclo de reflexión continuo.                                                                                                                                                                                          |
| El aprender se me facilita al hacer grupos de trabajo debido a que si hay algo que uno no entiende otro del mismo grupo me puede explicar y las actividades lúdicas.                                                               | Enseñanza<br>Enganchamiento               | Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.                                                                                                                                                                                    |
| No me gusta la disposición de algunos de mis compañeros y la dispersión y lo molesto que es no dejar seguir la clase ya planeada.                                                                                                  | Enseñanza<br>Enganchamiento               | Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.                                                                                                                                                                                    |
| Los métodos de evaluación utilizados me gustan, más sin embargo, creo que los profesores se pueden acercar más hacia nosotros por otros medios más lúdicos.                                                                        | Evaluación                                | Ajustar el curso de las acciones basados en la retroalimentación que se recibe de las anteriores evaluaciones.<br>Engancharse en un ciclo de reflexión continuo.                                                                        |
| Me gustan las preguntas abiertas porque me ponen a prueba.                                                                                                                                                                         | Evaluación                                | Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.                                                                                                                                                                                    |
| Le diría a los profesores que deberían oír a los estudiantes y tomar en cuenta algunas cosas que aportamos.                                                                                                                        | Enseñanza<br>Enganchamiento<br>Evaluación | Engancharse en un ciclo de reflexión continuo.                                                                                                                                                                                          |
| Le diría a mi profesor que se enfocara más en la forma de la clase que genera el mejor desempeño nuestro.                                                                                                                          | Enseñanza<br>Enganchamiento<br>Evaluación | Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.<br>Engancharse en un ciclo de reflexión continuo.                                                                                                                                  |
| Me gusta mucho cuando la actividad es hecha por todos porque entre nosotros nos "arrastramos" a trabajar.                                                                                                                          | Enseñanza<br>Enganchamiento               | Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.                                                                                                                                                                                    |
| Me sirve para saber cuáles son el tipo de evaluaciones que me va un poco peor que las demás para fortalecerlo y pienso que deben implementar más preguntas abiertas, porque a esas preguntas uno se va a enfrentar más en la vida. | Evaluación                                | Planear deliberadamente y realizar acciones intencionalmente.<br>Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.<br>Ajustar el curso de las acciones basados en la retroalimentación que se recibe de las anteriores evaluaciones. |

|                                                                                                                                                   |                                           |                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                   |                                           | Engancharse en un ciclo de reflexión continuo.                                                                                                                         |
| Nos sirve para saber qué tipo de educación estamos recibiendo como estudiantes, nos gusta que nos escuchen. Creo que es como una guía para ellos. | Enseñanza<br>Enganchamiento<br>Evaluación | Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.<br>Engancharse en un ciclo de reflexión continuo.                                                                 |
| Aprendo más en debates de clase que en una simple explicación.                                                                                    | Enseñanza<br>Enganchamiento               | Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.                                                                                                                   |
| Son buenos los tipos de evaluaciones, pero creo que ese tipo de evaluación más competitiva, ya que el grupo es muy competitivo y eso se destaca.  | Evaluación                                | Evaluar el impacto de las decisiones y las acciones.<br>Ajustar el curso de las acciones basados en la retroalimentación que se recibe de las anteriores evaluaciones. |
| Implementar un poco más evaluaciones orales y grupales como con una especie de debate.                                                            | Evaluación                                | Ajustar el curso de las acciones basados en la retroalimentación que se recibe de las anteriores evaluaciones.                                                         |

Como puede verse en la Tabla 15, los estudiantes como actores en el acto pedagógico también tienen mucho que decir en relación con las dinámicas al interior del mismo. Para ellos el conocer este tipo de información y llegar a sus propias deducciones genera un proceso de empoderamiento que, llevado adecuadamente, puede mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje-evaluación-retroalimentación que suceden en el aula. Al igual que en los grupos focales anteriores, cada uno de los estudiantes contribuyó con unas conclusiones/reflexiones finales, las cuales se registran en la Tabla 16 y originalmente se hayan en el Anexo 6.

**Tabla 16**

*Reflexiones finales estudiantes grupo focal*

| Estudiante | Conclusiones/Reflexiones                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E001       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nos sirve para saber en qué estamos fallando y para reforzar en lo que no somos más eficientes.</li> <li>Sirve para saber las falencias que tenemos, en qué o cómo podemos ayudar a mejorar las clases. En qué somos más eficientes, cosas por mejorar.</li> </ul> |
| E002       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Me doy cuenta de algunas falencias al igual que virtudes en el momento del estudio y aprendizaje y también que varios de nosotros tenemos diversas opiniones sobre el mismo tema y que podemos concluir lo mejor que podamos.</li> </ul>                           |
| E003       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nos sirve ya que mejora el pensamiento de los profesores como estudiantes puesto que podemos ver las fortalezas y debilidades de la</li> </ul>                                                                                                                     |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | educación. También logramos identificar lo que nos va ayudar a mejorar.                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| E004 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sirve más que todo para ver nuestras falencias como estudiantes y mejorarlas para tener mejor desempeño.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                        |
| E007 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Me parece que es como una guía, tanto para los profesores y los alumnos porque hay veces en las que uno ni sabe qué le gusta o no de la clase, en qué le va mejor y en qué no, entonces es eso, es como una guía.</li> </ul>                                                                                               |
| E008 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nos sirve ya que mejoramos la calidad de nuestra educación y de vez en cuando es importante ver y tomar la iniciativa de saber en qué debemos mejorar o lo que debemos mantener, tanto para los docentes como estudiantes, ya que muchas veces se puede decir que se está bien pero realmente se está fallando.</li> </ul> |
| E009 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sirve para tener claro las falencias y las fortalezas que tenemos como grupo, también para conocer un punto de vista más grupal y saber qué es lo que más nos gusta y nos disgusta como grupo; también nos recuerda que tenemos que mejorar, como grupo y para los profes.</li> </ul>                                      |
| E010 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Profesores buenos y buenas enseñanzas quedan opacados por dispersión, desinterés e indisciplina de estudiantes. Si el individuo o el grupo no colabora las enseñanzas no llegarán hacia los estudiantes.</li> </ul>                                                                                                        |

---

En expresiones como “...para saber en qué estamos fallando,...saber en qué debemos mejorar,...reforzar,...me doy cuenta,...tomar la iniciativa” hay claros indicios de procesos reflexivos que muestran un interés particular por hacer uso efectivo de la información y del conocimiento derivado de las visualizaciones. Así mismo se aprecia una intención de mejorar sus aprendizajes y de proporcionar retroalimentación a sus profesores que les permita engancharse mucho más en las dinámicas de aula. Por tanto, estas contribuciones se constituyen en evidencia adecuada para afirmar que la analítica de visualizaciones, desde la perspectiva del estudiante, también se constituye en un mecanismo de empoderamiento en el aula que permite conocer acerca de las prácticas pedagógicas de los profesores con el fin de proporcionar retroalimentación que contribuya al mejoramiento del acto pedagógico.

A pesar de las posibles limitaciones que pueda tener esta investigación, bien sea desde los constructos o variables o incluso la misma técnica de analítica de visualizaciones, la evidencia indica que el diseño e implementación del modelo metodológico de Minería de Datos Educativos para un aula de educación media presencial, contribuye a la reflexión sobre el acto pedagógico, visto desde la perspectiva de los estudiantes, profesores y administrativos docentes.

#### 4.4.4 Desde el investigador

En este enfoque de investigación mixto los actores contribuyen significativamente desde sus conocimientos y experiencias (cualitativo/interpretativo) a la comprensión de los fenómenos ilustrados en las visualizaciones (cuantitativo). Tal como se mencionó en el marco metodológico, estos enfoques proporcionan una mayor variedad de fuentes de información, las cuales según Creswell y Garrett (2008), obedecen a las necesidades del investigador en el campo educativo de contar con una gran caja de herramientas con métodos y diseños para afrontar problemas de investigación complejos y multidisciplinarios. Paralelamente, este enfoque permite ir más allá de la tendencia positivista de la investigación en minería de datos educativos haciendo que los hallazgos adquieran una nueva naturaleza al involucrar directamente a los actores y propiciar procesos de reflexión encaminados a mejorar el alcance de sus respectivos papeles.

Como tal, lo anterior se constituye en un aporte significativo a la investigación en minería de datos educativos, ya que no se trata solamente de encontrar una serie de patrones, agrupaciones o predicciones como es la tendencia general, sino de ir más allá e involucrar a los profesores, estudiantes y directivos para que le den sentido a esta información y realicen acciones desde sus respectivos papeles para lograr otro estadio con base en la nueva información y conocimiento.

La experiencia del investigador durante el proceso lo llevó a pensar sobre dos aspectos fundamentales derivados de los objetivos de la investigación, el primero era ¿cómo llevar la minería de datos educativos al profesor del día a día, aquel que no cuenta con todo el conocimiento técnico para desarrollar algoritmos, pero que está interesado en conocer nuevas formas de hacer investigación en el aula y probar nuevas herramientas para tal fin? Y el segundo era ¿cómo hacer que la actual investigación en minería de datos educativos trascendiera los datos, los algoritmos y los hallazgos y se convirtiera en una herramienta para el profesor del día a día?

Para el primer caso y luego de una investigación juiciosa sobre minería de datos, se encontró que la analítica de visualizaciones era la aproximación más conveniente para este tipo de trabajo, lo mismo que la elección de un software adecuado de uso intuitivo y que no requiera de conocimientos avanzados para su operación. El jugar con las variables y ver los resultados en visualizaciones fue lo que llevó al investigador, luego de un proceso reflexivo, a plantear unas preguntas rectoras con el fin de evitar una sobre carga de información y extensión de la investigación en el tiempo debido a múltiples combinaciones entre variables. Las preguntas rectoras permitieron centrar la búsqueda de relaciones entre las variables y los resultados de las mismas y a mantener las discusiones de los actores sobre un mismo eje.

Esta técnica para minería de datos educativos, aunque ciertamente implica algunos conocimientos técnicos, es más accesible para el profesor del día a día, el cual como todo docente investigador, deberá contar con cierta disposición e interés de ir más allá y explorar nuevas técnicas para análisis y procesamiento de datos, tal como lo experimentó el investigador. Con esta técnica se mantuvo el objetivo primario de la minería de datos como lo es encontrar patrones en un gran conjunto de datos, los cuales muchas veces no son evidentes. A pesar de que el alcance de la investigación no era determinar relaciones específicas, ni su impacto, los hallazgos delimitados por las preguntas rectoras y la minería de datos educativos, fueron los que dieron paso a un proceso reflexivo en cada uno de los actores. En palabras de la rectora de la institución (Corredor, comunicación personal, 18 de julio de 2016): “los hallazgos en cada una de estas visualizaciones, pueden generar en sí mismos, una nueva investigación”; lo cual no es una exageración, haciendo así más preponderante la delimitación y comprensión del alcance de esta investigación desde sus objetivos generales y específicos hasta sus conclusiones.

Durante el progreso de este trabajo se ha hablado de las visualizaciones y la información que proporcionan sin establecer exactamente qué información se obtuvo y sobre qué trabajaron los actores para generar sus respectivos procesos

de discusión. Estas visualizaciones se encuentran en el Instrumento No. 4, el cual corresponde a los grupos focales (Anexo 5) y permiten dar respuesta a las preguntas rectoras, lo cual en últimas podría considerarse como las joyas extraídas del proceso de minería. La información derivada de las visualizaciones se presenta a continuación:

- No hay gran variedad de actividades de enseñanza empleadas por los profesores; aunque hay mayor variedad en el profesor P001 comparado con el Profesor P002 (Visualización Pregunta 1A).
- A pesar de las pocas actividades de enseñanza empleadas por el profesor P002, los estudiantes presentan mayor entusiasmo e involucramiento, es decir, mayor enganchamiento que con el Profesor P001 (Visualizaciones Pregunta 1A y Pregunta 2).
- Se observa una correlación positiva entre el tamaño del efecto y el entusiasmo expresado por los estudiantes para las actividades de enseñanza. Solamente se encuentra una anomalía para el P001 en relación con la tutoría para los estudiantes (Visualización Pregunta 1B).
- A nivel general los estudiantes participan en las actividades de enseñanza propuesta por el profesor sin sentirse obligados en las mismas, con una ligera anomalía con las tutorías con compañeros (Visualización Pregunta 3).
- Los estudiantes consideran que hay algunas actividades de enseñanza con la que tienen mejores aprendizajes, observándose una ligera tendencia a que aprenden más con las actividades del profesor P002 que con el P001 (Visualización Pregunta 4A).
- Se observa una correlación positiva entre los tipos de actividades de enseñanza y el tamaño del efecto reportado para las mismas para el profesor P001. No obstante, para el profesor P002, esta correlación presenta una ligera tendencia negativa (Visualización Pregunta 4B).
- Los estudiantes expresan que las actividades de enseñanza que más les gusta son en las que tienen una participación activa (Visualización Pregunta 5).

- En promedio más de la mitad de los estudiantes consideran todo les gusta en las actividades de enseñanza, sin embargo, hay una tendencia a que les moleste la falta de manejo de clase y el ruido en la misma (Visualización Pregunta 6).
- Existen ligeras diferencias entre la percepción de los estudiantes y los profesores en relación con el entusiasmo en la participación de los estudiantes en las actividades de enseñanza. Principalmente para el caso del profesor P001 sobre las tutorías con los compañeros y el profesor P002 con lectura y actividad (Visualización Pregunta 7).
- Existen diferencias entre la percepción de los estudiantes y la de los profesores en relación con el tiempo de permanencia involucrados en las actividades de enseñanza. Esta diferencia es más evidente para el profesor P001 cuando proporciona retroalimentación y para el profesor P002 cuando los estudiantes realizan una lectura y una actividad (Visualización Pregunta 8).
- Se aprecia una mayor tendencia del profesor P001 a imponer su autoridad en la realización de las actividades de enseñanza, particularmente cuando se trata de trabajo en grupo o individual. El profesor P002 no muestra diferentes niveles de autoridad para sus actividades de enseñanza (Visualización Pregunta 9).
- El profesor P002 considera que sus estudiantes siempre se encuentran enganchados en sus actividades de enseñanza. Para el profesor P001 este no fue siempre el caso, sobre todo en actividades de tipo individual, considera que sólo se enganchan la mitad del tiempo (Visualización Pregunta 10).
- Los profesores P001 y P002 consideran que la participación es lo más importante para enganchar a los estudiantes, siendo esta la única razón para el profesor P002. El P001 también considera que en su orden de mayor a menor la participación de los estudiantes está dada por el contenido, la retroalimentación proporcionada y el trabajo de tutorías con compañeros (Visualización Pregunta 11).
- Aunque la visualización no proporciona datos concluyentes, la actividad de enseñanza que mayor tiempo se llevó tiene uno de los niveles de

involucramiento más bajos entre los valores registrados y viceversa (Visualización Pregunta 12).

- Los profesores no utilizan una gran variedad de tipos de preguntas en sus evaluaciones, se centran en pregunta abierta, selección múltiple y observación no estructurada. El profesor P002 emplea mayormente preguntas abiertas, mientras que el profesor P001 preguntas abiertas con cálculos y de selección múltiple (Visualización Pregunta 13).
- Las habilidades de aprendizaje que evalúan los profesores son aplicar, analizar, comprender y evaluar. El profesor P002 utiliza principalmente las preguntas abiertas para evaluar las habilidades de comprender, analizar y recordar y las de selección múltiple solamente para el recordar. El profesor P001 utiliza las preguntas de selección múltiple para evaluar las habilidades de aplicar y comprender; las preguntas abiertas para habilidades de aplicar, comprender y evaluar y las preguntas abiertas con cálculos para aplicar y evaluar (Visualización Pregunta 14). Los profesores no evalúan la habilidad de crear tal como se menciona en los referentes conceptuales.
- Hay diferencias entre el tipo de evaluación empleado y la calificación que obtienen los estudiantes; estas diferencias también se observan entre profesores. Con el profesor P002, los estudiantes obtienen mejores calificaciones en las preguntas de selección múltiple que en las preguntas abiertas comparados con el profesor P001. No obstante, en las preguntas abiertas, tienen mejores calificaciones con el profesor P001 que con el P002 (Visualización Pregunta 15).

Los anteriores hallazgos son fenómenos que se presentan en esta situación de aula particular, por tanto, no es posible realizar una generalización. No obstante, corresponden a una realidad que se hace evidente mediante las visualizaciones y proporcionan una fuente de datos que alimentan el acto pedagógico motivando así la reflexión sobre el mismo. Estudios como estos son los que permiten entender los procesos educativos en los contextos en los que suceden, haciéndolos muy endémicos pero no menos rigurosos desde el punto de vista investigativo. La minería de datos educativos, desde la analítica de visualizaciones, contribuye a

entender lo que sucede en el acto pedagógico y propiciar reflexiones que contribuyen a mejorar la práctica pedagógica y educativa.

Las reflexiones expresadas por los actores en las secciones anteriores indican claramente que cada una de estas visualizaciones como respuesta a unas preguntas rectoras permite pensar sobre lo que se hace en el aula y en qué se puede mejorar. Por ejemplo, luego de que los profesores conocieron los tamaños del efecto de sus prácticas de enseñanza y darse cuenta de que existen muchas otras prácticas, consideraron que deberían implementar otras actividades que tuvieran mayores tamaños del efecto y que igualmente generaran mayor enganche en los estudiantes. Así mismo con los tipos de preguntas en sus evaluaciones, se hizo evidente que sus instrumentos de evaluación eran muy limitados y que deberían incorporar otros instrumentos para evaluar el aprendizaje desde diferentes perspectivas, incluso teniendo en cuenta las habilidades de pensamiento.

Los administrativos docentes identificaron aspectos que eran invisibles para ellos como los tipos de actividades y evaluaciones más frecuentes en sus profesores y la relación entre las calificaciones de los estudiantes y el tipo de pregunta. Esto mismo sucedió con los estudiantes quienes observaron que a nivel general hay actividades con las que más se enganchan y tipos de preguntas que prefieren como grupo en las evaluaciones. Estos son sólo algunos ejemplos de aspectos emergentes de un proceso de minería de datos educativos en un aula de clase presencial. Cada uno puede generar una pregunta de investigación o simplemente un plan de acción para el mejoramiento; lo importante, es hacer algo con esta información y mejorar los procesos educativos como tal.

