

Aula virtual interactiva para la enseñanza y el aprendizaje de la asignatura de Estequiometría a través de las tecnologías de la información y la comunicación

Angela Patricia Abad López¹

Melba Johana Sánchez Soledad²

Resumen: Se describe la incorporación de un modelo Blended Learning a la asignatura de Estequiometría del programa de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander, través de un aula virtual interactiva basada en el software libre Moodle, que integra las bondades de la instrucción presencial con funcionalidades de e-Learning. El modelo se diseñó con el propósito de dar una visión general de las operaciones y procesos químicos, desde los principios de conservación de la materia.

El curso de Estequiometría fue escogido para la implementación de este modelo, debido a la preocupación que se ha generado en torno al bajo nivel de comprensión del curso por parte de los estudiantes, quienes lo asocian solamente al desarrollo matemático en temas como reactivo límite, conversión, entre otros.

Las principales dificultades de comprensión que se hallaron durante la fase de exploración fueron el punto de partida para el diseño del aula virtual y la selección de las estrategias pedagógicas pertinentes. Posteriormente, se elaboraron y organizaron los recursos que abordan los contenidos y se crearon las actividades para el seguimiento del proceso de aprendizaje. Una vez terminada el aula virtual, los estudiantes y profesores validaron la herramienta para incorporarla en la asignatura.

Palabras clave: método de enseñanza, estrategia de aprendizaje, práctica pedagógica, *Blended Learning*, estequiometría.

¹ Ingeniera Química. Profesional. Vicerrectoría Académica, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. angelaabad14@gmail.com

² Química. Magister. Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. Correo electrónico. melbimbiris@gmail.com

Interactive virtual classroom for the teaching and learning of the course of stoichiometry through Information and Communication Technologies

Angela Patricia Abad López¹

Melba Johana Sánchez Soledad²

Abstract: The present work intends to propose the incorporation of a Blended Learning model in the educational processes currently carried out at the Universidad Industrial de Santander using an interactive virtual learning classroom based on free software (Moodle) with the objective of integrate the best of classroom instruction with functionalities of e-learning. For the development of this work was selected the Stoichiometry course, being this subject the pillar on which is based the chemical engineer work.

The Stoichiometry course has generated concern for the level of understanding of students, who associate it only to exclusively mathematical development in topics as limiting reactive, conversion, among others,

To build this proposal, the main difficulties found in the students during the exploration phase were taken as a starting point and, based on these, the relevant pedagogical strategies were determined. Subsequently, the materials and resources that address the contents established in the program of the subject were elaborated and organized and created activities corresponding to the monitoring of the learning process.

Once the virtual classroom was finished, students and professors validated the tool to incorporate it in the teaching and learning process of stoichiometry

Keywords: teaching method, learning strategy, pedagogical practice, Blended Learning, Stoichiometry.

¹Ingeniera Química. Profesional. Vicerrectoría Académica, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. angelaabad14@gmail.com.

²Química. Magister. Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. Correo electrónico. melbimbiris@gmail.com

Introducción

El cambio es el rasgo distintivo de la sociedad actual. El fenómeno de la globalización ha propiciado que diversas organizaciones inicien la transformación de sus estructuras y procesos para hacerlos más eficientes, incorporando las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), debido a que estas han transformado la forma como nos relacionamos, como aprendemos y como adquirimos bienes, servicios, entre otros. Con lo anterior sería de esperar que esta transición que experimentamos de una era industrial a una era digital estuviese marcada también por una innovación importante en el área educativa. Sin embargo, en términos generales, las cuestiones estratégicas, como el diseño del currículo y el seguimiento del progreso de los estudiantes, se conservan sin cambios a pesar de que la implementación de las TIC apunta hacia una transformación del sistema educativo (González, 2009).

En el sistema actual, la enseñanza de muchos conceptos de química presenta cierta monotonía metodológica centrada en la resolución de ejercicios con generalmente poco trabajo experimental y escaso uso de variados recursos didácticos (Raviolo y Lerzo, 2016).

Nurrenbern y Pickering (1987) realizaron un estudio donde evidenciaron que el 95 % de los estudiantes tenían éxito al resolver problemas con el uso de fórmulas y algorítmicos. Sin embargo, tan solo el 38 % de los estudiantes

lograban realizar ejercicios que implicaran la comprensión de conceptos a una escala microscópica de partículas (átomos, moléculas, iones). Sawrey (1990) replicó esta investigación y verificó los resultados.

Antecedentes

La utilización de las TIC en el aula de clase permite el acceso a más información, la planificación de las clases y la mejora de los procesos de comunicación entre el estudiante y el profesor.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de estas inserciones de tecnologías en la educación:

- El desarrollo del proyecto PhET Interactive Simulations de la Universidad de Colorado Boulder, fundado en 2002 por el premio nobel Carl Wieman (2008). Con este proyecto se crean simulaciones interactivas gratuitas de matemáticas y ciencias, con base en una amplia investigación educativa en donde los estudiantes aprenden a través de la exploración y el descubrimiento.
- La implementación de simuladores y laboratorios químicos virtuales en la facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (2010), para representar eventos del mundo real lo más cercanos posible a como aparecen en la realidad e incrementar el interés de los estudiantes por “aprender haciendo” (Cataldi, Donnamaría y Lage, 2010).