En este modelo metodológico para MDE no se trata de probar, modificar, implementar, contrastar reglas o algoritmos específicos, se trata de que los resultados tengan un impacto directo en la práctica pedagógica y educativa. En últimas esto es su objetivo final, el cual ha avanzado muy lentamente precisamente por la marginalidad que han tenido los profesores del día a día. Por tanto su participación y contribución con datos e información desde su práctica es

imprescindible ya que les ayudará y en general a la comunidad educativa, a mejorar los procesos curriculares de enseñanza, aprendizaje y evaluación desde y para sus contextos.

Las aulas de clase presencial o virtual tienen el potencial de proporcionar gran cantidad de información como manifestación de múltiples fenómenos que suceden en las mismas. Cada aula en su espacio, tiempo o lugar es única y se constituye en un laboratorio para las ciencias de la educación. Por esto la minería de datos educativos aflora como una fuente de opciones metodológicas para el estudio de las variables que se observan o incluso de las que no son evidentes.

Los datos solamente tienden a aumentar, los sistemas de recolección de información a ser más sofisticados, las visiones de ver y entender el mundo mucho más complejas, es por esto que la MDE tiene un futuro promisorio, ya que contiene y se están desarrollando herramientas para ayudar a recopilar, procesar y entender los fenómenos educativos desde los datos y así contribuir a mejorar la educación. Esta es una nueva puerta a la investigación en educación y este trabajo una pequeña contribución en el camino hacia adelante.

## CAPITULO 5: CONCLUSIONES

Las conclusiones de este trabajo se establecen desde diferentes perspectivas teórico-prácticas que se derivan del mismo planteamiento del problema, las preguntas y los objetivos. A continuación se presentan en qué consisten cada una de estas conclusiones, las cuales en sí mismas, son aportes al cuerpo de conocimiento en educación desde una perspectiva emergente como lo es la minería de datos educativos en un aula de educación presencial.

### 5.1 Desde el planteamiento del problema

El estado de la cuestión indica que la producción intelectual en minería de datos educativos para aulas presenciales, con datos que surgen del día a día de la práctica pedagógica, es aún muy limitada. En relación con este aspecto, esta investigación contribuye con lo siguiente:

- **Aulas de Educación Presencial:** Es posible realizar un proceso de minería de datos educativos en un aula de educación presencial con datos recogidos del día a día de la práctica docente, superando así la limitación de los registros obtenidos en plataformas tecnológicas, mediante la utilización de un sistema de baja tecnología como lo son las encuestas y la posterior digitalización de los datos en hojas de cálculos. No obstante, es necesario utilizar un software adecuado para analítica de datos que permita interactuar con las variables con el fin de obtener unas visualizaciones, resolver preguntas o relacionar variables.

La mayoría de los trabajos de investigación en minería de datos educativos son realizados por expertos técnicos en computación, ingeniería de sistemas o estadísticas, siendo la producción por parte de profesores de aulas presenciales en educación básica o media, muy limitada. En relación con este aspecto, esta investigación contribuye con lo siguiente:

- **Nicho y herramientas de investigación:** El investigador ha concluido que la principal limitación que encuentran los profesores de educación básica y media es su capacidad técnica frente a las tendencias de investigación en minería de datos educativos como son clustering, reglas de asociación, redes neuronales, etc. Con esta investigación se espera contribuir con un camino alternativo para superar esta limitación y se amplía el nicho de investigación al plantear una técnica mucho más amigable para el usuario final (la analítica de visualizaciones) y mediante la utilización de un software que no requiere de programación con códigos. A pesar de que el software es un componente volátil, los desarrollos para analítica de datos tienden a hacerlos cada vez más intuitivos, de bajo costo y más accesibles a la sociedad. Para esta investigación se encontró un software con licencia para uso libre de educadores sin intención comercial.

Adicionalmente, con la analítica de visualizaciones, el diseño, uso y prueba de algoritmos es opcional, llevando a la minería de datos a un plano más accesible e intuitivo. Esto permite que pueda vincularse un profesor de pre-escolar con conocimientos y habilidades básicas hasta otro con conocimientos técnicos más avanzados. La analítica de visualizaciones o minería de datos con técnicas visuales se constituye así como un mecanismo de entrada al campo de investigación de la MDE, la cual permite al usuario derivar información usando representaciones gráficas de datos de forma interactiva, bien sea con un objetivo previamente establecido o simplemente a nivel exploratorio. En la analítica de visualizaciones los gráficos no son estáticos gracias a la utilización de un software adecuado el cual permite el estudio multivariado, las transformaciones y la determinación de relaciones entre los datos.

## 5.2 Desde las preguntas y objetivos de investigación

La pregunta rectora tiene básicamente tres componentes: 1) Diseño de un modelo metodológico; 2) Implementación del modelo y 3) Reflexión sobre el acto

pedagógico, los cuales a su vez se encuentran en las preguntas específicas y los objetivos de la investigación. En relación con el diseño del modelo, el investigador llega a las siguientes conclusiones:

- **Diseño de un modelo metodológico:** En la sección 3.3.3 se realiza una descripción detallada del modelo metodológico para minería de datos educativos, el cual consta de 4 etapas. Este modelo, en sí mismo, es una contribución significativa de esta tesis y su columna vertebral, siendo su implementación y las reflexiones emergentes lo que le dan un sentido pragmático. Algunas particularidades de este modelo que lo hacen diferente a otros modelos para minería de datos son:
  - A. Se diseña como un ciclo continuo, el cual fomenta la reflexión constante y el sentido de flexibilidad y continuidad, es decir, que un final es sólo el comienzo de algo nuevo.
  - B. Propone generar unas preguntas rectoras con el fin de realizar un proceso más reflexivo y una minería de datos educativos más centrada. No obstante, no descarta el descubrimiento de relaciones entre variables, el cual es tan bien un proceso válido, en la medida que puede generar preguntas sobre los mismos datos que antes no se habían pensado.
  - C. Propone la analítica de visualizaciones como técnica para minería de datos educativos y no solamente como un proceso complementario según lo considera Shneiderman (2001). Esto es lo que permite llevar este tipo de trabajos a un campo más allá de los algoritmos y la programación; es decir, a niveles en donde los profesores del día a día pueden realizar investigación y así contribuir con conocimiento a este campo emergente de investigación.
  - D. Considera fundamental la contribución que hacen los actores del acto pedagógico a la discusión analítica de las visualizaciones. Es decir que los sujetos y por consiguiente las vivencias y creencias con que orientan sus prácticas, son las que permiten darle sentido a los datos con el fin de llevarlos a sus respectivos roles y reflexionar sobre su ser y hacer y así potenciar cambios sustanciales. Se lleva el proceso de minería de datos

más allá de los datos por los datos a los datos con sentido desde la visión de quienes los producen.

- **Implementación:** La implementación se realizó, según se discutió en el Capítulo 4 de este trabajo, siguiendo la secuencia de 4 etapas propuesto en el modelo. Los resultados indican que la implementación de este modelo contribuye a la reflexión sobre el acto pedagógico en la medida que los actores construyeron conocimiento a través de las visualizaciones y se encausaron en comportamientos que de acuerdo con Hall y Simeral (2015) corresponden a procesos de reflexión. Este proceso de implementación tiene también unas características particulares:
  - A. Se realiza en una institución de educación media haciendo que el nicho de investigación sea un aula de educación presencial con profesores de educación media.
  - B. Las etapas 1, 2 y 3 del modelo son casi de competencia exclusiva del investigador, pero ya en la última etapa se construye conocimiento a partir de visualizaciones y se generan las nuevas preguntas para continuar el ciclo con la participación de los otros actores. Los datos son desde y para los actores quienes en sí mismos determinan qué significado tienen para cada uno de ellos.
  - C. Es un modelo extrapolable a otros contextos, sólo basta con elaborar otros constructos, variables o técnica de recopilación de datos según los intereses del investigador.
- **Reflexión sobre el acto pedagógico:** La reflexión sobre el acto pedagógico se realiza en la etapa 4 del modelo y se desarrolla en la sección 4.4 de esta tesis. En la discusión se plantearon tres premisas que relacionan los actores y los constructos para esta investigación, las cuales en sí mismas se constituyen en aportes de esta tesis al cuerpo de conocimiento en minería de datos educativos. Estas son:
  - A. La analítica de visualizaciones es una técnica para minería de datos educativos, accesible a la comunidad educativa general, que puede

constituirse como estrategia para la promoción de la reflexión docente entorno al acto pedagógico.

- B. La analítica de visualizaciones es una técnica para minería de datos educativos, accesible a la comunidad educativa general, que puede constituirse como una herramienta de gestión que permite conocer acerca de lo que sucede en las aulas, tomar decisiones informadas y generar planes de acción institucional.
- C. La analítica de visualizaciones es una técnica para minería de datos educativos, accesible a la comunidad educativa general, la cual desde la perspectiva del estudiante, se constituye en un mecanismo de empoderamiento en el aula que permite conocer acerca de las prácticas pedagógicas de los profesores con el fin de proporcionar retroalimentación que favorezca al mejoramiento del acto pedagógico.

Estas conclusiones concuerdan con lo que varios autores se refieren cuando describen de lo que se trata la analítica de visualizaciones. Por ejemplo, se ratifica lo que Cook y Thomas (2005) dicen acerca del razonamiento analítico facilitado por interfaces, ya que los actores en esta investigación se involucraron en procesos reflexivos cuyos resultados muestran evidencia de comprensión del todo y de las partes, lo que les permitió emitir juicios de valor y en algunos casos encaminarse en acciones concretas, es decir, tomaron una decisión con base en la información presentada.

Los resultados también indican que la analítica de visualizaciones permite a los actores desde sus propios papeles y estructuras conceptuales, realizar un proceso exploratorio, intuitivo, analítico, multivariado, relacional, que hace comprensible e interpretable el conjunto de datos presentados gracias a las capacidades de la visión, la exploración visual, la intuición humana y unas herramientas adecuadas, lo cual concuerda con lo que referencian Goebel y Gruenwal, (1999); Wang, Luo, Freedman y Kung, (2000); Keim, (2002); Chen, (2009); Johnson et al. (2010). Por consiguiente, la analítica de visualizaciones se constituye en técnica conveniente a la fecha para realizar este tipo de análisis exploratorios ya que los profesores se

hacen más conscientes de su práctica pedagógica, los estudiantes más críticos en relación con la misma y los administrativos docentes más proactivos en relación con el uso de la información.

### 5.3 Aportes

Esta investigación contribuye en los siguientes aspectos:

- Se propone un modelo metodológico de Minería de Datos Educativos que acerca a los docentes, con o sin conocimiento técnico, a este campo como una nueva posibilidad para la investigación en aula. Este es un modelo flexible cuyos constructos y variables surgen de los intereses del investigador, cuya técnica principal es la de análisis visual la cual hace uso de la intuición y la capacidad humana de realizar construcciones mentales a partir de las imágenes. No se trata solamente de producir una gráfica, sino de la cantidad de datos que hay detrás de la misma, la pregunta que llevó a su construcción, el proceso multivariado que seguramente implica su creación y, ante todo, el sentido o uso que le dan los sujetos cognoscentes. En relación con esto último, esta tesis plantea un marco epistemológico para la investigación en minería de datos educativos que la lleva más allá de los datos a un proceso interpretativo y constructivo en donde los sujetos tienen mucho que decir en relación con la información y el conocimiento que se construye a partir de las visualizaciones.
- Se muestra que a pesar de no tener registros electrónicos inmediatos como en un sistema en línea o mediado por computador, es posible realizar un proceso de minería de datos educativos a través de una recolección y sistematización de suficientes datos provenientes del trabajo diario en el aula utilizando otros medios como son las encuestas o entrevistas.
- La MDE se presenta como un campo potencial para realizar estudios de los sistemas de gestión escolar desde y con los profesores, como por ejemplo sobre prácticas docentes, tendencias de evaluación y correlaciones con los resultados estudiantiles, preferencias y tendencias en prácticas docentes para profesores y estudiantes, estudios longitudinales de desempeño, etc.

- La MDE debe verse como un campo de investigación en sí mismo y no como un conjunto de técnicas de análisis de datos. Es posible realizar investigación cualitativa, cuantitativa o mixta utilizando diferentes técnicas, pero siempre teniendo como base que los resultados deberán mejorar la educación desde sus diferentes dimensiones.

## 5.4 El futuro

Este trabajo pretende abrir las puertas para que los profesores del día a día puedan realizar estudios con minería de datos a través de la analítica de visualizaciones. Como tal, esta puede ser un área de desarrollo en la investigación educativa, la cual no se trata solamente de producir una gráfica, sino de los procesos detrás de las mismas y las reflexiones que generan.

Particularmente con este trabajo, podría seguirse un estudio en relación con el impacto que estas reflexiones tienen en los profesores, estudiantes y administrativos docentes, con el fin de comprender gran parte el proceso. Así mismo, cada una de las relaciones entre las variables y las visualizaciones creadas, pueden dar origen a un estudio más detallado que contribuya a mejorar la comprensión de la práctica pedagógica y educativa.

Adicionalmente, la formación docente podría incluir un módulo de capacitación en minería de datos educativos como posible campo de investigación en y para la educación, el cual siga construyendo un marco epistemológico más relevante en el campo educativo, permitiendo que las técnicas y los recursos sean mucho más accesibles a toda la comunidad en general.

Sólo resta esperar que los hallazgos de esta investigación trasciendan las fronteras de la biblioteca y se constituyan en un insumo primario para futuras investigaciones en el campo.

## REFERENCIAS

- Abdous, M., He, W., & Yen, C.-J. (2012). Using Data Mining for Predicting Relationships between Online Question Theme and Final Grade. *Educational Technology & Society*, 15(3), 77–88.
- Airasian, P. W. (2002). *La evaluación en el salón de clases*. México: McGraw Hill.
- Akçapınar, G. (2015). How automated feedback through text mining changes plagiaristic behavior in online assignments. *Computers and Education*, 87, 123-130. doi:10.1016/j.compedu.2015.04.007
- Alexander, D. (2014) Data Mining. Recuperado de <http://www.laits.utexas.edu/~anorman/BUS.FOR/course.mat/Alex/>
- Alhajri, R. (2014). *Integrating Multiple Individual Differences in Web-Based Instruction*. (Tesis Doctoral). Brunel University, Londres. Recuperada de <http://bura.brunel.ac.uk/bitstream/2438/8514/1/FulltextThesis.pdf>
- Appleton, J. J., Cristenson, S. L., Kin, D., & Reschly, A. L. (2006). Measuring cognitive and psychological engagement: validation of the student engagement instrument. *Journal of School Psychology*, 44, 427-445.
- Aristizabal, J. A. (2016). An Epistemological Approach for Research in Educational Data Mining. *International Journal of Education and Research*, 4(2), 131-138. Recuperado de <http://www.ijern.com/journal/2016/February-2016/12.pdf>
- Aristizabal, J. A. (2016). Analítica de datos de aprendizaje (ADA) y gestión educativa. *Gestión de la educación*, 1(2), 149-168. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/rge.v1i2.25499>
- Badur, B. & Mardikyan, S. (2011). Analyzing teaching performance of instructors using data mining techniques. *Informatics in Education-An International Journal*, 10(2), 245-257
- Baker, R. S., & Yacef, K. (2009). The state of educational data mining in 2009: A review and future visions. *JEDM-Journal of Educational Data Mining*, 1(1), 3-17. Recuperado de <http://www.educationaldatamining.org/JEDM/index.php/JEDM/article/view/8>
- Ball, D & Forzani, F. (2009). The work of teaching and the challenge for teacher education. *Journal of teacher education*. 60(5), 497-511. Recuperado de [http://www.ctc.ca.gov/educator-prep/TAP/JTE\\_The\\_Work\\_of\\_Teaching.pdf](http://www.ctc.ca.gov/educator-prep/TAP/JTE_The_Work_of_Teaching.pdf) DOI: 10.1177/0022487109348479.
- Bambrick-Santoyo, P. (2010). *Driven by data: A practical guide to improve instruction*. San Francisco, CA: John Wiley & Sons.

- Baradwaj, B. K., & Pal, S. (2011). Mining educational data to analyze students' performance. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 2(6), 63-69.
- Barracosa, J., & Antunes, C. (2011). Anticipating teachers' performance. In *KDD 2011 Workshop: Knowledge Discovery in Educational Data*. 77-82. Recuperado de <https://pslcdatashop.web.cmu.edu/KDD2011/papers/l-kddined2011.pdf>
- Becker, K., Ghedini, C. G., & Terra, E. L. (2000, April). Using KDD to analyze the impact of curriculum revisions in a Brazilian university. In *AeroSense 2000, International Society for Optics and Photonics*. 412-419.
- Beesley, A. D., & Apthorp, H. S. (2010). *Classroom instruction that works. Research report* (2nd Ed.). Denver, CO: Mid-continent Research for Education and Learning.
- Bernhardt, V. (1998). *Multiple Measures*. California Association for Supervision and Curriculum Development. Recuperado de [http://nces.ed.gov/pubs2007/curriculum/pdf/multiple\\_measures.pdf](http://nces.ed.gov/pubs2007/curriculum/pdf/multiple_measures.pdf)
- Bernhardt, V. (2009). Data use: Data-driven decision making takes a big-picture view of the needs of teachers and students. *Journal of Staff Development*, (30)1, 24-27. Recuperado de [http://eff.csuchico.edu/Downloads/MarylinAve\\_Story.pdf](http://eff.csuchico.edu/Downloads/MarylinAve_Story.pdf)
- Bienkowski, M., Feng, M., & Means, B. (2012). Enhancing Teaching and Learning Through Educational Data Mining and Learning Analytics: An Issue Brief. *US Department of Education, Office of Educational Technology*, 1-57. Recuperado de <https://tech.ed.gov/wp-content/uploads/2014/.../edm-la-brief.pdf>
- Blazer, C. (2006). Data-Driven Decision Making. Information Capsule. Volume 0605. Research Services, Miami-Dade County Public Schools. Recuperado de <http://eric.ed.gov/?id=ED541069>
- Briones, G. (2002). *Metodología de la investigación cuantitativa en las ciencias sociales*. Arfo Editores, composición electrónica. Recuperado de <https://www.contrasentido.net/wp-content/uploads/2007/08/modulo3.pdf>
- Brown, A., & Craig, R. P. (1977). Grading testing and grading. *The Elementary School Journal*, 395-399. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/1001443>
- Calabria, J.C., Bonilla, I. A. & Alvares, D. F. (2014). *Minería de datos, aplicación didáctica*. Barranquilla: Editorial Uniautónoma.