En el área de la Estequiometría se han diseñado algunas propuestas:

- La implementación de las prácticas de laboratorio en la asignatura Estequiometría para reforzar el plan académico de Ingeniería Química en la Universidad Industrial de Santander (2009), que incluye, además, guías audiovisuales como alternativas de aplicación de conceptos en caso tal de que no se disponga de los medios para desarrollar directamente la experiencia en el laboratorio (Parada y Vera, 2009).
- La implementación de un material educativo computarizado (MEC) para el aprendizaje de la Estequiometría que ayuda tanto a docentes como a estudiantes en la enseñanza y aprendizaje del curso en la Universidad Industrial de Santander (Arteaga, 2010).
- La utilización de la simulación como estrategia de enseñanza de los conceptos asociados al estudio de la Estequiometría en estudiantes de grado noveno, décimo, undécimo y de segundo semestre de Ingeniería Química, fundamentada en el modelo de investigación orientada y en simulación con el uso del *software* Chemlab V2.3 en la Universidad Nacional de Colombia (Díaz, 2012).

Las anteriores propuestas plantean el compromiso de encontrar una estrategia que vincule los conceptos adquiridos en el aula de clase con un componente

interactivo que favorezca en los estudiantes el desarrollo de destrezas y habilidades cognitivas, matemáticas e ingenieriles enfocadas en la resolución de problemas.

Teorías del aprendizaje

Constructivismo: Esta teoría del aprendizaje postula que se construyen nuevos conceptos sobre las actitudes, las experiencias y los conocimientos existentes, de modo que conceptos erróneos preexistentes pueden actuar como barreras para el desarrollo de modelos mentales nuevos y más precisos.

Plantea la existencia y prevalencia de procesos activos en la construcción del conocimiento: habla de un sujeto cognitivo aportante, que claramente rebasa, a través de su labor constructivista, lo que le ofrece su entorno, en el sentido de que el estudiante selecciona, organiza y transforma la información que recibe de muy diversas fuentes, estableciendo relaciones entre dicha información y sus ideas o conocimientos previos (Arceo, 2002).

Aprendizaje significativo: Es un tipo de aprendizaje que busca construir significados nuevos generando un cambio en los esquemas de conocimiento que se poseen previamente. Esto se logra introduciendo nuevos elementos o estableciendo nuevas relaciones entre dichos elementos. Para que realmente sea significativo el aprendizaje, la nueva información debe acoplarse de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de

la letra) al conocimiento previo del estudiante.

Aprendizaje activo: El aprendizaje activo es el proceso en el cual los estudiantes participan en actividades como lectura, escritura, discusión o resolución de problemas que promueven el análisis, la síntesis y la evaluación del contenido de la clase, mientras, a su vez, se mantiene la construcción de conocimientos (Navarro, 2006).

Experiencia de aprendizaje mediado (EAM): Se define como la calidad de la interacción del ser humano con su ambiente. El proceso de aprendizaje se da a través de dos modalidades:

a) La exposición directa a los estímulos, considerada como la manera más penetrante, en la cual el organismo se ve afectado al interactuar con el ambiente.

b) La interacción del humano con su ambiente es mediada por otra persona (mediador), quien actúa intencionalmente y posee un rol fundamental en la selección, organización y transmisión de estímulos provenientes del exterior, lo cual facilita la comprensión, interpretación y utilización por parte del sujeto (Noguez, 2002).

Estilos de aprendizaje: Existen diversas formas de percibir y procesar la información. El concepto ‘estilos de aprendizaje’ hace alusión a la manera en que los individuos perciben el mundo y,

por lo tanto, a la estrategia con la que prefieren aprender, recibir instrucción y procesar la información, así como a la forma en que interactúan y responden en sus ambientes de aprendizaje (Lazo, 2012).

La taxonomía de Bloom: Esta taxonomía sistematiza los niveles de aprendizaje cognoscitivo, desde los más simples hasta los más complejos, partiendo de las teorías del conductismo y cognitivismo (López García, 2002).