- Campagni, R., Merlini, D., Sprugnoli, R., & Verri, M. C. (2015). Data mining models for student careers. *Expert Systems with Applications*, 42(13), 5508-5521. doi:10.1016/j.eswa.2015.02.052
- Castellanos, S. H., & Yaya, R. E. (2013). La reflexión docente y la construcción de conocimiento: una experiencia desde la práctica. *Sinéctica*, 41. Recuperado de [http://www.sinectica.iteso.mx/articulo/?id=41\\_la\\_reflexion\\_docente\\_y\\_la\\_construccion\\_de\\_conocimiento\\_una\\_experiencia\\_desde\\_la\\_practica](http://www.sinectica.iteso.mx/articulo/?id=41_la_reflexion_docente_y_la_construccion_de_conocimiento_una_experiencia_desde_la_practica)
- Chen, M., et al (2009). Data, information, and knowledge in visualization. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, 29(1), 12-19. Recuperado de <https://www.purdue.edu/discoverypark/vaccine/assets/pdfs/publications/pdf/Data%20Information%20and%20Knowledge.pdf>
- Chih, A. (1998). Bridging Positivist and Interpretivist Approaches to Qualitative Methods. *Policy Studies Journal*. 26 (1), 162-168. Recuperado de <http://faculty.washington.edu/swhiting/pols502/Lin.pdf>
- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoría*, 14(1), 61-71.
- Cocea, M., Hershkovitz, A. & Baker, R. (2009). The Impact of Off-task and Gaming Behaviors on Learning: Immediate or Aggregate? *In Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Conference on Artificial Intelligence in Education*, 507-514. Recuperado de <http://www.learnlab.org/uploads/mypslc/publications/coceahershkovitzbakerfinal.pdf>
- Coenen, F. (2011). Data mining: past, present and future. *The Knowledge Engineering Review*, 26(01), 25-29. Recuperado de [http://cgi.csc.liv.ac.uk/~frans/PostScriptFiles/kerDataMining\\_2010-8-19.pdf](http://cgi.csc.liv.ac.uk/~frans/PostScriptFiles/kerDataMining_2010-8-19.pdf)
- Cook, K. A., & Thomas, J. J. (Eds). (2005). *Illuminating the path: The research and development agenda for visual analytics*. Richland, WA: Pacific Northwest National Laboratory.
- Corporación Calidad. (s.f) Premio a la Excelente Gestión Institucional. Recuperado de <http://ccalidad.org/blog/2013/11/23/premio-a-la-excelente-gestion-escolar/>
- Creswell, J. W., & Garrett, A. L. (2008). The "movement" of mixed methods research and the role of educators. *South African Journal of Education*, 28(3), 321-333. Recuperado de <http://www.sajournalofeducation.co.za/index.php/saje/article/viewfile/176/114>
- Davis, Z. (1987a). Effects of time-of-day of instruction on beginning reading achievement. *Journal of Educational Research*, 80(3), 138-140. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/27540248>

- Davis, Z. (1987b) The effects of time-of-day instruction on eighth grade students' English and mathematics achievement. *The High School Journal*, 72(2), 78-80. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/40364882>.
- Della Porta, D. & Keating, M. (Eds.). (2008). *Approaches and Methodologist in Social Sciences. A Pluralist Perspective*. New York: Cambrige University Press.
- Delors, J. et al. (1996). Informe a la Unesco de la comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI: La educación encierra un tesoro. Madrid: Santillana, Ediciones UNESCO. Recuperado de [http://www.unesco.org/education/pdf/DELORS\\_S.PDF](http://www.unesco.org/education/pdf/DELORS_S.PDF)
- Devine, T., Hossain, M., Harvey, E., & Baur, A. (2011). Improving pedagogy by analyzing relevance and dependency of course learning outcomes. *In Proceedings of the KDD 2011 workshop: Knowledge discovery in educational data*. P. 83-90. Recuperado de <https://pslclatashop.web.cmu.edu/KDD2011/papers/J-kddined2011.pdf>
- Dewey, J., 1933. *How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*. Boston: Heath & Co.
- Dunn, K., Airola, D., Lo, W., & Garrison, M. (2013). Becoming data driven: The influence of teachers' sense of efficacy on concerns related to data-driven decision making. *The Journal of Experimental Education*, 81(2), 222-241. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00220973.2012.699899>
- Durán, E. B., & Costaguta, R. N. (2007). Minería de datos para descubrir estilos de aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42(2), 6. Recuperado de <http://rieoei.org/deloslectores/1674Duran.pdf>
- Earl, L. (2005). From accounting to accountability: Harnessing data for school improvement. Using Data to Support Learning (Conference Proceedings) pp. 6-10. Recuperado de [http://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=research\\_conference\\_2005](http://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=research_conference_2005)
- Escobar, J., & Bonilla-Jimenez, F. I. (2009). Grupos focales: una guía conceptual y metodológica. *Cuadernos hispanoamericanos de psicología*, 9(1), 51-67. Recuperado de [www.uelbosque.edu.co/.../cuadernos\\_hispanoamericanos\\_psicologia/.../articulo\\_5.pdf](http://www.uelbosque.edu.co/.../cuadernos_hispanoamericanos_psicologia/.../articulo_5.pdf)
- Espigares, M. J. (2009). Educación musical con TIC para centros de secundaria: evaluación de un modelo de gestión del conocimiento educativo-musical (El modelo Bordón). (Tesis de doctorado). Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996). From data mining to knowledge discovery in databases. *AI magazine*, 17(3), 37. Recuperado de <http://www.csd.uwo.ca/faculty/ling/cs435/fayyad.pdf>

- Fisher, D., & Frey, N. (2007). *Checking for Understanding: Formative Assessment Techniques for Your Classroom*. Alexandria, VA, USA: Association for Supervision & Curriculum Development (ASCD). Recuperado de <http://www.ebrary.com>
- Frawley, W. J., Piatetsky-Shapiro, G., & Matheus, C. J. (1992). Knowledge discovery in databases: An overview. *AI magazine*, 13(3), 57. Recuperado de <http://aaaipress.org/ojs/index.php/aimagazine/article/viewFile/1011/929>
- Fredericks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74, 59– 109. Recuperado de <http://rer.sagepub.com/content/74/1/59.abstract>
- Freire, P. (2010). *Cartas a quien pretende enseñar* (2a ed). Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores. Recuperado de <http://josemramon.com.ar/wp-content/uploads/Para-educadores-Paulo-Freire-Cartas-a-Quien-Pretende-Ensenar-2002.pdf>
- Gallego-Badillo, R. G., & Miranda, R. P. (2009). Aprendibilidad, enseñabilidad y educabilidad en las ciencias experimentales. *Revista educación y pedagogía*, 11(25), 87-117.
- García, E. (2009). *Usando minería de datos para la continua mejora de cursos eLearning*. (Tesis doctoral). Córdoba: Universidad de Córdoba.
- García, E., Romero, C., Ventura, S., & Calders, T. (2007, Septiembre). Drawbacks and solutions of applying association rule mining in learning management systems. In *Proceedings of the International Workshop on Applying Data Mining in e-Learning (ADML 2007)*. pp. 13-22. Recuperado de <http://sci2s.ugr.es/keel/pdf/specific/congreso/3-associationrules-Final.pdf>
- García-Cabrero, B., & Navarro, F. (2001). *La construcción de una metodología para el análisis de la práctica educativa y sus implicaciones en la evaluación docente. Evaluar para comprender y mejorar la docencia en educación superior*, 193-208. Mexico: CESU-UAM.
- Goebel, M., & Gruenwald, L. (1999). A survey of data mining and knowledge discovery software tools. *ACM SIGKDD Explorations Newsletter*, 1(1), 20-33. Recuperado de [http://kdd.org/exploration\\_files/survey.pdf](http://kdd.org/exploration_files/survey.pdf)
- Green-Lerman, H. (2015). The Friday Effect: Do Students Really Do Worse? *Adaptive Learning*. Recuperado de <https://www.knewton.com/resources/blog/adaptive-learning/friday-effect-students-really-worse/>
- Hall, P., & Simeral, A. (2015). *Teach, Reflect, Learn : Building Your Capacity for Success in the Classroom*. Alexandria, US: ASCD. Recuperado de <http://www.ebrary.com>

- Hamilton, L., Halverson, R., Jackson, S., Mandinach, E., Supovitz, J., & Wayman, J. (2009). Using student achievement data to support instructional decision making. Washington, DC: National Center for Education Evaluation and Regional Assistance, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education. Recuperado de <http://ies.ed.gov/ncee/wwc/publications/practiceguides/>
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of 800+ meta-analyses on achievement*. Abingdon: Routledge.
- Hattie, J. (2012). *Visible Learning for Teachers. Maximizing Impact on Learning*. New York: Routledge.
- Heppen, J., et al. (2010). Using Data to Improve Instruction in the Great City Schools: Key Dimensions of Practice. Urban Data Study. Council Of The Great City Schools. Recuperado de [http://www.cgcs.org/cms/lib/DC00001581/Centricity/Domain/87/Strand%20%20Report%20-%20Key%20Dimensions%20of%20Data%20Use\\_122110.pdf](http://www.cgcs.org/cms/lib/DC00001581/Centricity/Domain/87/Strand%20%20Report%20-%20Key%20Dimensions%20of%20Data%20Use_122110.pdf)
- Herman, J. L., & Gribbons, B. (2001). *Lessons learned in using data to support school inquiry and continuous improvement: Final report to the Stuart Foundation*. Los Angeles: University of California Graduate School of Education and Information Studies. Recuperado de <http://cresst.org/wp-content/uploads/TR535.pdf>
- Hernandez S. R., Fernández C. C., & Baptista L.P (2010). *Metodología de la Investigación*. (5ª Ed.). México: McGraw Hill.
- Hernández, J. A., Burlak, G., Muñoz Arteaga, J., & Ochoa, A. (2006). Propuesta para la evaluación de los objetos de aprendizaje desde una perspectiva integral usando minería de datos. Recuperado de <http://ixil.izt.uam.mx/pd/lib/exe/fetch.php/art8tatoaje4to.pdf>
- Hernández, L. L., & Olariaga, L. M. J. (2010). Estudio Diferencial del Rendimiento Académico en Lengua Española de Estudiantes de Educación Secundaria de Baja California (México). *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 3(3), 115-134.
- Howe, K. & Eisenhart, M. (1993). Criterios de investigación cualitativa (y cuantitativa): prolegómenos. *Revista de Educación*, (300), 173-189. Recuperado de <http://www.mecd.gob.es/dctm/revista-de-educacion/articulos/re300/re3000800488.pdf?documentId=0901e72b81272cbd>
- Hung, J.-L., Hsu, Y.-C., & Rice, K. (2012). Integrating Data Mining in Program Evaluation of K-12 Online Education. Recuperado de [http://www.ifets.info/journals/15\\_3/3.pdf](http://www.ifets.info/journals/15_3/3.pdf)
- ICFES. (s. f). Investigaciones e Investigadores de posgrado. Recuperado de <http://www.icfes.gov.co/index.php/investigadores-posgrado/bienvenido>

- International Educational Data Mining Society, (s. f). Recuperado de <http://www.educationaldatamining.org/>
- Jayaprakash, S. M., Moody, E. W., Lauría, E. J., Regan, J. R., & Baron, J. D. (2014). Early alert of academically at-risk students: An open source analytics initiative. *Journal of Learning Analytics*, 1(1), 6-47. Recuperado de <https://epress.lib.uts.edu.au/journals/index.php/JLA/article/view/3249>
- Jez, S. J., & Wassmer, R. W. (2013). The impact of learning time on academic achievement. *Education and Urban Society*, 47(3), 284-306. Recuperado de <http://eus.sagepub.com/content/early/2013/07/17/0013124513495275.abstract>
- Ji, H., Park, K., Jo, J., & Lim, H. (2015). Mining students activities from a computer supported collaborative learning system based on peer to peer network. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, doi:10.1007/s12083-015-0397-0
- Jiménez, A. & García, H. (2010). Minería de datos en la educación. Inteligencia en Redes de Comunicación. Recuperado de <http://www.it.uc3m.es/~jvillena/irc/practicas/10-11/08mem.pdf>
- Jimerson, S. R., Campos, E., & Greif, J. L. (2003). Toward and understanding of definitions and measures of school engagement and related terms. *California School Psychologist*, 8, 7– 27. Recuperado de <http://eric.ed.gov/?id=EJ933621>
- Johnson, L., Levine, A., Smith, R., & Stone, S. (2010). *The 2010 Horizon Report*. Austin, TX: New Media Consortium. Recuperado de <https://www.nmc.org/pdf/2010-Horizon-Report.pdf>
- Kelly-Winstead, D. (2010). *New Directions in Education Research: Using Data Mining Techniques to Explore Predictors of Grade Retention*. (Tesis doctoral). George Mason University, Fairfax. Recuperado de <http://digilib.gmu.edu/jspui/handle/1920/5818>
- Kerlinger, F. & Lee, H. B. (2002). *Investigación del comportamiento*. México City, México: McGraw-Hill.
- Kerr, D. (2014). Into the Black Box: Using Data Mining of In-Game Actions to Draw Inferences from Educational Technology about Students' Math Knowledge. (Tesis doctoral). University of California, Los Angeles. Recuperado de <http://escholarship.org/uc/item/54c4z14h>
- Khan, I. A., & Choi, J. T. (2014). An Application of Educational Data Mining (EDM) Technique for Scholarship Prediction. *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, 8(12), 31-42. Recuperado de [http://www.sersc.org/journals/IJSEIA/vol8\\_no12\\_2014/3.pdf](http://www.sersc.org/journals/IJSEIA/vol8_no12_2014/3.pdf)

- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into practice*, 41(4), 212-218. Recuperado de [http://www.unco.edu/cetl/sir/stating\\_outcome/documents/Krathwohl.pdf](http://www.unco.edu/cetl/sir/stating_outcome/documents/Krathwohl.pdf)
- León, Y. D. V. R., & Carrillo, J. A. O. (2012). Diagnóstico del estilo de aprendizaje predominante basado en minería de datos y el modelo de Felder: aplicaciones al Elearnig 3.0. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4651452.pdf>
- Leyva, Y. (2010). Evaluación del Aprendizaje: Una guía práctica para profesores. Recuperado de [http://www.ses.unam.mx/curso2012/pdf/Guia\\_evaluacion\\_aprendizaje2010.pdf](http://www.ses.unam.mx/curso2012/pdf/Guia_evaluacion_aprendizaje2010.pdf)
- Liu, Y.-C., & Hsu, Y.-C. (2013). Predicting Adolescent Deviant Behaviors through Data Mining Technologies. *Educational Technology & Society*, 16 (1), 295–308. Recuperado de [http://www.ifets.info/journals/16\\_1/26.pdf](http://www.ifets.info/journals/16_1/26.pdf)
- Luan, J. (2002). Data mining and its applications in higher education. *New directions for institutional research*, 2002(113), 17-36. Recuperado de <http://eric.ed.gov/?id=ED474143>
- Ma, Y., Liu, B., Wong, C. K., Yu, P. S., & Lee, S. M. (2000). Targeting the right students using data mining. In *Proceedings of the sixth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*. P. 457-464. Recuperado de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=347184>
- Mandinach, E. B., Gummer, E. S., & Muller, R.D. (2011). The complexities of integrating data-driven decision making into professional preparation in schools of education: It's harder than you think. Alexandria, VA, Portland, OR, and Washington, DC: CNA Education, Education Northwest, and WestEd. Recuperado de <http://educationnorthwest.org/sites/default/files/gummer-mandinach-report-summary.pdf>
- Mardones, J. M. (1991). *Filosofía de las ciencias humanas y sociales: materiales para una fundamentación científica (Vol. 1)*. Barcelona: Anthropos Editorial.
- Marín, J. D. (2009). Fundamentación epistemológica para la investigación pedagógica. *Itinerario Educativo: revista de la Facultad de Educación*, (54), 23-48. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3438917.pdf>
- Marquez, C. (2015). *Predicción del fracaso y el abandono escolar mediante técnicas de minería de datos*. (Tesis doctoral). Universidad de Córdoba, Córdoba. Recuperado de <http://www.tesisenred.net/handle/10803/299076>
- Marzano, R. (s.f.). Appendix B. What is an effect size? Marzano Research Laboratory. Recuperado de [https://soltreemrls3.s3-us-west-2.amazonaws.com/marzanoresearch.com/media/documents/pdf/AppendixB\\_DTLGO.pdf](https://soltreemrls3.s3-us-west-2.amazonaws.com/marzanoresearch.com/media/documents/pdf/AppendixB_DTLGO.pdf)

- Marzano, R. J. (2000). *Transforming classroom grading*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Marzano, R. J. (2006). *Classroom Assessment and Grading That Work*. Alexandria, VA, USA: Association for Supervision & Curriculum Development (ASCD). Recuperado de <http://www.ebrary.com>
- Marzano, R. J., Pickering, D., & Pollock, J. E. (2001). *Classroom instruction that works: Research-based strategies for increasing student achievement*. Alexandria, VA: ASCD.
- McLaughlin, M., McGrath, D. J., Burian-Fitzgerald, M., Lanahan, L., Scotchmer, M., Enyeart, C., & Salganik, L. (2005). Student content engagement as a construct for the measurement of effective classroom instruction and teacher knowledge. *American Educational Research Association*. Recuperado de [http://www.air.org/sites/default/files/downloads/report/AERA2005\\_Student\\_Content\\_Engagement11\\_0.pdf](http://www.air.org/sites/default/files/downloads/report/AERA2005_Student_Content_Engagement11_0.pdf)
- McLeod, J., Fisher, J., & Hoover, G. (2003). *Key Elements of Classroom Management : Managing Time and Space, Student Behavior, and Instructional Strategies*. Alexandria, VA, USA: Association for Supervision & Curriculum Development. Recuperado de <http://www.ebrary.com>
- McMunn, N. D., & Butler, S. M. (2006). *Teacher's Guide to Classroom Assessment : Understanding and Using Assessment to Improve Student Learning*. Hoboken, NJ: Jossey-Bass. Recuperado de <http://www.ebrary.com>
- Medina, C. (2001). Paradigmas de la investigación sobre lo cuantitativo y lo cualitativo. *Ciencia e Ingeniería Neogranaina*. (10), 79-84.
- Méndez, J.A. (2015, 17 de octubre). Notas Seminario Construcción de la subjetividad social en la investigación educativa: Perspectivas teóricas y metodológicas. Bogotá: USTA.
- Mills, W. (1986). *La imaginación social*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Ministerio de Educación Nacional Colombia, (2008). Guía de mejoramiento institucional: De la autoevaluación al plan de mejoramiento Guía No. 34. Recuperado de <http://www.mineduacion.gov.co/1621/w3-article-177745.html>
- Ministerio de Educación Nacional Colombia, (2015). ¿Qué es el Índice Sintético de Calidad Educativa (ISCE)? Disponible en: [http://www.colombiaaprende.edu.co/html/micrositios/1752/articles-349835\\_quees.pdf](http://www.colombiaaprende.edu.co/html/micrositios/1752/articles-349835_quees.pdf)
- Monsalve, J., Aponte, F., & Hoyos, J. (2013). Aplicación de minería de datos educativos a procesos B-Learning. *Conferencias LACLO*, 4(1). Recuperado de [www.laclo.org/papers/index.php/laclo/article/download/75/69](http://www.laclo.org/papers/index.php/laclo/article/download/75/69)

- Moriyama, I. M. (1968). *Problems in the measurement of health status. Indicators of Social Change*. New York: Russell Sage Foundation, 573-600.
- Murray, J. (2013). Critical issues facing school leaders concerning data-informed decision-making. *School Leadership & Management*, 33(2), 169-177. Recuperado de <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1038162.pdf>
- Nicol, D. J., & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Studies in higher education*, 31(2), 199-218. Recuperado de <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03075070600572090>
- Noyce, P., Perda, D., & Traver, R. (2000). Creating Data-Driven Schools. *Educational Leadership*, 57(5), 52-56. Recuperado de <http://eric.ed.gov/?id=EJ609608>
- NSSE. (s.f.). What is Student Engagement. Recuperado de <http://nsse.indiana.edu/html/about.cfm>
- Pagola, J. M., Pinheiro, M. S., & Despachelles, C. A. (2005). Evaluación del rendimiento de los voleibolistas mediante minería de datos. *Ingeniería Industrial*, 26(2), 47-52. Recuperado de <http://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/135>
- Papamitsiou, Z., & Economides, A. (2014). Learning Analytics and Educational Data Mining in Practice: A Systematic Literature Review of Empirical Evidence. *Educational Technology & Society*, 17 (4), 49–64. Recuperado de [http://www.ifets.info/journals/17\\_4/4.pdf](http://www.ifets.info/journals/17_4/4.pdf)
- Pardos, Z. et al (2014). Affective States and State Tests: Investigating How Affect and Engagement during the School Year Predict End-of-Year Learning Outcomes. *Journal of Learning Analytics*, 1(1), 107–128. Recuperado de [http://www.columbia.edu/~rsb2162/LAK\\_2013\\_Affect\\_ZBSGG\\_camera\\_ready\\_rev4.pdf](http://www.columbia.edu/~rsb2162/LAK_2013_Affect_ZBSGG_camera_ready_rev4.pdf)
- Parentau, J., Sallam, R., Howson, C., Tapadinhas, J., Schlegel, K., & Oestreich, T. (2016, 4 de febrero). Magic Quadrant for Business Intelligence and Analytics Platforms. Recuperado de <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-2WQY2ZG&ct=160121&st=sb>.
- Parker, K.B., City, E.A., & Murnane, R.J. (Eds.). (2005). *Data wise: A step-by-step guide to using assessment results to improve teaching and learning*. Cambridge, MA: Harvard Education Press.
- Peña-Ayala, A. (2014). Educational data mining: A survey and a data mining-based analysis of recent works. *Expert systems with applications*, 41(4), 1432-1462. Recuperado de <http://romisatriawahono.net/lecture/dm/survey/Ayala%20-%20Educational%20Data%20Mining%20-%202014.pdf>

- Pereira, R. T., Romero, A. C., & Toledo, J. J. (2013). Aplicación de la minería de datos en la extracción de perfiles de deserción estudiantil. *Ventana Informática*, (28). Recuperado de <http://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/ventanainformatica>
- Pérez, M. (2015). *Minería de datos a través de ejemplos*. México D.F.: Alfaomega.
- Piatetsky-Shapiro, G. (1991). Discovery, analysis, and presentation of strong rules. *Knowledge discovery in databases*, 229-238. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/228396750\\_Discovery\\_Analysis\\_and\\_Presentation\\_of\\_Strong\\_Rules](https://www.researchgate.net/publication/228396750_Discovery_Analysis_and_Presentation_of_Strong_Rules)
- Pineda, C., Bermúdez, J., Rubiano, A., Pava, N., Suárez, R. & Cruz, F. (2014). Compromiso estudiantil y desempeño académico en el contexto universitario colombiano. *Relieve*, 20 (2), art. 3. DOI: 10.7203/relieve.20.2.4238
- Pinzón, L. (2011). Aplicando minería de datos al marketing educativo. *Notas D Marketing* 1(1), 45-61. Recuperado de <http://www.usergioarboleda.edu.co/investigacion-marketing/marketing/articulo5MineriaDatos.pdf>
- Porcel, E., Dapozo, G. N., & López, M. V. (2009). Modelos predictivos y técnicas de minería de datos para la identificación de factores asociados al rendimiento académico de alumnos universitarios. *En XI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*. Recuperado de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19846/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19846/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- Prabhu, S., & Venatesan, N. (2007). *Data Mining and Warehousing*. New Delhi: New Age International.
- Pregibon, D. (1996) Data mining. *Statistical Computing and Graphics Newsletter*, 7(3), 8. Recuperado de <http://stat-computing.org/newsletter/issues/scgn-07-3.pdf>
- Raju, D. (2012). Predicting Student Graduation in Higher Education Using Data Mining Models. (Tesis doctoral). University of Alabama, Tuscaloosa.
- Ricoy, C. (2006). Contribución sobre los paradigmas de investigación. Brasil: Educação (UFSM). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=117117257002>
- Rigo, D. Y. (2013). Compromiso hacia las tareas académicas: diseños instructivos e inteligencias múltiples. *Ikastorratza, e-Revista de didáctica*, (10), 3-15. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4476793>
- Rodriguez, A. (2009). Prospección de la colaboración utilizando herramientas de minería de datos en ambientes abiertos de aprendizaje colaborativo con el objetivo de mejorar la gestión del proceso de colaboración. (Tesis doctoral).

- UNED, Madrid. Recuperado de <http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:IngInf-Arodriguez>
- Romero, C., & Ventura, S. (2007). Educational data mining: A survey from 1995 to 2005. *Expert systems with applications*, 33(1), 135-146. Recuperado de <http://airccse.org/journal/ijdms/papers/5313ijdms04.pdf>
- Romero, C., & Ventura, S. (2010). Educational data mining: a review of the state of the art. *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on*, 40(6), 601-618. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/224160756\\_Educational\\_Data\\_Mining\\_A\\_Review\\_of\\_the\\_State\\_of\\_the\\_Art](https://www.researchgate.net/publication/224160756_Educational_Data_Mining_A_Review_of_the_State_of_the_Art)
- Romero, C., & Ventura, S. (2013). Data mining in education. *WIREs Data Mining Knowledge Discovery*, 3: 12–27. doi: 10.1002/widm.107
- Romero, C., Ventura, S., Pechenizkiy, M., & Baker, R. S. (Eds.). (2011). *Handbook of educational data mining*. Boca Ratón, FL: CRC Press.
- Sadler, D. R. (1998) Formative assessment: revisiting the territory. *Assessment in Education*, 5(1), 77–84. Recuperado de <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0969595980050104#.VwAO4vnhDIU>
- Salvador, F. (2014). Big Data: ¿La ruta o el destino? *Tecnología y Crecimiento*, 2014 (3). Recuperado de [http://www.ie.edu/fundacion\\_ie/Comun/Publicaciones/Publicaciones/Big%20Data%20ESP%207.pdf](http://www.ie.edu/fundacion_ie/Comun/Publicaciones/Publicaciones/Big%20Data%20ESP%207.pdf)
- Sanders, W. L., Wright, S. P., & Horn, S. P. (1997). Teacher and classroom context effects on student achievement: Implications for teacher evaluation. *Journal of personnel evaluation in education*, 11(1), 57-67. Recuperado de [https://www.sas.com/govedu/edu/teacher\\_eval.pdf](https://www.sas.com/govedu/edu/teacher_eval.pdf)
- Sanjeev, A. P., & Zytkow, J. M. (1995). Discovering Enrollment Knowledge in University Databases. In *KDD* pp. 246-251. Recuperado de <https://www.aaai.org/Papers/KDD/1995/KDD95-029.pdf>
- Schlechy, P. (1994). Increasing Student Engagement. *Missouri: Leadership Academy*, 5. Recuperado de <http://www.schlechtycenter.org/>
- Scriven, M. (1966). The Methodology of Evaluation. *Social Science Evaluation Consortium*. Recuperado de <http://www.comp.dit.ie/dgordon/Courses/ILT/ILT0005/TheMethodologyOfEvaluation.pdf>
- Secretaría de Educación de Bogotá. (2015). Premio a la excelente gestión institucional. Recuperado de <http://ccalidad.org/wp-content/uploads/2015/05/Cart-Modelo-PEGI-2015.pdf>
- Senge, P. (1990). *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*, New York: Doubleday.

- Shana, Z., & Abdulla, S. (2015). Educational data mining: An intelligent system to predict student graduation AGPA. *International Review on Computers and Software*, 10(6), 593-601. Recuperado de <http://www.praiseworthyprize.org/jsm/index.php?journal=irecos&page=article&op=view&path%5B%5D=17626>
- Shneiderman, B. (2001, November). Inventing discovery tools: Combining information visualization with data mining. In *Discovery Science* (pp. 17-28). Springer Berlin Heidelberg. Recuperado de <http://cgis.cs.umd.edu/localphp/hcil/tech-reports-search.php?number=2001-16>
- Shum, B. S. (2012). Learning Analytics. Russian Federation: UNESCO. Recuperado de [http://iite.unesco.org/files/policy\\_briefs/pdf/en/learning\\_analytics.pdf](http://iite.unesco.org/files/policy_briefs/pdf/en/learning_analytics.pdf)
- Siabato, M. (2013). Gestión integral y desarrollo educativo. *Cooperativismo & Desarrollo*, 21(103), 35-48. Recuperado de <http://revistas.ucc.edu.co/index.php/co/article/view/670>
- Siemens, G., & Gasevic, D. (2012). Guest Editorial-Learning and Knowledge Analytics. *Educational Technology & Society*, 15(3), 1-2. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.15.3.1>
- Sjosten-Bell, W. (2005). *Influence of Time-of-Day on Student Performance on Mathematical Algorithms*. (Tesis de maestría). Dominican University of California, California. Recuperado de <http://eric.ed.gov/?id=ED490712>.
- Strong, R., Silver, H. F., & Robinson, A. (1995). Strengthening student engagement: What do students want? *Educational Leadership*, 53(1), 8-12. Recuperado de <http://www.ascd.org/publications/educational-leadership/sept95/vol53/num01/Strengthening-Student-Engagement@-What-Do-Students-Want.aspx>
- Taras, M. (2005). Assessment—summative and formative—some theoretical reflections. *British Journal of Educational Studies*, 53(4), 466-478. Recuperado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-8527.2005.00307.x/abstract>
- Tedesco, J. C. (1985). Paradigmas de la investigación socioeducativa. *Revista Latinoamericana de estudios educativos*, 15(2). Recuperado de [www.pedagogica.edu.co/storage/rce/articulos/18\\_04ensa.pdf](http://www.pedagogica.edu.co/storage/rce/articulos/18_04ensa.pdf)
- Thai-Nghe, N., Drumond, L., Horváth, T., & Schmidt-Thieme, L. (2011, August). Multi-relational factorization models for predicting student performance. In *KDD Workshop on Knowledge Discovery in Educational Data*. Recuperado de [http://147.172.223.225/public\\_html/pub/pdfs/Nguyen\\_et\\_al\\_KDDinED\\_2011.pdf](http://147.172.223.225/public_html/pub/pdfs/Nguyen_et_al_KDDinED_2011.pdf)

- Tsai, C. F., Tsai, C. T., Hung, C. S., & Hwang, P. S. (2011). Data mining techniques for identifying students at risk of failing a computer proficiency test required for graduation. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27(3), 481-498. Recuperado de <http://eric.ed.gov/?id=EJ936640>
- Walberg, H. J. & Paik, S. J. (2000). Effective Educational Practices. Educational Practices. *UNESCO, Series 3*. Recuperado de <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED443788.pdf>
- Wang, Y., Luo, L., Freedman, M. T., & Kung, S. Y. (2000). Probabilistic principal component subspaces: a hierarchical finite mixture model for data visualization. *Neural Networks, IEEE Transactions*, 11(3), 625-636. Recuperado de [http://www.princeton.edu/~kung/papers\\_pdf/DNA/hierarchical.pdf](http://www.princeton.edu/~kung/papers_pdf/DNA/hierarchical.pdf)
- Wilson, B. L. (1985). Models for Uses of Data in School Improvement: From Fast-Food to Five-Star Restaurant. Recuperado de <http://eric.ed.gov/?id=ED267113>.
- Witten, I. H., & Frank, E. (2005). *Data Mining: Practical machine learning tools and techniques*. Nueva Zelanda: Morgan Kaufmann
- Ye, N. (Ed.). (2003). *The handbook of data mining* (Vol. 24). London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. Recuperado de <http://read.pudn.com/downloads159/ebook/710349/5GreatMatlabBooks/HandbookOfDataMining.pdf>
- Zapata, A. (2013). *Modelo híbrido de recomendación de objetos de aprendizaje*. (Tesis doctoral). Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real.

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Carta compromiso Institución-Investigador

Los siguientes son los compromisos de las dos partes.

### EL INVESTIGADOR

1. Se compromete a utilizar la información recogida únicamente con carácter investigativo y no comprometerá en ninguna forma la integridad, privacidad y honra de los participantes.
2. Socializará el proyecto general a las directivas indicando el alcance de los resultados y la forma de participación de la Fundación.
3. Realizará la recolección de información sin perturbar el ciclo normal de actividades de la Fundación.
4. Mantendrá informada a las directivas de la Fundación sobre los avances de la investigación.
5. Mantendrá en confidencialidad la identidad de los actores utilizando solamente códigos para su identificación.
6. Compartirá los resultados productos de la investigación con los actores involucrados.
7. Otorgará los créditos necesarios en el documento tesis a los actores involucrados.
8. Respetará las directrices institucionales y no interferirá en las mismas.
9. De existir algún gasto o inversión económica correrá por cuenta del investigador.

### EL COLEGIO FUNDACION NUEVA GRANADA

1. Proporcionará las condiciones adecuadas para que el investigador recolecte la información para su Tesis Doctoral (Asignación de grupo de trabajo y profesores).
2. Permitirá el acceso del investigador o su delegado(a) a las instalaciones (salones y clases) durante el tiempo que dure la recolección de información (aproximadamente 2 semanas) y la socialización de la misma (aproximadamente 2 semanas).
3. Para el registro documental de la evaluación, facilitará el acceso, a través de los profesores participantes, de copias de las evaluaciones de cada uno de los estudiantes participantes y registro de notas.
4. Permitirá a los estudiantes y profesores participantes diligenciar las encuestas de recolección de información durante el período de recolección de información.
5. Participará, a través de los profesores y estudiantes involucrados, en la socialización de resultados con el fin de contribuir con aportes derivados de la investigación.
6. Se abstendrá de utilizar los resultados de la investigación con fines evaluativos, por tanto, estos resultados no comprometerán la estabilidad laboral de los profesores ni la permanencia o emisión de juicios sobre los participantes.
7. Podrá solicitar copia de los resultados para análisis interno.
8. Comprende que esta investigación está protegida por derechos de autor y que su implementación o adaptación a la institución requiere el consentimiento escrito del autor.

Rectoría <rectoria@hogamuevagrana.org>

Wed, May 4, 2016 at 6:4

To: Alex Aristizabal <alexanderaristizabal@gmail.com>

Cc: MARIA ALEJANDRA GARZON <mgarzon@hogamuevagrana.org>, Jhon Henry Mora Camargo <jhmora@hogamuevagrana.org>, Carmen Tullia Cordoba Acosta <coordinacionacademicasegundaescuela@hogamuevagrana.org>, Johanna Hjerthen <johannah@hogamuevagrana.org>

Cordial saludo Alexander,

Lei atentamente el correo que antecede y lo encuentro muy acertado y que corresponde a la realidad y compromisos que se deben asumir.

Tengo solo una inquietud, ayer hablamos de que una vez finalice el estudio tú vas a compartir no solo la información, sino que nos enseñarías cómo utilizar este sistema para poder obtener datos de nuestras prácticas educativas, estoy en lo cierto?

Quedo atento a tu respuesta.

Ximena M. Corredor A.

Rectoría

Colegio Fundación Nueva Granada

3460290 - 3472469 Ext. 109

[Quoted text hidden]

## Anexo 2: Instrumento No. 1

Registro estrategias de enseñanza, autoevaluación de enganche y descripción de su respuesta), el instrumento para el profesor.