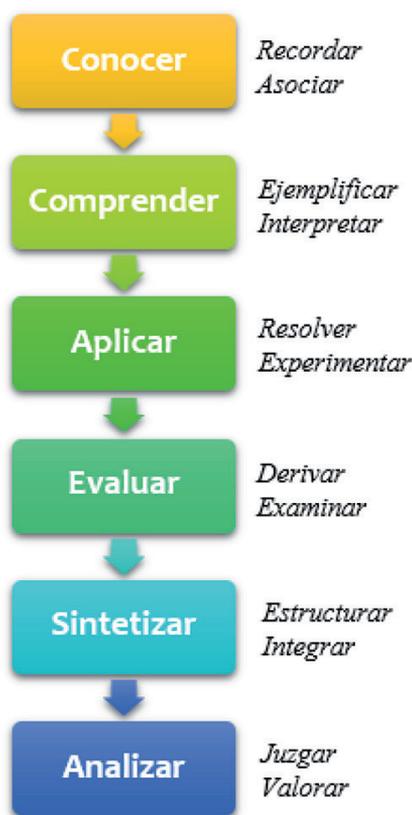


Figura 1. Taxonomía de Bloom
Fuente: Los autores

Just-in-Time Teaching (JiTT): Es una estrategia de enseñanza y aprendizaje diseñada para promover el uso del tiempo de clase para un aprendizaje más activo. El JiTT se basa en un circuito de retroalimentación entre materiales de aprendizaje basados en la web y el aula. Los estudiantes se preparan para la clase leyendo el libro de texto o usando otros recursos publicados en la web y completando las asignaciones en línea. El trabajo de los estudiantes fuera de la clase sirve como preparación para un trabajo más completo en clase. El docente tiene acceso a las actividades desarrolladas por los estudiantes unas horas antes de que comience la clase, de tal forma que este pueda adaptar la lección según sea necesario (Novak et al., 1999).

Las TIC en los procesos educativos

B-Learning: es un sistema híbrido de aprendizaje en el que se combina la enseñanza presencial con la educación en línea, es decir, se trata de un modelo compuesto por instrucción presencial y funcionalidades del aprendizaje electrónico o *e-Learning* (González, 2006).

Aula virtual: Es un ambiente electrónico que asemeja las actividades que se producen en el aula convencional, y que ofrece en el ámbito pedagógico funcionalidades atractivas para el desarrollo de los procesos educativos, debido a que complementa la enseñanza presencial. Además, cuenta con una interfaz llamativa, de tecnología sencilla,

ligera, eficiente y fácil de instalar (Area, San Nicolás y Fariña, 2010).

Estequiometría

La estequiometría, derivada de las palabras griegas *stoicheion*, que significa ‘elemento’, y *metrón*, que denota ‘medir’, tiene como propósito dar una visión general de la ingeniería química introduciendo fundamentalmente los conceptos asociados con la ley de la conservación de la materia, con el objetivo de desarrollar balances de masa para determinar los flujos y las composiciones de las corrientes involucradas en los procesos de la industria química (Raviolo y Lerzo, 2016).

Adicionalmente, la estequiometría, como pilar principal en la formación del futuro ingeniero químico, provee las competencias básicas sobre las cuales se cimentará su quehacer, aportando un conjunto articulado y dinámico de conocimientos, habilidades y actitudes que dispondrán al estudiante para proponer soluciones a situaciones problemáticas de su área profesional.

Para el estudio de la Estequiometría en Ingeniería Química se abarcan seis unidades temáticas contempladas en el programa de la asignatura: (1) fundamentos básicos; (2) balance por componentes sin reacción química; (3) gases ideales, vapores, líquidos; (4) balance por componentes con reacción química; (5) balance por elementos con reacción química; (6) gases reales.

Sin embargo, el actual programa no define las competencias que se van a desarrollar. Por tanto, las estrategias de enseñanza y aprendizaje no están encaminadas hacia la formación integral que busca el modelo de Acreditación ABET, (proceso actual de la Facultad de Fisicoquímica de la UIS) (Plan de Desarrollo Institucional 2019-2030).

Metodología

El desarrollo de esta propuesta docente involucró seis etapas principales:

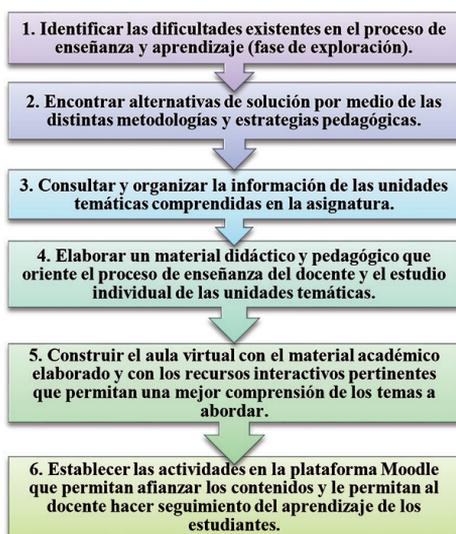


Figura 2. Metodología del proyecto

Fuente: Los autores.

Fase exploratoria

Prueba diagnóstica: Es un cuestionario que tiene por objetivo identificar el nivel de apropiación de saberes previos necesarios para abordar satisfactoriamente la asignatura por

parte del estudiante, y señala la partida en la continuación de la construcción del conocimiento.

Este examen diagnóstico, en el cual el estudiante debe realizar cálculos matemáticos y analizar situaciones problema, estuvo conformado por seis preguntas escogidas al azar entre tres categorías:

Categoría 1: Estequiometría de las reacciones químicas (2 preguntas).

Categoría 2: Reactivo límite y rendimiento (2 preguntas).

Categoría 3: Formulación química (2 preguntas).

En el examen se incluyeron tres tipos de preguntas:

- Opción múltiple con única respuesta.
- Espacios en blanco para rellenar.
- Emparejamiento.