### INSTRUMENTO No. 1 PARA EL ESTUDIANTE

Objetivo: Registrar las actividades de enseñanza utilizadas por el profesor en una clase en particular, su percepción de enganchamiento personal y una explicación de la decisión.

Respetado estudiante. La siguiente información será utilizada solamente con fines investigativos y en ningún momento comprometen tu situación con la institución educativa o resultados en la clase. Tu nombre será codificado y nunca aparecerá en ningún documento como tal.

Nombre: \_\_\_\_\_ Asignatura: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
Tema de la clase: \_\_\_\_\_ Grado/Grupo \_\_\_\_\_

Por favor responde a las preguntas de la tabla y marca con una X la respuesta a las enunciados 2, 3, 4 y 5 con base en la siguiente escala:

1 Totalmente en desacuerdo - 2 Algo en desacuerdo - 3 Indiferente - 4 De acuerdo - 5 Totalmente de acuerdo

| Criterio                                                                                                               | Actividad de enseñanza No. 1 | Actividad de enseñanza No. 2 | Actividad de enseñanza No. 3 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1. ¿Cuál es el nombre o descripción de la(s) actividad(es) de clase?                                                   |                              |                              |                              |
| 2. Participo con entusiasmo en la actividad de enseñanza propuesta o utilizada por el profesor(a) tan pronto comienza. | 1 2 3 4 5                    | 1 2 3 4 5                    | 1 2 3 4 5                    |
| 3. Permanezco involucrado/trabajando durante todo el tiempo que dura la actividad de enseñanza.                        | 1 2 3 4 5                    | 1 2 3 4 5                    | 1 2 3 4 5                    |
| 4. Participo en la actividad de clase porque me toca, no porque quiero.                                                | 1 2 3 4 5                    | 1 2 3 4 5                    | 1 2 3 4 5                    |
| 5. Considero que la estrategia de enseñanza que utilizó el profesor ayuda a mi aprendizaje.                            | 1 2 3 4 5                    | 1 2 3 4 5                    | 1 2 3 4 5                    |
| 6. ¿Qué es lo que más te gustó de la actividad de enseñanza?                                                           |                              |                              |                              |
| 7. ¿Qué es lo que menos te gustó de la actividad de enseñanza?                                                         |                              |                              |                              |

Si hay más actividades de enseñanza en una misma sesión de clase, por favor continúa al respaldo de la hoja.

### Anexo 3: Instrumento No. 2

Registro estrategias de enseñanza, valoración del enganche general de la clase, descripción de su respuesta, tiempo de la actividad).

#### INSTRUMENTO No. 2 PARA EL PROFESOR VERSION 2

Objetivo: Registrar las actividades de enseñanza utilizadas por el profesor en una clase en particular, su percepción del enganche de los estudiantes.

*Respetado profesor(a).* La siguiente información será utilizada solamente con fines investigativos y en ningún momento comprometen su situación con la institución educativa. Los resultados se compartirán con usted para un proceso de reflexión sobre su práctica docente y la relación con el enganche y las calificaciones de los estudiantes.

Nombre: \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) Asignatura: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Tema de la clase: \_\_\_\_\_ Grado/Grupo \_\_\_\_\_ Día \_\_\_\_\_ Período/bloque: \_\_\_\_\_

Por favor responde a las preguntas de la tabla y marca con una X la respuesta a los enunciados 2, 3 y 4 con base en la siguiente escala:

1 Totalmente en desacuerdo - 2 Algo en desacuerdo - 3 Indiferente - 4 De acuerdo - 5 Totalmente de acuerdo

| Criterio                                                                                                         | Actividad de enseñanza No. 1 | Actividad de enseñanza No. 2 | Actividad de enseñanza No. 3 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1. ¿Cuál es el nombre o descripción de la(s) actividad(es) de clase?                                             |                              |                              |                              |
| 2. Mis estudiantes participan con entusiasmo en la actividad de enseñanza que empleo o les propongo.             | 1 2 3 4 5                    | 1 2 3 4 5                    | 1 2 3 4 5                    |
| 3. Mis estudiantes permanecen involucrados/trabajando durante todo el tiempo que dura la actividad de enseñanza. | 1 2 3 4 5                    | 1 2 3 4 5                    | 1 2 3 4 5                    |
| 4. Impuse mi autoridad para hacer que los estudiantes participaran en la actividad de enseñanza.                 | 1 2 3 4 5                    | 1 2 3 4 5                    | 1 2 3 4 5                    |
| 5. ¿Considera que los estudiantes se engancharon (engaged) en la actividad propuesta? Si o No y ¿por qué?        | Si__ No__ ¿Por qué?          | Si__ No__ ¿Por qué?          | Si__ No__ ¿Por qué?          |
| 6. ¿Qué tiempo se dedicó a la actividad en minutos?                                                              | _____ min                    | _____ min                    | _____ min                    |

Si hay más de cuatro actividades de enseñanza en una misma sesión, por favor solicitar una hoja adicional.

## Anexo 4: Instrumento No. 3

Registro documental.

[illegible]

## Anexo 5: Instrumento No. 4

### Grupo Focal

#### Diseño y aportes de un modelo de minería de datos educativos en aulas de educación media de carácter presencial



#### Objetivo:

- Recopilar las reflexiones y el sentido que los actores le dan a la implementación y resultados del modelo metodológico de minería de datos educativos desde sus propios roles y con base en los referentes conceptuales para esta investigación.

#### Materiales esenciales:

Visualizaciones, hojas de respuesta, tamaños del efecto, presentación del modelo.

## Preguntas rectoras

Por favor dar respuesta a cada una de las preguntas que acompañan las visualizaciones. Adicionalmente, incluya en qué forma el conocimiento derivado de estas visualizaciones contribuye a su conocimiento, labor pedagógica y/o administrativa y qué otras preguntas le surgen a partir de la misma o del conjunto.

Si el espacio no es suficiente, por favor utilizar el respaldo de la página o solicitar una hoja adicional.

La escala Likert utilizada de 1 a 5 contiene los siguientes descriptores:

**1 Totalmente en desacuerdo**

**2 Algo en desacuerdo**

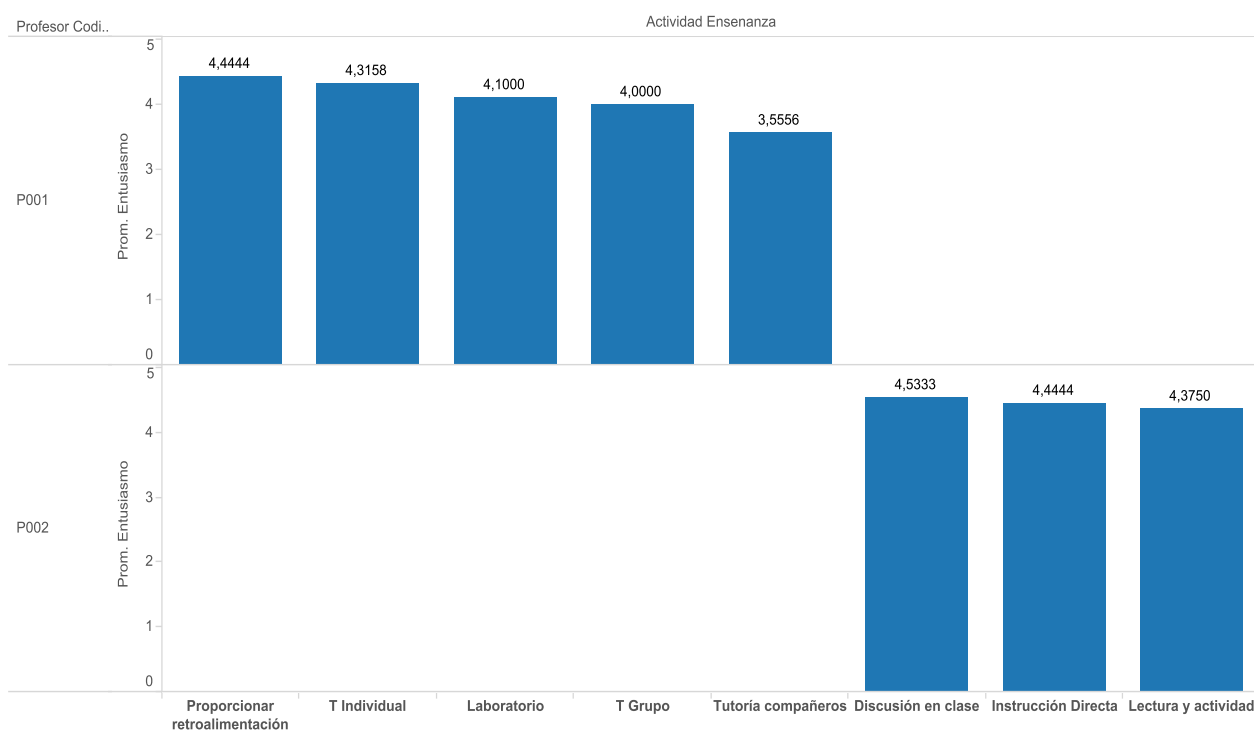
**3 Indiferente**

**4 De acuerdo**

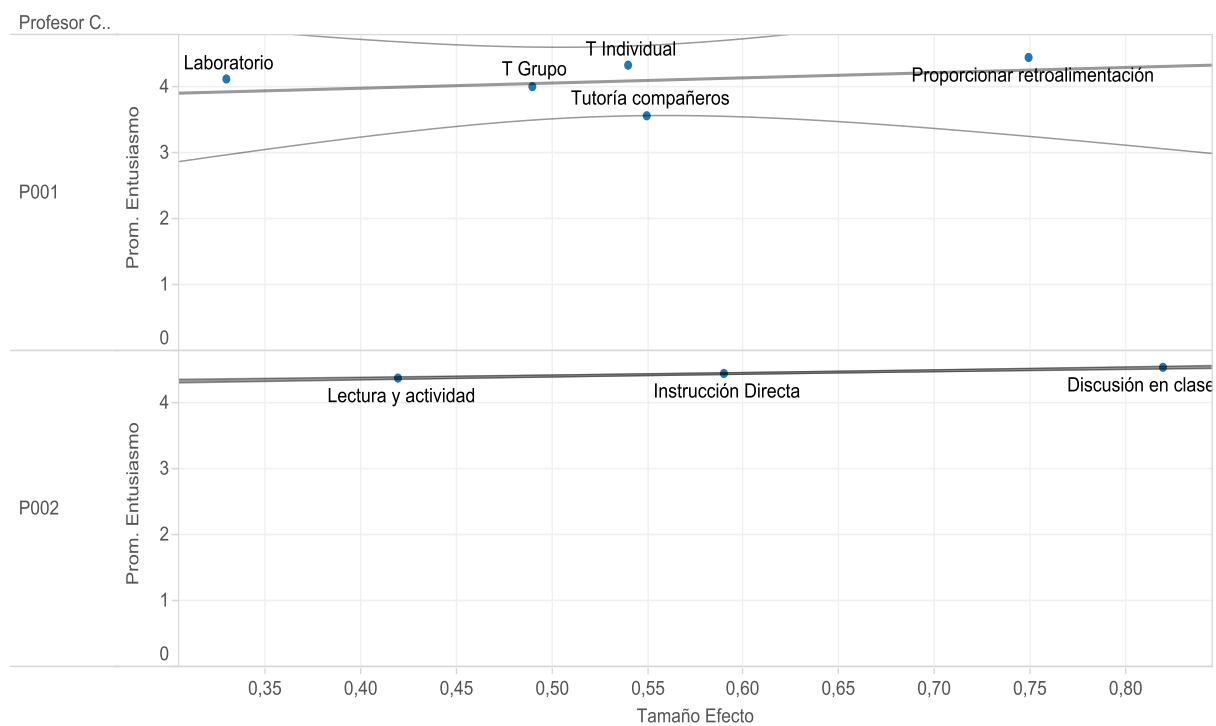
**5 Totalmente de acuerdo**

1. ¿Cuáles son las actividades de enseñanza empleadas por los profesores y con qué entusiasmo participan los estudiantes en las mismas? ¿Se observa algún tipo de relación entre el tamaño del efecto de estas actividades y el entusiasmo reportado por los estudiantes?

ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA VS ENTUSIASMO

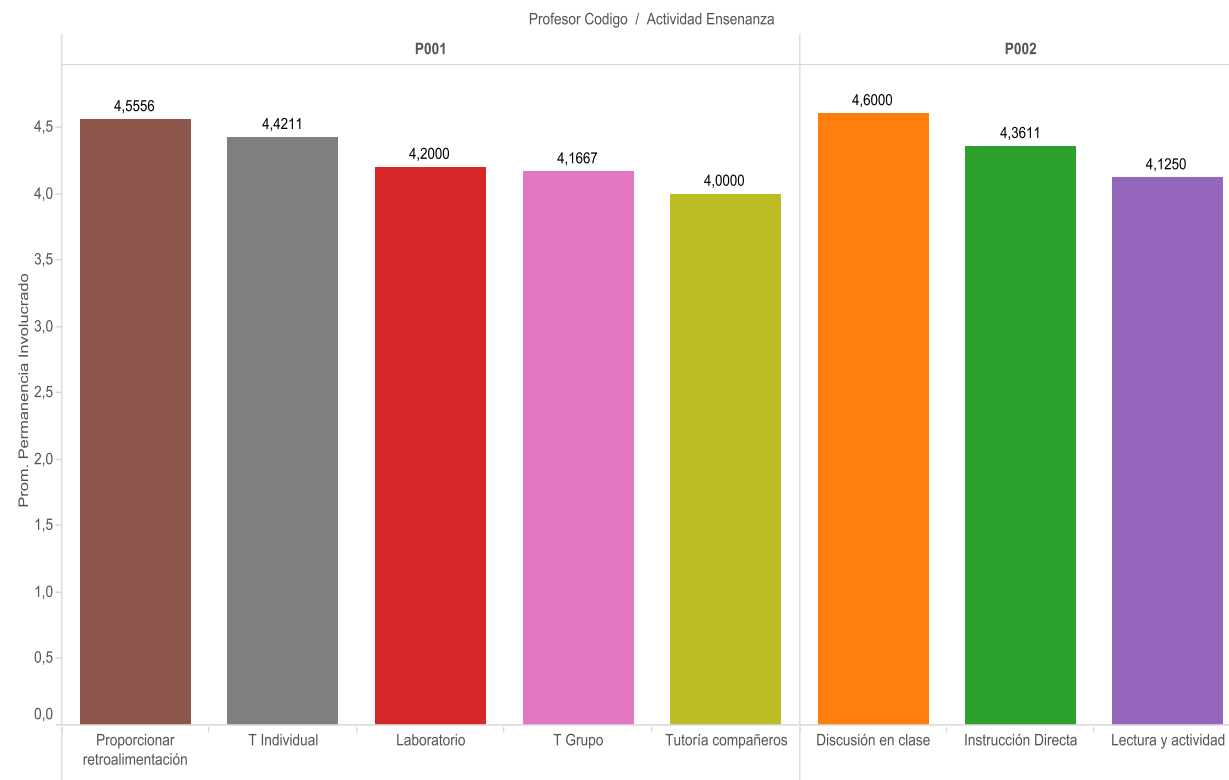


### Tamaño del efecto vs entusiasmo



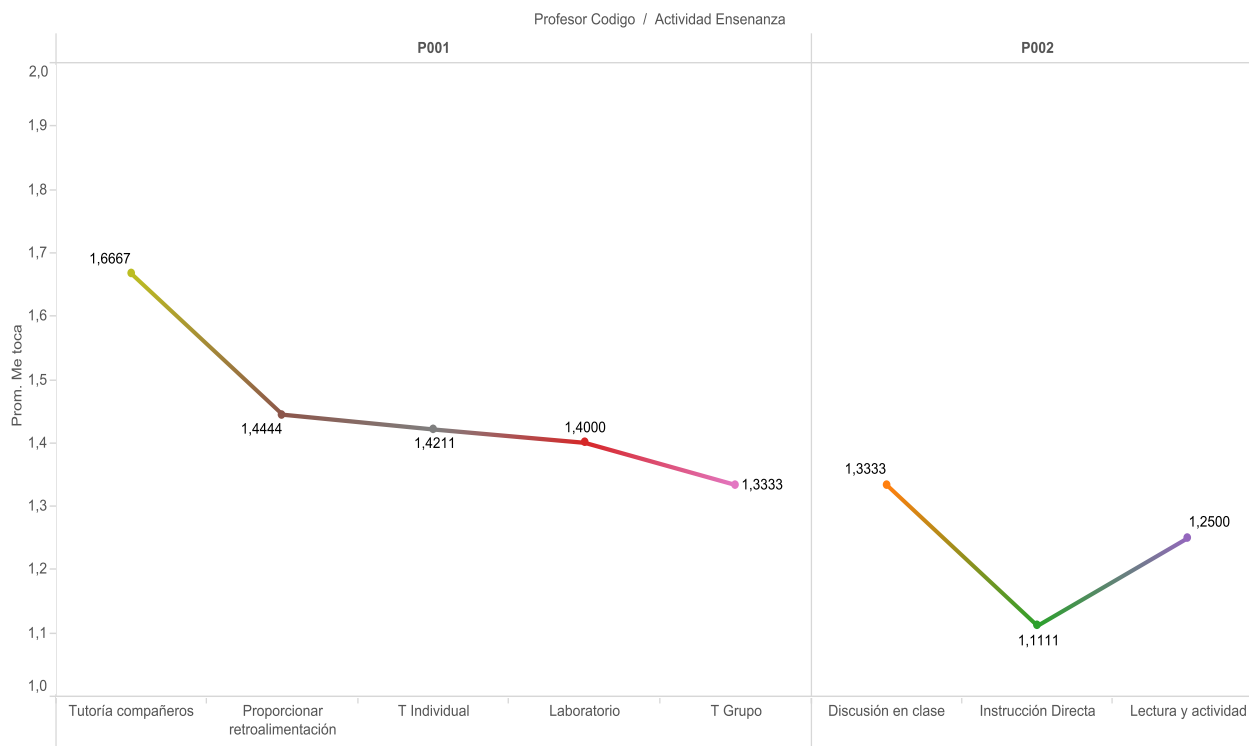
### 2. ¿Qué tanto permanecen involucrados los estudiantes durante la realización de las actividades de enseñanza?

#### Involucramiento



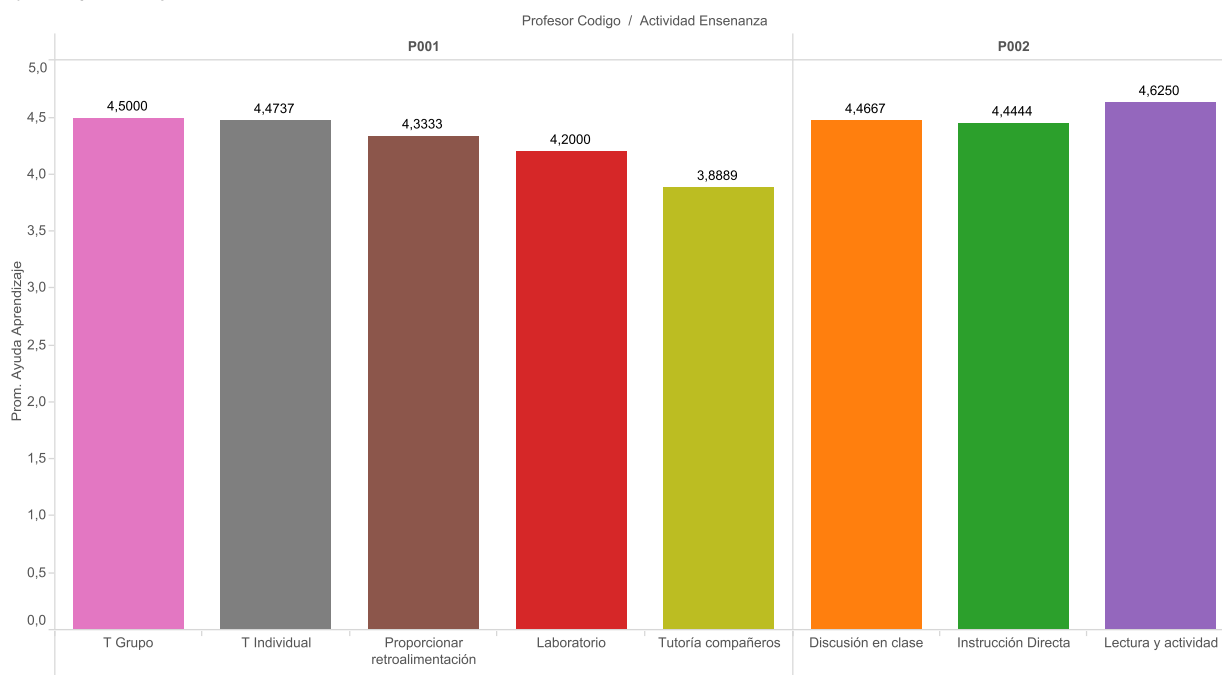
3. ¿Qué tanto consideran los estudiantes su participación en las actividades de enseñanza como algo que les toca y no porque quieren?

Les toca

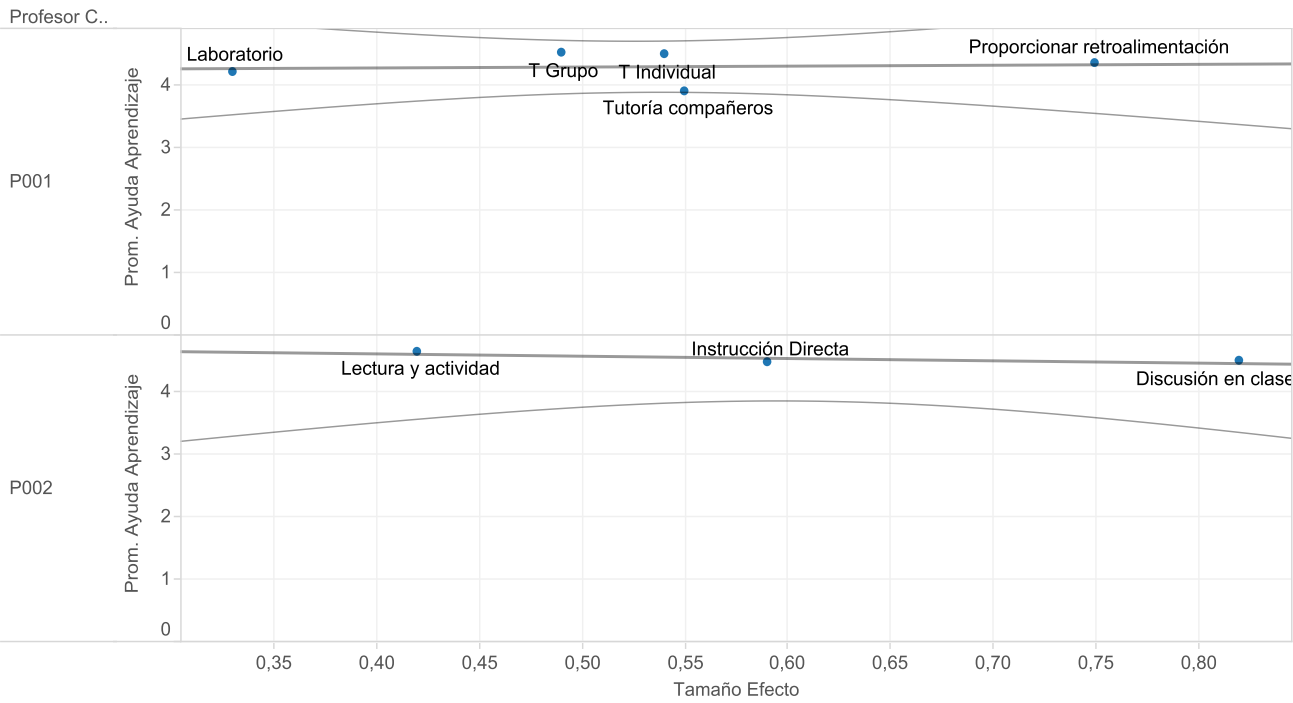


4. ¿En qué medida consideran los estudiantes que las actividades de enseñanza empleadas por sus profesores les ayuda a su aprendizaje? ¿Se observa algún tipo de relación entre el tamaño del efecto de estas actividades y el aporte al aprendizaje reportado por los estudiantes?

Ayuda Aprendizaje



Tamaño del efecto y aporte al aprendizaje



5. ¿Qué es aquello que más les gusta a los estudiantes en cada una de las actividades de enseñanza?

Más les gusta

| Cat Mas Gustó        | Actividad Enseñanza / Profesor Codigo |                             |                     |                             |                                           |                 |                      |                               |
|----------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|-----------------|----------------------|-------------------------------|
|                      | Discusión en clase<br>P002            | Instrucción Directa<br>P002 | Laboratorio<br>P001 | Lectura y actividad<br>P002 | Proporcionar<br>retroalimentación<br>P001 | T Grupo<br>P001 | T Individual<br>P001 | Tutoría<br>compañeros<br>P001 |
| Participación activa | 60,00%                                | 2,78%                       | 10,00%              |                             | 11,11%                                    |                 | 15,79%               | 11,11%                        |
| Otro                 | 6,67%                                 | 11,11%                      |                     |                             |                                           |                 |                      |                               |
| Contenido/Conceptos  | 26,67%                                | 55,56%                      | 30,00%              | 87,50%                      | 33,33%                                    | 33,33%          | 26,32%               | 33,33%                        |
| Claridad profesor    | 6,67%                                 | 22,22%                      | 20,00%              | 12,50%                      | 22,22%                                    | 33,33%          | 36,84%               | 22,22%                        |
| Blanco/Nada          |                                       | 8,33%                       |                     |                             |                                           |                 |                      | 11,11%                        |
| Aplicación           |                                       |                             | 40,00%              |                             | 33,33%                                    | 33,33%          | 21,05%               | 22,22%                        |

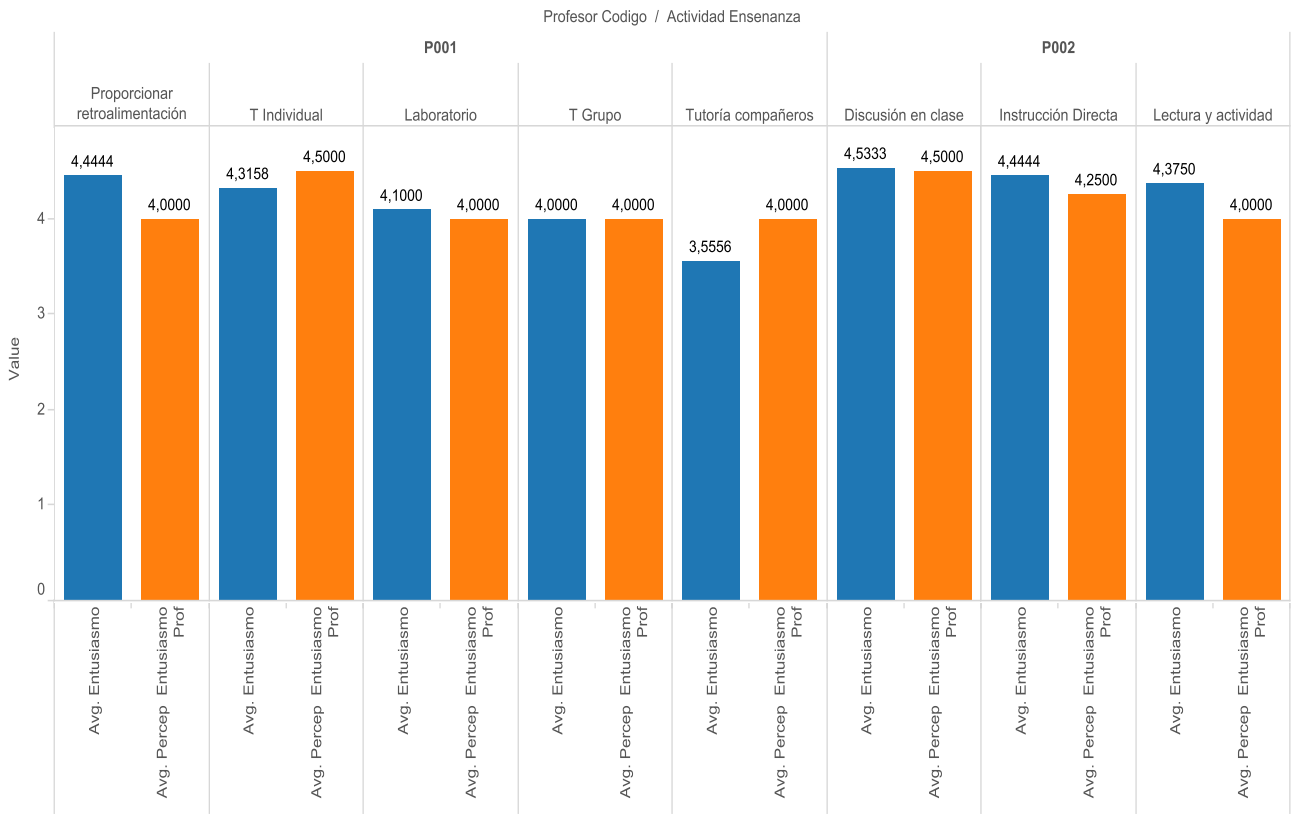
6. ¿Qué es aquello que menos les gusta a los estudiantes en cada una de las actividades de enseñanza?

Menos les gusta

| Actividad Enseñanza / ProfesorCodigo |                               |                                |                     |                                |                                           |                 |                      |                               |
|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|-----------------|----------------------|-------------------------------|
|                                      | Discusión en<br>clase<br>P002 | Instrucción<br>Directa<br>P002 | Laboratorio<br>P001 | Lectura y<br>actividad<br>P002 | Proporcionar<br>retroalimentación<br>P001 | T Grupo<br>P001 | T Individual<br>P001 | Tutoría<br>compañeros<br>P001 |
| Cat Menos Gusto                      |                               |                                |                     |                                |                                           |                 |                      |                               |
| Actividad                            |                               | 8,33%                          |                     |                                |                                           |                 |                      |                               |
| Blanco/Nada                          | 46,67%                        | 38,89%                         | 40,00%              | 50,00%                         | 55,56%                                    | 66,67%          | 36,84%               | 66,67%                        |
| Dificultad conceptual                |                               |                                |                     |                                | 33,33%                                    |                 |                      |                               |
| Disposición/Actitud<br>estudiantes   | 13,33%                        | 5,56%                          | 10,00%              | 12,50%                         | 11,11%                                    | 16,67%          | 15,79%               | 22,22%                        |
| Manejo de clase                      | 26,67%                        | 38,89%                         | 20,00%              | 12,50%                         |                                           |                 | 15,79%               |                               |
| Otro                                 | 13,33%                        | 2,78%                          | 30,00%              | 25,00%                         |                                           |                 | 5,26%                | 11,11%                        |
| Ruido                                |                               | 5,56%                          |                     |                                |                                           | 16,67%          | 26,32%               |                               |

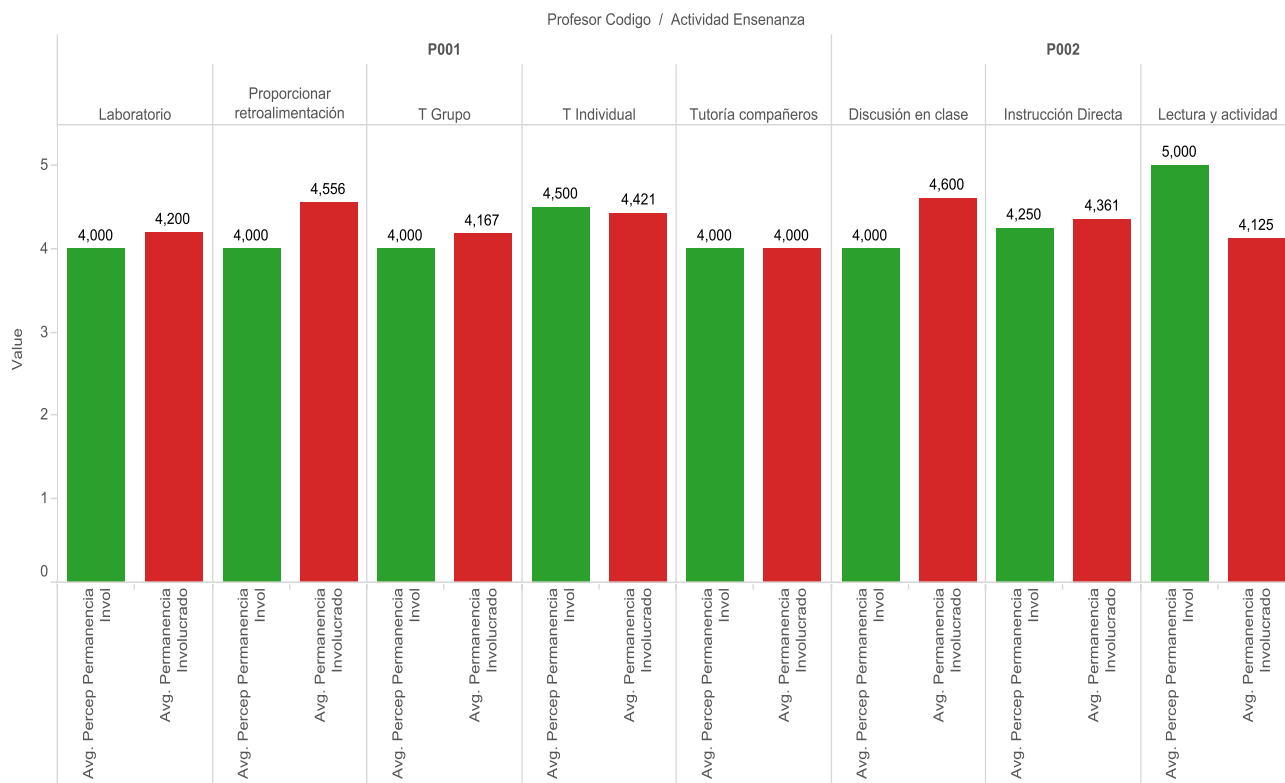
7. ¿Se observan diferencias entre la percepción de los estudiantes y de los profesores en relación con el entusiasmo de participación en cada una de las actividades?

Diferencias Entusiasmo Profesores y Estudiantes

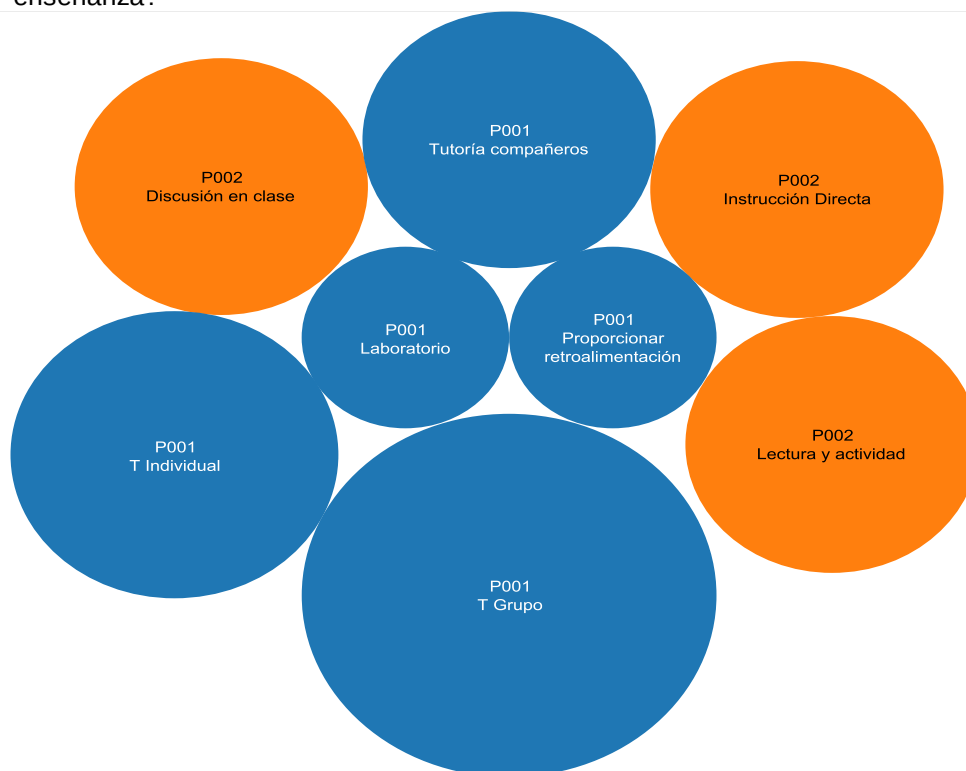


8. ¿Se observan diferencias entre la percepción de los estudiantes y de los profesores en relación con la permanencia involucrados en cada una de las actividades?