Estilos de aprendizaje: Es una encuesta que se utiliza para evaluar las preferencias por un modelo de estilo de aprendizaje. Conocer el estilo de aprendizaje que predomina en los estudiantes universitarios es una herramienta muy útil para determinar las estrategias pedagógicas que potenciarán su aprendizaje. Esta encuesta se basó en el ILS, un instrumento formulado por Richard M. Felder y Linda K. Silverman (1984) y desarrollado y validado por Richard M. Felder y Bárbara A. Soloman, que agrupa los estilos en cuatro dimensiones (activo / reflexivo,

sensitivo / intuitivo, visual / verbal y secuencial / global).

Autopercepción académica: Es una encuesta que permite descubrir tendencias y hábitos de estudio empleando la escala de Likert, la cual es una herramienta de medición que permite medir actitudes y conocer el grado de conformidad del encuestado.

Esta encuesta abarcó los tópicos de estrategia de aprendizaje, tiempo dedicado al estudio, comprensión lectora, entre otros.

Para la realización de las anteriores pruebas y encuestas se matriculó a los estudiantes que estaban cursando la asignatura de Estequiometría en el semestre 2017-2 en la plataforma de exámenes que proporciona Moodle. Se contó con la participación de 27 estudiantes.

Encontrar alternativas de solución por medio de distintas metodologías y estrategias pedagógicas: Una vez realizada la fase de exploración, con los resultados obtenidos, se procedió a la selección de las estrategias pedagógicas acordes con las necesidades encontradas y que permiten potenciar el desarrollo académico. A partir de dichas estrategias se realizó un diseño pedagógico del curso.

Consultar y organizar la información de las unidades temáticas comprendidas en la asignatura: Se consultó la información correspondiente al contenido de las unidades temáticas establecidas

en el programa de la asignatura Estequiometría.

Los materiales y recursos interactivos compartidos en el aula virtual fueron elaborados o seleccionados en concordancia con las estrategias pedagógicas seleccionadas posteriormente a la fase de exploración, con el propósito de acercar al estudiante, de una forma didáctica, un poco más a la esencia misma del saber, ubicándolo frente a frente con el objeto de estudio de una forma más significativa para la construcción del conocimiento.

Construir el aula virtual con el material académico elaborado y con los recursos interactivos pertinentes que permitan una mejor comprensión de los temas de estudio: Una vez elaborados y seleccionados los materiales y recursos didácticos e interactivos, haciendo uso de los recursos ofrecidos por la Universidad Industrial de Santander, estos se incorporaron a la plataforma virtual Moodle en la cual se creó el curso virtual “Estequiometría”.

Cabe resaltar que la plataforma Moodle se rige por una filosofía basada en la teoría constructivista, sustentada en la idea de interacción con los demás, a través de la conexión de conocimientos nuevos con aprendizajes previamente adquiridos, interconectando los unos con los otros en forma de red de conocimiento (Dávila, 2011).

Establecer las actividades en la plataforma Moodle que permitan afianzar los contenidos y que le

permitan al docente hacer seguimiento del aprendizaje de los estudiantes:

Después de haber seleccionado las estrategias de aprendizaje, se establecieron las actividades para afianzar contenidos y hacer seguimiento del proceso de aprendizaje a través del aula virtual; esto con el fin de que el material y las actividades propuestas fuesen coherentes con las necesidades identificadas.

Una vez construida el aula virtual, se procedió a realizar una prueba de revisión y ajuste, la cual consistió en poner en marcha el modelo del aula virtual propuesto en colaboración de expertos e interesados, a fin de identificar posibles errores y mejoras. También se realizó una encuesta de percepción de la herramienta, la cual permitió mostrar el grado de aceptación y validación del aula virtual por parte de profesores y estudiantes.

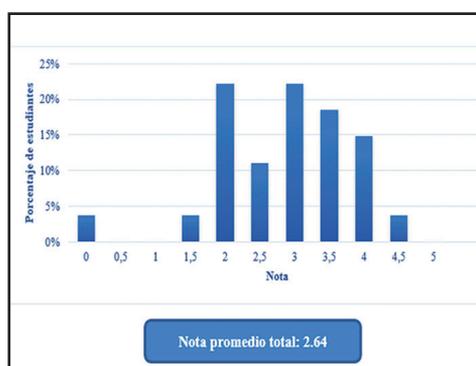
Pruebas y ajustes: Se dará a conocer el aula virtual interactiva de aprendizaje a ingenieros químicos y a estudiantes del último nivel de Ingeniería Química, con el propósito de detectar errores gramaticales o conceptuales.

Adicionalmente, se realizará una encuesta con profesores de la Escuela de Ingeniería Química y con estudiantes que cursan la asignatura de Estequiometría, con el objeto de testear la navegabilidad dentro del material, la claridad de los conceptos y la calidad de las imágenes, las animaciones y el entorno gráfico.

Resultados: Presentación, análisis y discusión

Resultados obtenidos en la fase de exploración:

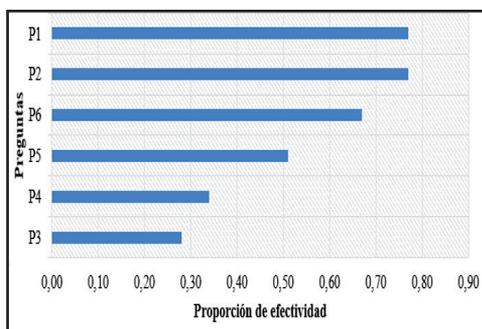
Prueba diagnóstica: Los resultados obtenidos, en términos cuantitativos, al aplicar la prueba diagnóstica se presentan en la gráfica 1:



Gráfica 1. Resultados de la prueba diagnóstica
Fuente: Los autores

En los resultados mostrados en la gráfica 1 se observa que alrededor del 60 % de los estudiantes participantes obtuvieron una calificación menor o igual a 3,0, con un promedio general de 2,64, lo que sugiere un grado insuficiente de apropiación de contenidos de previo estudio necesarios para abordar adecuadamente la asignatura de Estequiometría. Esto permite inferir que los aprendizajes adquiridos anteriormente han sido de carácter memorístico o mecánico y, por lo tanto, estos conceptos han sido olvidados fácilmente.

Para el análisis del desempeño en cada una de las categorías, se muestra a continuación la proporción de efectividad para cada pregunta de la prueba (Gráfica. 2):



Gráfica 2. Proporción de efectividad
Fuente: Los autores.

La proporción de efectividad para cada pregunta i se define como:

$$P_i = \frac{x_i}{y_i}$$

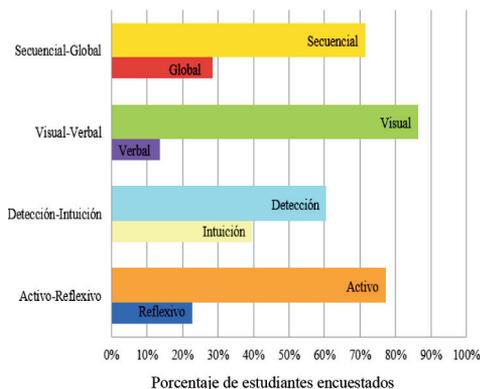
Donde x_i es la nota promedio obtenida por los estudiantes que presentaron la pregunta i de cada examen, mientras que y_i es la calificación posible para obtener.

Con lo anterior se tiene que, en primer lugar, las preguntas 1 y 2, correspondientes a la categoría de estequiometría de las reacciones químicas, son aquellas en las que se presenta mayor proporción de efectividad ($P_{1,2}=0,78$), de lo que se deduce una mayor apropiación del contenido por parte de los estudiantes. En segundo lugar, las preguntas 3 y 4, correspondientes a la categoría de reactivo límite y rendimiento, son aquellas en las que se presenta menor

proporción de efectividad ($P_3=0,28$; $P_4=0,34$), lo que demuestra que existen dificultades en el dominio de la temática correspondiente.

De esta forma, la prueba diagnóstica facilitó la identificación de debilidades y fortalezas de los estudiantes con respecto a las temáticas de estudio, y que, por lo tanto, deben reforzar (saberes previos) para así poder construir nuevos conocimientos de manera sólida. Este es el punto real de partida que se tiene en cuenta para iniciar nuevos aprendizajes.

Estilos de aprendizaje: Los resultados obtenidos sobre estilos de aprendizaje fueron los siguientes:



Gráfica 3. Resultados de estilos de aprendizaje
Fuente: Los autores.

Acorde con la gráfica 3, y las investigaciones de Ventura (2011) y López (2008), se aprecia que los estilos de aprendizaje de la mayoría de los estudiantes y los estilos de enseñanza de los profesores en ingeniería son incompatibles en varias dimensiones,

debido a que las tendencias más marcadas en los estudiantes corresponden a los estilos visual, activo y secuencial (en cierto equilibrio detección/intuición, pero con preferencia en la detección), mientras que la mayoría de la educación que se imparte en ingeniería es auditiva, abstracta (intuitiva), global y pasiva (reflexiva).

Esta discordancia de estilos obstaculiza un desempeño académico.

Autopercepción académica: Los principales hallazgos obtenidos de esta encuesta se muestran a continuación:

Estrategia de aprendizaje: El 78 % de los estudiantes consideró inadecuadas sus técnicas de estudio y el 88 % emplea diversas estrategias con la finalidad de mejorar los resultados.

Tiempo dedicado al estudio: El 74 % de los estudiantes presentó un mal manejo del tiempo y aseguran no contar con el tiempo suficiente para preparar a cabalidad sus actividades académicas; esto se convierte en un elemento negativo en su desempeño académico.

Confianza en el saber propio: Al momento de desarrollar una prueba, el 48 % de los estudiantes cuestionan que los conocimientos que poseen sean suficientes para realizar la prueba exitosamente.

Manejo del estrés ante evaluaciones: El 96 % de los estudiantes manifestó concentrarse muy bien en los exámenes y articular sus ideas sin dificultades.

Comprensión lectora: Solo el 22 % de los estudiantes aseguró tener la capacidad de realizar inferencias de textos y problemas ingenieriles sin dificultades. La poca comprensión lectora genera dificultades en el rendimiento académico.

Habilidades de comunicación: El 96 % de los estudiantes manifestó expresar argumentos con facilidad tanto de forma verbal como escrita.

Búsqueda de retroalimentación: El 100 % de los estudiantes aseguraron consultar con el profesor la retroalimentación correspondiente a cada prueba realizada.