Prof\_Est\_Invol



9. ¿En qué medida los profesores imponen su autoridad para la realización de sus actividades de enseñanza?



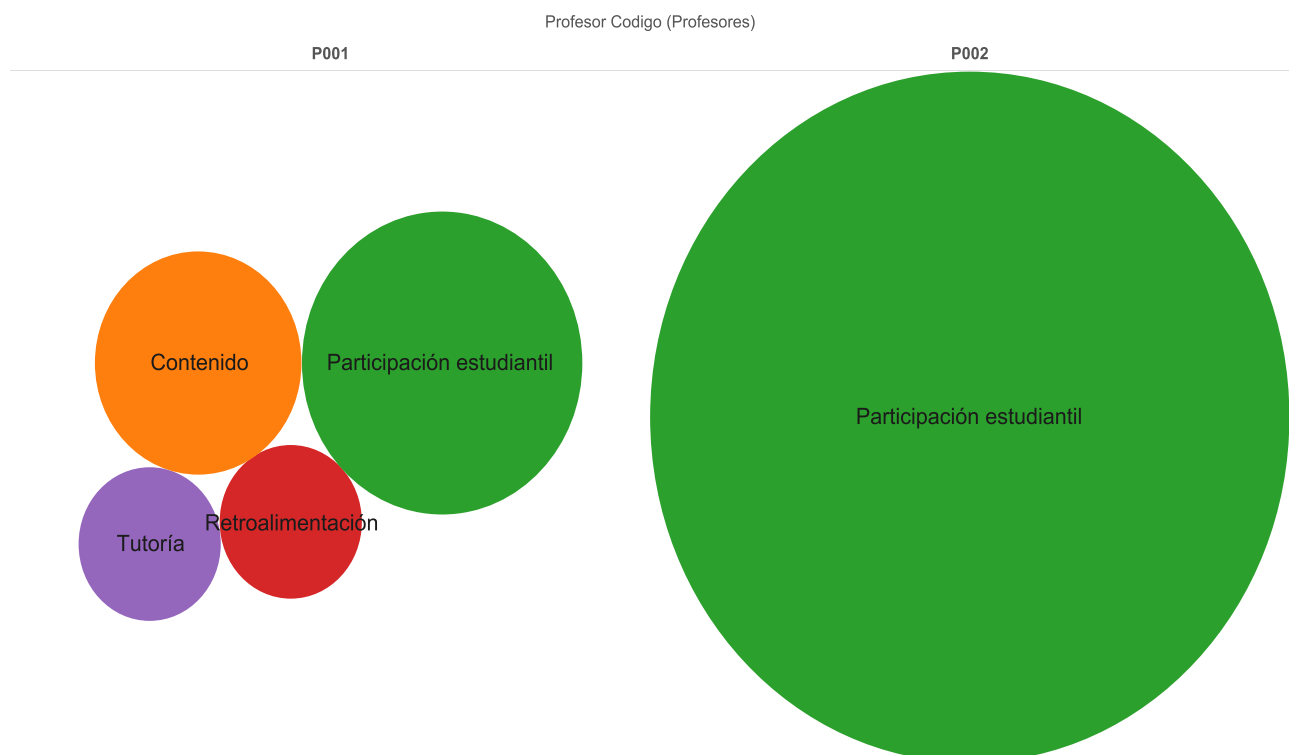
### 10. ¿En qué medida los profesores consideran que los estudiantes se engancharon en la actividad de enseñanza?

Percepción profesor enganche estudiantes

| Profesor<br>Codigo<br>(Profesores) | Enganche | ActividadEnsenanza (PROFESORES) |                        |             |                        |                                   |         |              |                       |
|------------------------------------|----------|---------------------------------|------------------------|-------------|------------------------|-----------------------------------|---------|--------------|-----------------------|
|                                    |          | Discusión en<br>clase           | Instrucción<br>Directa | Laboratorio | Lectura y<br>actividad | Proporcionar<br>retroalimentación | T Grupo | T Individual | Tutoría<br>compañeros |
| P002                               | 1        | 100,00%                         | 100,00%                |             | 100,00%                |                                   |         |              |                       |
| P001                               | 0        |                                 |                        |             |                        |                                   |         | 50,00%       |                       |
|                                    | 1        |                                 |                        | 100,00%     |                        | 100,00%                           | 100,00% | 50,00%       | 100,00%               |

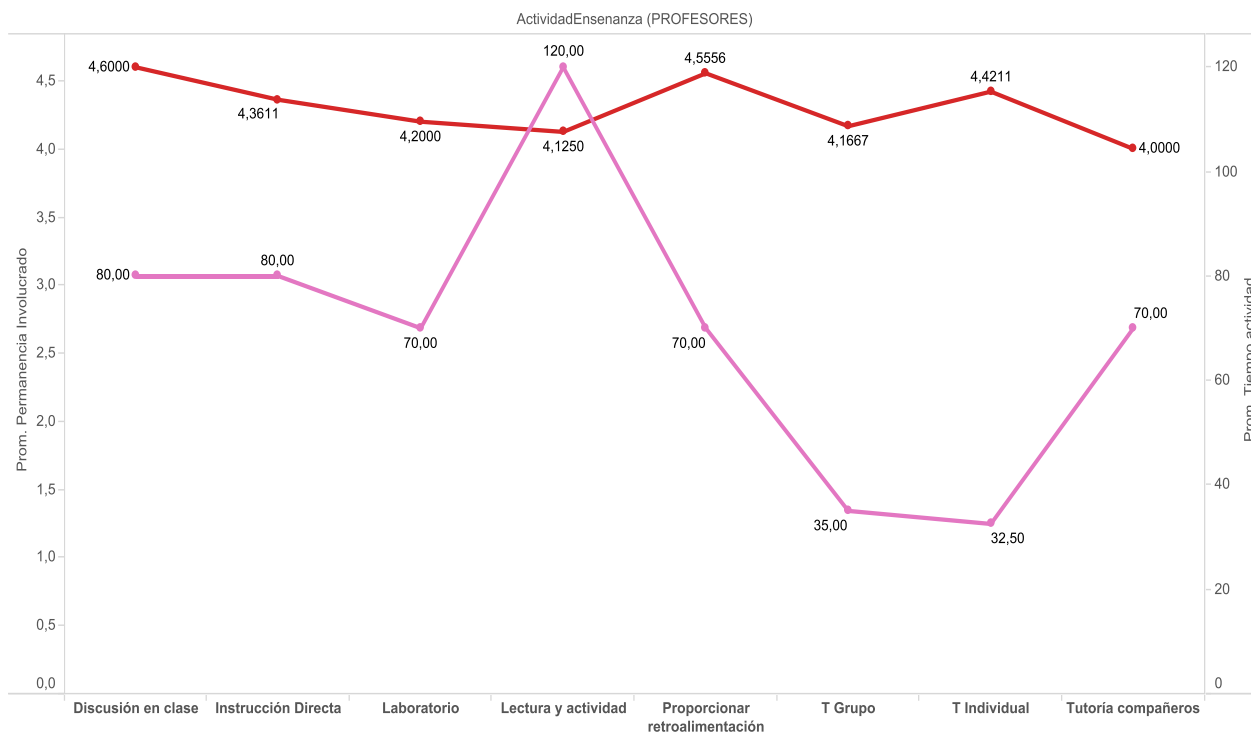
### 11. ¿Cuáles son las principales razones que de acuerdo con los profesores hacen que los estudiantes se enganchen?

Razones enganche



12. ¿Se observa algún tipo de relación entre el tiempo dedicado a la actividad de enseñanza y la permanencia de los estudiantes involucrados en la misma?

Tiempo actividad y permanencia involucrados



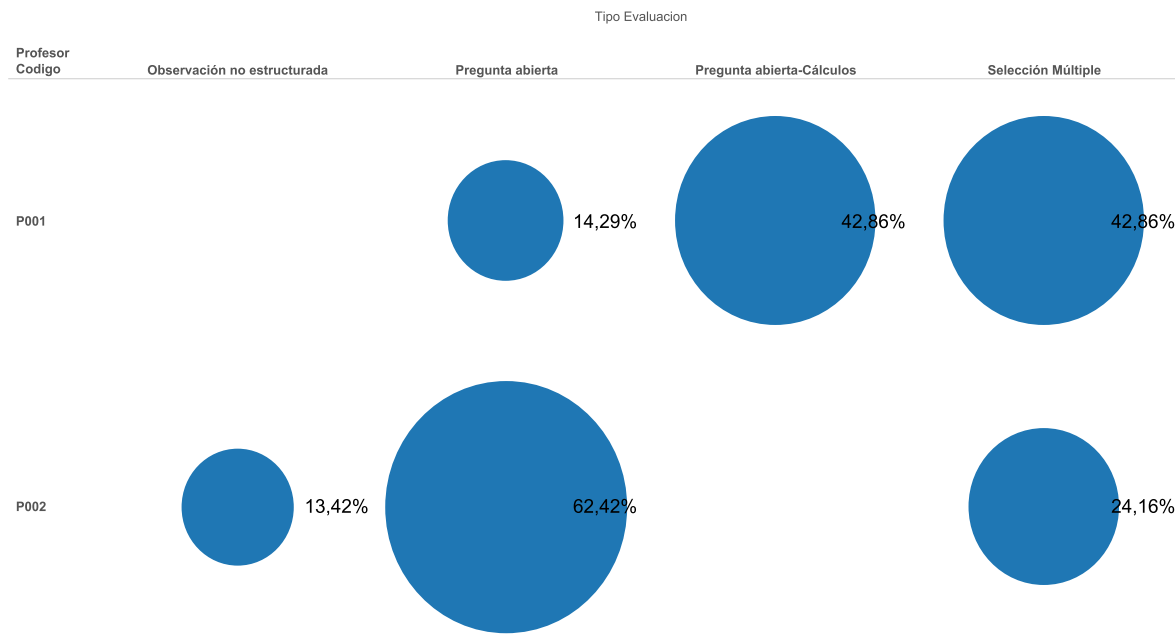
Measure Names

■ Avg. Permanencia Involucrado

■ Avg. Tiempo actividad

13. ¿Qué tipo de preguntas o estrategias utilizan los profesores para evaluar el aprendizaje de sus estudiantes?

Tipos de preguntas/evaluación



14. ¿Se observa algún tipo de relación entre el tipo de preguntas o estrategias de evaluación y las habilidades de aprendizaje?

Tipos de pregunta y habilidades de aprendizaje

| Tipo Evaluacion             | Profesor Codigo / Habilidad Aprendizaje |            |         |          |            |             |          |
|-----------------------------|-----------------------------------------|------------|---------|----------|------------|-------------|----------|
|                             | P001                                    |            | Evaluar | P002     |            | NO DEFINIDO | Recordar |
|                             | Aplicar                                 | Comprender |         | Analizar | Comprender |             |          |
| Observación no estructurada |                                         |            |         |          |            | 100,00%     |          |
| Pregunta abierta            | 5,88%                                   | 50,00%     | 50,00%  | 100,00%  | 100,00%    |             | 50,00%   |
| Pregunta abierta-Cálculos   | 47,06%                                  |            | 50,00%  |          |            |             |          |
| Selección Múltiple          | 47,06%                                  | 50,00%     |         |          |            |             | 50,00%   |

15. ¿Con qué tipo de pregunta(s) o estrategia de evaluación del aprendizaje los estudiantes obtienen mejores resultados?

Tipo de pregunta y resultados

| Calif Descriptor | Tipo Evaluacion / Profesor Codigo   |                  |      |                                   |                    |      |
|------------------|-------------------------------------|------------------|------|-----------------------------------|--------------------|------|
|                  | Observación no estructurada<br>P002 | Pregunta abierta |      | Pregunta abierta-Cálculos<br>P001 | Selección Múltiple |      |
|                  |                                     | P001             | P002 | P001                              | P001               | P002 |
| CORRECTA         |                                     |                  |      |                                   |                    |      |
| INCORRECTA       |                                     |                  |      |                                   |                    |      |
| PARCIAL_CORRECTA |                                     |                  |      |                                   |                    |      |

**RESPUESTAS GRUPO FOCAL**

Participantes (Nombre y Cargo):

**Por favor dar respuesta a cada una de las preguntas que acompañan las visualizaciones. Adicionalmente, incluya en qué forma el conocimiento derivado de estas visualizaciones contribuye a su conocimiento, labor pedagógica y/o administrativa y qué otras preguntas le surgen a partir de la misma o del conjunto.**





En la retroalimentación es fundamental tener una presencia o el actor involucrado en el proceso de la pasapasa del mundo.

7. Para formar los grupos de trabajo se aplicó la técnica de la autoridad.

8. En una retroalimentación se puede decir que los alumnos se sienten seguros para la realización de retroalimentaciones cuando se les da la oportunidad.

10. Por eso para los estudiantes se les organizó en tres grupos: individual, paritario y colectivo, para que el alumno, la retroalimentación fuese más fácil.

11. El aprendizaje se produce por la suma de varias condiciones en el aula que es la respuesta de estas personas como personas que aprenden la participación tiene una mayor importancia que en el aula.

12. No hay presencia en la retroalimentación de las retroalimentaciones con el tiempo permanente para (PS). Para evaluar

La retroalimentación es una técnica que se aplica al proceso de retroalimentación.

13. Retorno:

- Retorno: Retorno
- Retorno: Retorno
- Retorno: Retorno

La retroalimentación es la retroalimentación que se da al alumno y la retroalimentación (PS).

La retroalimentación que se da en la retroalimentación es la retroalimentación que se da al alumno y la retroalimentación (PS).

14. Retorno de la retroalimentación (PS) en el aula.

15. La retroalimentación de retroalimentación de retroalimentación es la retroalimentación de retroalimentación.

16. Hay que evaluar la retroalimentación de retroalimentación en el aula.

## Reflexiones finales

Reflexión final:

La retroalimentación de retroalimentación es la retroalimentación de retroalimentación en el aula de retroalimentación para evaluar la retroalimentación.

- El alumno de retroalimentación de retroalimentación con un grupo específico.
- El alumno de retroalimentación de retroalimentación con el grupo de retroalimentación en el aula de retroalimentación.
- El alumno de retroalimentación de retroalimentación con el grupo de retroalimentación en el aula de retroalimentación.
- El alumno de retroalimentación de retroalimentación con el grupo de retroalimentación en el aula de retroalimentación.

2001

John Doe

- La tarea es compleja, muy interesante, porque que no tenemos un solo concepto y en un espacio de autonomía, aprendizaje, desarrollo y aplicación de los propios recursos, conocimientos y habilidades que no se agotan, pero que van cambiando que son muy importantes para transformar su labor docente.

Fabiola Sarmiento  
Jhon Jimenez  
Alejandra Garzón

POO3

NOMBRE: MARIA ALEJANDRA GARZÓN  
CARGO: DOCENTE DE CIENCIAS SOCIALES

REFLEXION:  
CONSIDERO QUE HACER UN ANALISIS DE LA METODOLOGIA QUE SE USA DENTRO DEL AULA DE CLASES ES ENRIQUECEDOR, DESAFIANTE Y PROPIO PARA HACER DE LA EDUCACION UN LUGAR DE INNOVACION CONSTANTE.

FELICITAR AL INVESTIGADOR POR EL EJERCICIO DE CONFRONTAR LAS PERCEPCIONES DE EDUCADO Y EDUCADORES

¡GRACIAS!

POO2

Jhon Alexander Jimenez Soto

→ El conocimiento del proceso de Historia de Sotob es importante y fundamental para el profesor docente en cuanto a que brinda una retroalimentación y un amplio contexto informativo de los temas a tratar y en contra de su desarrollo como docente. De igual manera permite evidenciar en que aspectos se debe reforzar el proceso educativo para obtener resultados óptimos en los estudiantes e instituciones educativas.

POO4

Reflexión final

Como método estadístico sobre los puntos educativos a nivel de motivación, aprendizaje, participación, entre otros, permite tener información sobre los puntos de encuentro de los docentes con los estudiantes, así como el grado de los conocimientos que tiene el docente al momento de tener los temas de Historia. Por lo tanto, se va fortaleciendo a los docentes con estos datos para el fortalecimiento de los procesos que se tienen en las escuelas y para permitir a los docentes tener conciencia de su posición o encuentro con los estudiantes.

POO5

NOMBRE: Edgar Pedraza  
CARGO: DE MATEMÁTICAS

**RESPUESTAS GRUPO FOCAL**  
 Ximena M. Cordeiro A. (Directora)  
 Jorge Eduardo Victorino P. (Coord. Contenido)  
 Carmen Tuke Cordoba A. (Coord. Académica)  
 Mario Ernesto Morán M. (Coord. Académica)

Por favor dar respuesta a cada uno de las preguntas que acompañan las ilustraciones. Adicionalmente, incluye en qué forma el conocimiento derivado de estas ilustraciones contribuye a su conocimiento, labor pedagógica y/o administrativo y qué otras preguntas le surgen a partir de la misma o del conjunto.