Los anteriores resultados muestran principalmente que:

- La falta de una estrategia clara de aprendizaje imposibilita el uso adecuado del tiempo de estudio, lo cual ocasiona una inadecuada preparación para desarrollar satisfactoriamente una prueba y genera inseguridad en los conocimientos adquiridos.
- En cuanto a la falta de comprensión lectora, se puede decir que, aun cuando se logra concentración en la prueba, solo se comprenden medianamente los problemas planteados.
- Una vez finalizada una prueba, los estudiantes buscan examinar los elementos por mejorar mediante las retroalimentaciones y el empleo de nuevas técnicas de estudio, con el propósito de obtener mejores resultados (ensayo y error), repitiendo de nuevo el ciclo, en posteriores exámenes.

Selección de las estrategias pedagógicas: Con base en los resultados encontrados en la fase de exploración, se decidió implementar tres estrategias que permiten potenciar el rendimiento académico de los estudiantes. Estas son el aprendizaje activo, el JiTT y la experiencia de aprendizaje mediado.

Las anteriores estrategias acoplan un sistema funcional en el que el estudiante es el motor del acto educativo. En esta propuesta, el estudiante se empodera activamente de su aprendizaje, a través de diferentes estrategias y recursos entre los cuales resaltamos el JiTT, bajo las orientaciones del docente como mediador y guía de las experiencias educativas (ver figura 3).



Figura 3. Estrategias de aprendizaje.

Fuente: Los autores.

Aprendizaje activo: Busca y promueve que los estudiantes participen y se involucren activa y significativamente en las labores planteadas por el docente en su rol de mediador.

Asimismo, posibilita que los estudiantes se apropien, fuera del aula, de los conocimientos a través de recursos educativos digitales.

JiTT: El objetivo de las tareas propuestas por el JiTT es que los estudiantes lleguen a clases preparados, comprometidos y motivados; y también buscan ayudar a los estudiantes en el manejo del tiempo de estudio mediante sesiones frecuentes y cortas.

Aprendizaje mediado: Pretende cambiar el rol del profesor de “transmisor” al de “mediador”, pues la función de este ha de ser la preselección de los estímulos percibidos por los estudiantes con el propósito de favorecer el ambiente de aprendizaje. El profesor hace las mediaciones adecuadas entre el objeto de estudio y los estudiantes para propiciar el logro de las metas de aprendizaje.

Con base en las anteriores estrategias, se propone el siguiente sistema de aprendizaje (ver figura 4):

Contenido de las unidades temáticas: Tomando como referencia principalmente las bibliografías recomendadas en el programa del curso, se reunió y estructuró la información pertinente para cada unidad temática.

Material didáctico y pedagógico: De acuerdo con los hallazgos de la fase de exploración, se elaboraron los recursos didácticos utilizando *software* de animación basados en la web.

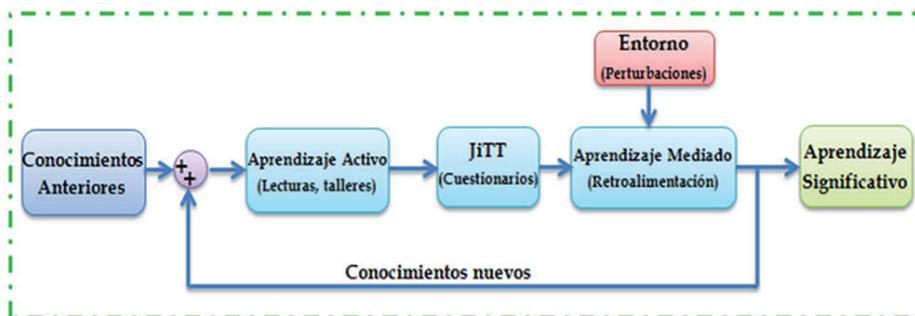


Figura 4. Sistema de aprendizaje
Fuente: Los autores.

Se crearon presentaciones animadas y videos explicativos, de forma atractiva y creativa (PowToon, Raw Shorts Team, Animaker), a fin de captar la atención de los estudiantes acorde con el estilo visual que predomina.

Adicionalmente se introdujeron *softwar* educativos de simulación, como recursos de apoyo que permiten el acceso a un escenario novedoso, y que facilitan el desarrollo de un conjunto de procedimientos y habilidades complejas, como proponer hipótesis, diseñar experimentos, controlar variables, hacer observaciones, tomar medidas, analizar resultados, hacer comparaciones y llegar a conclusiones (Raviolo, 2019).

Para la enseñanza de la Estequiometría se utilizaron simulaciones de PHET, GeoGebra, otros *softwar* libres y algunos laboratorios virtuales disponibles, los cuales fueron insertados con el propósito de ser utilizados como programas didácticos que ayuden a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante la simulación de fenómenos de fácil comprensión.

Estructura y diseño del aula virtual:

A continuación, se presentan las principales características del diseño del aula virtual:

- (a) Un modelo constructivista como punto de partida.
- (b) Un entorno virtual conformado por módulos que constan de aspectos teóricos e interactivos con ayuda de *softwar* educativos para propiciar un aprendizaje activo.
- (c) Una metodología *Just-in-Time* con el propósito de que el profesor como mediador dirija una retroalimentación “justo a tiempo” a sus estudiantes.

Estructura global: El aula virtual principalmente está orientada por la teoría del constructivismo, reflejada en el diseño secuencial por temas; también contiene un módulo adicional de presaberes que el estudiante debe poseer para construir con ellos otros más complejos (esto último se agregó en respuesta a las necesidades identificadas en los resultados obtenidos en la fase de exploración sobre la prueba diagnóstica).

Estructura interna de cada tema:
Con base en la taxonomía de Bloom, en el estilo secuencial-activo de los estudiantes y en el propósito de generar aprendizajes significativos, la secuencia de aprendizaje de un determinado tema se muestra en la figura 5:

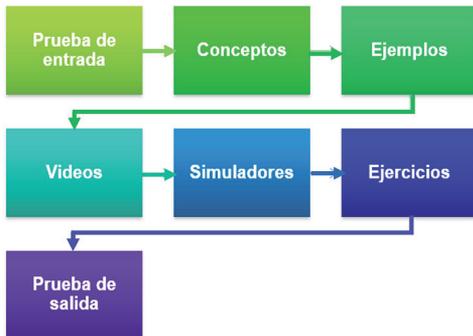


Figura 5. Secuencia de aprendizaje
Fuente: Los autores

Secuencia de aprendizaje

Prueba de entrada (JiTT): Permite que el estudiante tenga un primer acercamiento con la temática de estudio, y que se prepare para los encuentros presenciales de clase, de esta manera el estudiante dirige su propio proceso de aprendizaje y esté preparado para desarrollar respuestas más complejas.

Conceptos: Son el primer nivel de la taxonomía de Bloom, conforman la fase del “conocer”, y representan los saberes fundamentales para empezar el proceso de construcción del aprendizaje.

Ejemplos, videos y simuladores: Permiten al estudiante desarrollar la fase del “comprender”, aquí los estudiantes podrán tener un mejor acercamiento a los

conceptos, lo cual propicia la capacidad de entender más a fondo la esencia y fundamentación de estos.

Ejercicios y prueba de salida: Constituyen la fase del “aplicar”. En esta parte los estudiantes ponen a prueba la apropiación que tienen de los conceptos ejecutándolos en el desarrollo de problemas ingenieriles.

Con esta estructura se pretende que los primeros tres niveles de la taxonomía de Bloom estén apoyados en el aula virtual, de forma que el estudiante, de manera autónoma y como parte de su trabajo independiente, pueda desarrollar estas actividades y así poder hacer énfasis en las etapas de análisis, síntesis y evaluación en compañía del docente como facilitador en las horas de clase, a través de experiencias de aprendizaje mediado.

De esta forma, se transforma la tradicional estrategia de aprendizaje y se proporciona un enfoque más centrado en las competencias que en los conceptos.

Actividades de afianzamiento y seguimiento: Con base en las dificultades identificadas, se determinó que las actividades que se programarán en la plataforma Moodle para afianzar los contenidos y hacer seguimiento del aprendizaje de los estudiantes serán la prueba de entrada, la prueba de salida y la implementación de foros.

Estas actividades se programan a través de la plataforma Moodle y permiten afianzar los contenidos, a la

vez que el docente haga un seguimiento del aprendizaje de los estudiantes. Estas actividades son (I) prueba de entrada, (II) prueba de salida y (III) foros.

Prueba de entrada (Warm Up): Es un pequeño cuestionario de preguntas sencillas, referentes a los principales conceptos que rigen la temática de estudio. Se tiene la intención de aplicar esta prueba unas horas antes de la clase, para que el estudiante pueda asistir a la sesión con una actitud participativa. Además, esto permite que el profesor identifique los tópicos en los que se presenta mayor dificultad para reforzarlos en clase.

Prueba de salida: Es un cuestionario corto que le permite al estudiante afianzar los conocimientos adquiridos en clase e identificar aquellos en los que necesite estudiar un poco más; se centra en preguntas de análisis o de mayor profundidad sobre la temática abordada. Un estudiante necesita identificar si sus conocimientos son adecuados o no, y esto ha de ser pronto, para implementar rápidamente las acciones correctivas necesarias. Con esta actividad se pretende promover un sistema de evaluación continuo.

Foros: La actividad de foro permitirá a estudiantes y profesores intercambiar ideas, mediante mensajes y discusiones públicas, sobre la temática correspondiente; posibilitará una comunicación fluida y la conformación de una comunidad virtual. En el aula virtual se estructuraron los foros de tres diferentes maneras: (I) foro de preguntas

y respuestas, (II) debates sencillos y (III) anuncios y novedades.

Pruebas y ajustes: Se dio a conocer el aula virtual interactiva de aprendizaje a 3 ingenieros químicos, a un grupo de 10 estudiantes del último nivel de Ingeniería Química, a 4 profesores de la Escuela de Ingeniería Química y a 15 estudiantes que cursan la asignatura de Estequiometría.