Cada profesor visita las estrategias mostradas en la gráfica

- Se muestra mayor entusiasmo en el profesor 1 cuando proporciona retroalimentación, mientras que en el profesor 2 hay más entusiasmo con las discusiones en clase.
- Las actividades de enseñanza vs. entusiasmo muestran los menores puntajes en tutorías de compañeros (prof. 1) vs. lectura y actividad (prof. 2).
- El Profesor 1 muestra mayor variedad de estrategias en menos tiempo vs. profesor 2 con más tiempo.

Tamaño del efecto vs. entusiasmo

- Generalizando a mayor tamaño del efecto mayor entusiasmo.

Preguntas:

- ¿Cómo lograr incrementar el uso de las prácticas con mayor tamaño del efecto?
- ¿Cómo tener en cuenta los estilos de aprendizaje para maximizar o diversificar las estrategias de aula?

¿Qué lo ha permitido involucrarlos?

- El entusiasmo y el involucramiento están relacionados en retroalimentación.
- Se ve entusiasmo para estudiar la relación de actividades de enseñanza vs. involucramiento en actividades formativas (aportes) prácticos y las técnicas metodológicas de aula.

Al profesor 1 le diríamos: se deben usar las reglas para evitar desmotivación en la estrategia de tutorías con compañeros.

Al profesor 2 le diríamos que trabaja con la motivación directa para que valore las actividades de enseñanza.

Los estudiantes de profesor 1 consideran que logran más en aprender. Tienen gusto en tutorías con compañeros, mientras que en la profesor 2, lo que más gusta es la lectura y actividad.

En el profesor 2 la actividad de enseñanza discusión es una de la que más entusiasmo genera; pero a su vez es la que los estudiantes consideran que les ayuda a su aprendizaje.

Estos datos nos sirven para orientar no solo al maestro de aula, sino también a los maestros de formación para optimizar de diversas estrategias.

Discusión en clase vs. Profesor 1 60%  
 Instrucción directa de contenidos y conceptos  
 lectura y actividad + contextos y contexto

Profesor 1  
 Tutorías con compañeros

Retroalimentación de contenido y concepto - aplicación  
 Trabajo individual y calidad del profesor  
 Tutoría, Compañeros y contenido/concepto

- Lo que menos les gusta:  
 Profesores 2 recibe mejores marcas de clase, control de ruido.
- Profesor 1 debe mejorar todo.
- En el profesor 1 hay 3 estrategias donde la percepción difiere - estudiantil - de los usos de los días.  
 En el profesor 2 se observa que ella subestima la lectura y actividad.
- Los profesores deben indicar a los estudiantes por lo que más les gusta y más les interesa.
- No siempre la diversidad en las estrategias de aula o un menor efecto de estrategias con mayor efecto, depende más del experimento en el manejo de la estrategia.
- Profesor 1 es más consistente con los resultados observados.  
 Profesor 2 cree que todo está muy bien.
- Profesor 1 muestra variedad de contextos para incorporar las estrategias. Incluyendo para de estrategias de enseñanza.  
 Profesor 1 es que se de la relevancia que tiene a la experimentación en una práctica experimental.
- Se observa a nivel general que las actividades cortas generan mayor involucramiento y entusiasmo.
- Las actividades que generan mucho entusiasmo pueden estar

clase en el tiempo

- Profesor 2 + las estrategias de evaluación son contrariedades con la sala toda por la institución.  
 Profesor 1 y 2 falta consistencia y continuidad.  
 Aspecto a mejorar a nivel institucional incluso las rúbricas.
- Se recomienda al profesor 2 reducir las preguntas tipo selección múltiple para que no sean solo de recordación.  
 Todos los evaluaciones deben tener un enfoque definido.  
 El análisis en el profesor 1 no se evidencia en la evaluación.
- En la profesor 2 en los estudiantes les va mejor en la pregunta abierta y esta carece de estructura.  
 Profesor 1 - evaluación mecanicista de resoluciones y aplicación de fórmulas.
- Hay muchos factores que influyen en la relación día/semana / resultado.

**CONCLUSIONES**

- Se deben observar factores intrínsecos y extrínsecos a cada uno de las variables planificadas-estudiadas.
- Debe para implementar un plan de mejoramiento aplicado y contextualizado.
- Al analizar los resultados con otros docentes se debe tener en cuenta que sean contextos similares.
- Como institución es necesario fortalecer el trabajo estudiantil del aula y actividades continuas.
- Implementar los rubricas de evaluación.

Trabajo en tutorías con compañeros de Bloom  
 Trabajo en actividades para extra clase

Nueva Tercera Sesión E001

¿Qué me gusta hacer en las actividades?

¿Qué le daña a mi docente respecto a las actividades?

Experiencia / Interacción - Sociales

Me gusta que me digan o me digan a otros, pero no como me insultan más en las actividades planteadas por el docente. Me gusta que pueda implementar más actividades lúdicas, que antes al final de la clase en los cuartos se hacen preguntas para saber si el tema quedó claro.

Experiencia / Sociales

Me gusta más en actividades lúdicas y trabajo en grupo. Le daña al profesor que siga con la enseñanza de enseñanza, que sea que enseñe un tema, comparta la experiencia a una o varias personas que el tema se pueda compartir.

Experiencia / Sociales

En general me gusta que se haga por alguna experiencia, me gusta la experiencia que me enseñan los docentes ya que me dan son profesores muy buenos y que dicen los temas y si entiendo bien y si no me enseñan.

Experiencia / Sociales

Me gusta más en las actividades en grupo que los temas ya que en la experiencia que el tema se puede compartir de una forma diferente a la que el tema se puede compartir y el tema se puede compartir.

Experiencia / Sociales

Me gusta más en las actividades en grupo que los temas ya que en la experiencia que el tema se puede compartir de una forma diferente a la que el tema se puede compartir y el tema se puede compartir.

Experiencia / Sociales

Me gusta más en las actividades en grupo que los temas ya que en la experiencia que el tema se puede compartir de una forma diferente a la que el tema se puede compartir y el tema se puede compartir.

Experiencia / Sociales

Me gusta más en las actividades en grupo que los temas ya que en la experiencia que el tema se puede compartir de una forma diferente a la que el tema se puede compartir y el tema se puede compartir.

he hecho nada, los afecta a todos, lo que afecta a los estudiantes es muy importante que los estudiantes.

Experiencia - Sociales (Experiencias)

Me parece que son suficientes, pero son buenos implementos. En las actividades lúdicas, pienso que sería bueno, para saber si los temas quedaron claros o no.

Experiencia - Sociales

Los sirve para saber en que estamos trabajando, y para reforzar en lo que lo somos más eficientes.

Conclusión

Serve para saber los temas que tenemos, en que o como podemos mejorar o mejorar los temas, en que somos más eficientes, para por mejorar.

E002 Tercera Sesión E002

¿Qué me gusta hacer en las actividades?

Me gusta que me digan o me digan a otros, pero no como me insultan más en las actividades planteadas por el docente. Me gusta que pueda implementar más actividades lúdicas, que antes al final de la clase en los cuartos se hacen preguntas para saber si el tema quedó claro.

¿Qué le daña a mi docente respecto a las actividades?

Me gusta que me digan o me digan a otros, pero no como me insultan más en las actividades planteadas por el docente. Me gusta que pueda implementar más actividades lúdicas, que antes al final de la clase en los cuartos se hacen preguntas para saber si el tema quedó claro.

¿Qué me gusta hacer en las actividades?

Me gusta que me digan o me digan a otros, pero no como me insultan más en las actividades planteadas por el docente. Me gusta que pueda implementar más actividades lúdicas, que antes al final de la clase en los cuartos se hacen preguntas para saber si el tema quedó claro.

¿Qué le daña a mi docente respecto a las actividades?

Me gusta que me digan o me digan a otros, pero no como me insultan más en las actividades planteadas por el docente. Me gusta que pueda implementar más actividades lúdicas, que antes al final de la clase en los cuartos se hacen preguntas para saber si el tema quedó claro.

¿Qué me gusta hacer en las actividades?

Me gusta que me digan o me digan a otros, pero no como me insultan más en las actividades planteadas por el docente. Me gusta que pueda implementar más actividades lúdicas, que antes al final de la clase en los cuartos se hacen preguntas para saber si el tema quedó claro.

¿Qué le daña a mi docente respecto a las actividades?

Me gusta que me digan o me digan a otros, pero no como me insultan más en las actividades planteadas por el docente. Me gusta que pueda implementar más actividades lúdicas, que antes al final de la clase en los cuartos se hacen preguntas para saber si el tema quedó claro.

¿Qué me gusta hacer en las actividades?

Me gusta que me digan o me digan a otros, pero no como me insultan más en las actividades planteadas por el docente. Me gusta que pueda implementar más actividades lúdicas, que antes al final de la clase en los cuartos se hacen preguntas para saber si el tema quedó claro.

¿Qué le daña a mi docente respecto a las actividades?

Me gusta que me digan o me digan a otros, pero no como me insultan más en las actividades planteadas por el docente. Me gusta que pueda implementar más actividades lúdicas, que antes al final de la clase en los cuartos se hacen preguntas para saber si el tema quedó claro.

¿Qué me gusta hacer en las actividades?

Me gusta que me digan o me digan a otros, pero no como me insultan más en las actividades planteadas por el docente. Me gusta que pueda implementar más actividades lúdicas, que antes al final de la clase en los cuartos se hacen preguntas para saber si el tema quedó claro.

¿Qué le daña a mi docente respecto a las actividades?

Me gusta que me digan o me digan a otros, pero no como me insultan más en las actividades planteadas por el docente. Me gusta que pueda implementar más actividades lúdicas, que antes al final de la clase en los cuartos se hacen preguntas para saber si el tema quedó claro.

¿Qué me gusta hacer en las actividades?

Me gusta que me digan o me digan a otros, pero no como me insultan más en las actividades planteadas por el docente. Me gusta que pueda implementar más actividades lúdicas, que antes al final de la clase en los cuartos se hacen preguntas para saber si el tema quedó claro.

¿Qué le daña a mi docente respecto a las actividades?

Me gusta que me digan o me digan a otros, pero no como me insultan más en las actividades planteadas por el docente. Me gusta que pueda implementar más actividades lúdicas, que antes al final de la clase en los cuartos se hacen preguntas para saber si el tema quedó claro.



## 2) (No me gusta) la guía.

Nuestra disposición es la más favorable. Por eso pienso que son mejores las actividades que todos tengan ideas del tema.

## 3) Evaluaciones:

- Con una metodología de evaluación es siendo cómodo.

## 4) (No se evalúan ni se mejor)

No sirve para saber cuáles son el tipo de evaluaciones que son un poco mejor que las demás para fortalecerlo y pienso que se deben implementar más las preguntas directas porque a esas preguntas una se va a enfrentar más a la vida.

¿De qué sirve para mejorar la educación toda la información vista hoy?

Rta/ Sirve más que todo para ver nuestras fallencias como estudiantes y mejorarlas para tener mejor desempeño.

## Nota: Como Rita 2002

1. + No sirve para saber cuáles son el tipo de evaluaciones que son un poco mejor que las demás para fortalecerlo y pienso que se deben implementar más las preguntas directas porque a esas preguntas una se va a enfrentar más a la vida.
2. Lectura: Es muy difícil que nos den una lectura y que nos hagan resolver alguna actividad. En la personal para mí no es suficiente que lea porque sin explicación no entiendo.  
→ Es confuso cuando un compañero "a" te explique.
3. → En general no me siento obligada en ninguna, realmente me agrada, pero hay como cierta cosa que no me agrada y es que se hacen grupos dados por el profesor que a veces son algo dispares.
4. → Buena, en algunos casos la lluvia de ideas por grupos es buena porque se concretan los productos finales. Pero cuando hay una sola persona explicando es de ciertas formas más difícil porque se está tomando la forma de ver de la otra persona y a veces no se entiende.
5. → (Mas les gusta) Hay temas que son muy recordados, es divertido y aprendo más en debates de clase que en una simple explicación.

## 6) (No Nos Gusta) Disposición de la clase, ruidosa.

No sirve para saber que nos "vaya" por así decirlo en las clases.

Ya se ha hablado sobre estos puntos y la verdad no se ha encontrado una solución sólida.

Es importante estar preparados.

7. → Evaluaciones: Creo que son suficientes esas formas de evaluación, considero que es buena el tipo de evaluación.

8. → En las preguntas de selección Múltiple se puede descartar pero en las abiertas no. Sirve para saber en cual me va mejor o peor para reforzar.

## → Conclusión final.

→ Me parece que es como una guía, tanto para los profesores y los alumnos porque hay veces en las que uno ni sabe que le gusta o no de la clase, porque le va mejor y en que no, entonces es eso, es como una guía.

## Nota: Como Rita Portillo Lopez 2008

- De que me sirve  
me sirve porque las actividades ya que así, hacen a ellos más puede mejorar en las actividades y reflexiones.
- 6. (Tiempo escuchando)  
Este tiempo escuchando me ayuda mucho y también en clase uno sin escuchar más ya que está escuchando y entonces se está aprendiendo y la actividad se hace la historia del contenido y también las conclusiones ya que se aprende y en la historia que se debe entender.
- 3. (Participación activa)  
Las clases me deben enseñar más y que sea más activa como estas ya que las conclusiones son mejores ya que se aprende a trabajar más y que sea más activa y que sea más activa y que sea más activa.
- 4.  
Se debe reforzar las lecturas ya que nos ayudan a nos comprender los temas, además son muy buenas ya que con el hábito de leer en tiempo en grupos también se comprenden las ideas con los compañeros y también una ayuda mutua.
- 5. (Mas les gusta)  
Cuando se hacen las conclusiones se hacen en un grupo las opiniones de los estudiantes ya que uno desarrolla la idea, el hábito del trabajo y la calidad y a la hora de leer.
- 6. (Mas les gusta)  
La disposición del grupo me sirve para reforzar y en en que entiendo más, pero ya son más muchos años con más problemas, afecta en el desarrollo del aprendizaje.

• Que le diría 1

Genios

Cuando se hacen las interrelaciones de estudiantes, comprenden y tienen buena idea de temas, aunque los trabajos en grupo se tienen que hacer en actividades y no solo para el libro.

Socios de discusiones en clase, no buena si se ve un alumno apático y desde punto de vista social y tienen algunas muchas más actividades de este tipo.

Heterogeneidad

Se ven buenos los tipos de evaluaciones, pero uno se puede hacer tipo de evaluación competitiva, ya que el grupo es muy competitivo y en eso se destaca.

Alumnos

Los uso para reforzar en que fallamos, para mejorar nuestros conocimientos.

Conclusion

• Nos urge ya que mejoramos la calidad de nuestra educación, y lo va en mundo es importante ver y tomar la iniciativa de saber en que debemos mejorar o lo que debemos mantener tanto para docentes como estudiantes ya que muchas veces se puede decir que se está bien pero realmente se está fallando.

Deyver Rivera 2009

RTA 2: (la 1a) A mí me parece importante tener los datos de la encuesta, debido a que uno ve el punto de vista más selectivo y/o general, es decir, que uno ya no solo conoce el punto de vista personal sino ya los resultados de todo el grupo.

P1 (Profe Química): le diría que selecciona un poco más de actividades de ejecución y así practicar más, lo visto en clase y aparte distinto hacerlo.

P2 (Profe Sociales): que promueva más el orden por parte de los estudiantes que causan el desorden.

RTA 2: (Química): yo me siento más involucrado en el trabajo individual, por que concentro en el trabajo y siento que soy más eficiente, y no me siento tan involucrado en trabajos con compañeros debido a que no expresan igual.

Sociales: me siento más involucrado cuando hay discusiones en clase por que puedo dar mi punto de vista y aparte por que al tenerlo de mi agrado.

RTA 3: (Química): en general no me siento obligado a nada.

Sociales: me siento un poco obligado en lecturas y actividades por que para es necesario hacerlo.

y no llega hasta evaluación, pero es muy buena, así que.

RTA 4: siento que los trabajos en grupo proporcionan más datos y/o punto de vista, concretando y desarrollando la conclusión.

RTA 5 (Más los grupos): (Química): lo que más me gusta son los 3 grupos, individual y las actividades de interrelaciones como consejo, me gustaría que continuara con estas actividades.

Sociales: (lo más en general me gusta

RTA 6 (No, sus gustos): en las dos clases el problema es la disposición de algunos estudiantes.

RTA 7 (Evaluaciones): Me parece que es suficiente para mí, de pronto implementar un poco más evaluaciones reales y grupales como son una especie de debates.

RTA 8 (Revisados): me sirve saberlo, para saber en que tipo de preguntas nos va peor y así fortalecerlo, me gustaría que los profesores dijeran los temas de evaluación antes para estudiarlos.

Deyver Rivera 2009

RTA 9:

sirve, para tener claro las fortalezas y las debilidades que tenemos como grupo, también para conocer un punto de vista más global, y saber que es lo que nos gusta y nos disgusta como GRUPO; también nos recuerda que tenemos que mejorar, como grupo y para los profes.

Eolo *Segunda Sesión*

1. No nos falta el tiempo, lo que falta es la voluntad. Si alguien a un momento, cuando el profesor está leyendo o hablando, interviene o responde su voluntad de intervenir más que por necesidad como estudiantes quienes nos hacen sentir la necesidad de aprender. *voluntad de aprender*

P1: Entendimiento

P2:

Intervención

P3:

P4:

P5:

P6:

P7: No me siento obligado a decirle ninguna actividad, me agusan las clases.

P8: Ayuda a entender.

P9: Ayuda a conocerse como personas.

los conocimientos que tiene el grupo se complementan con la lectura y actividad nos ayuda a saber cosas y conceptos que uno u otro, o no diferencia esas ideas *propósito de aprender*

CONSEJOS:

6. Evaluación: Esta bien. (A, B) "Si se sabe, se sabe"

Conclusión:

Los profesores buenos y malos ~~separados~~ quedan separados por diferencia de caracteres. La indisciplina de una gran cantidad de estudiantes (quien personal) se frena que ~~separe~~ dispare en tanto en el grupo como en el individuo con respecto a la clase, pero a el individuo o el grupo no exhiben, las enseñanzas no ~~separe~~ llegan hacia los estudiantes.

En conclusión:

+ Los profesores no son malos, tienen malos estudiantes +