Los aspectos evaluados, en una escala de 1 a 5 (donde 5 es la calificación más alta), por los anteriores fueron los siguientes:

- Utilidad de los recursos (presentaciones, videos, ejemplos, simuladores, ejercicios):

Evaluación por estudiantes: 4,8

Evaluación por profesionales: 4,1

- Aula virtual (aspecto visual, navegabilidad, claridad de la información):

Evaluación por estudiantes: 4,6

Evaluación por profesionales: 4,7

- Pertinencia de las actividades (prueba diagnóstica, prueba de entrada, foros virtuales, prueba de salida):

Evaluación por estudiantes: 4,8

Evaluación por profesionales: 4,2

- Pertinencia de la secuencia de actividades (prueba de entrada - conceptos - ejemplos - videos - simuladores - ejercicios - prueba de salida).

Evaluación por estudiantes: 5

Evaluación por profesionales: 4,5

En general los participantes encontraron que el aula virtual es una herramienta útil, con contenidos de fácil comprensión y de manejo sencillo, y mostraron gran interés por incorporar el aula virtual en su proceso académico, ya que la consideran como una opción práctica en el apoyo y mejoramiento del proceso de enseñanza y aprendizaje para la asignatura de Estequiometría.

Conclusiones

- Se diseñó y se creó un aula virtual interactiva de aprendizaje, fundamentada en las principales necesidades y actitudes identificadas en la comunidad estudiantil, que permitirá potenciar los procesos de enseñanza y aprendizaje en la asignatura de Estequiometría.
- Se elaboró un material didáctico de fácil acceso que orienta el trabajo en clase y en el cual los estudiantes pueden encontrar los principales conceptos teóricos, ejemplos, ejercicios de aplicación y actividades adicionales que complementan su proceso de aprendizaje y fomentan el desarrollo de aprendizajes autónomos como parte de su trabajo independiente.
- Se establecieron y se programaron las actividades de seguimiento y afianzamiento del aprendizaje que permitirán un proceso de evaluación continuada y que optimizarán el tiempo de estudio dentro del aula de clase con respecto a las temáticas y actividades que se deben desarrollar con mayor profundidad.

Referencias Bibliográficas

- Arceo, F. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista*. McGraw Hill. 2.a Edición.
- Area, M.; San Nicolás, M. y Fariña, E. (2010). Buenas prácticas de aulas virtuales en la docencia universitaria semipresencial. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 11(1),7-31. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=201014897002>
- Arteaga, R. (2010). *Diseño e implementación de un material Educativo Computarizado (MEC) para el aprendizaje del curso de estequiometría* (tesis de pregrado en Ingeniería Química). Escuela de Ingeniería Química, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

- Brame, C. *Just-in-Time Teaching (JiTT)*. Nashville: Vanderbilt University. Recuperado de <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/just-in-time-teaching-jitt/>
- Cataldi, Z., Donnamaría, C. y Lage, F. (2010). *Simuladores y laboratorios químicos virtuales: Educación para la acción en ambientes protegidos*. Argentina: Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires. Recuperado de http://mail.quadernsdigitals.net/datos_web/hemeroteca/r_1/nr_802/a_10814/10814.pdf
- Dávila, A. (2011). Filosofía educativa de las aulas virtuales: Caso Moodle. *Compendium*, 14(27), 97-105.
- Díaz, F. (2012). *Utilización de la simulación como estrategia de enseñanza en los conceptos asociados al estudio de la estequiometría en estudiantes de grados noveno, décimo, undécimo y segundo semestre de ingeniería química* (tesis de Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Felder, R. y Silverman, L. (1984). *Índice de Estilos de Aprendizaje (ILS)*. Recuperado de <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/ILSpage.html>
- González, J. (2006). B-Learning utilizando software libre, una alternativa viable en educación superior. *Revista Complutense de Educación*, 17(1), 121-133. Recuperado de <http://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/RCED0606120121A/15890>
- González, J. (2009). TIC y la transformación de la práctica educativa en el contexto de las sociedades del conocimiento. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, RUSC, 5(2).
- Lazo, L. (2012). Estrategia para la enseñanza y el aprendizaje de la Química general para estudiantes de primer año de universidad. *Revista Diálogos Educativos*, 12(23), 66-89. Recuperado de <http://www.dialogoseducativos.cl/revistas/n23/lazo>
- López, B. (2008). Estilos de docencia y evaluación de los profesores universitarios y su influencia sobre los modos de aprender de sus estudiantes. *Revista Española De Pedagogía*, 66(241), 425-445. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/23766194>

- López García, J. C. (septiembre 21 de 2002). *Eduteka. La taxonomía de Bloom y sus actualizaciones*. Recuperado de <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/TaxonomiaBloomCuadro>
- Navarro, L. (2006). Aprendizaje activo en el aula universitaria: El caso del aprendizaje basado en problemas. *Miscelánea Comillas. Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 64(124), 173-196. Recuperado de <https://revistas.comillas.edu/index.php/miscelaneacomillas/article/view/6558/6367>
- Noguez, S. (2002). El desarrollo del potencial de aprendizaje. Entrevista a Reuven Feuerstein. *REDIE. Revista Electrónica de Investigación Educativa*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=155/15504207>
- Novak, G, Patterson, E.T., Gavrin, A.D. y Christian, W. (1999). *Just-in-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Nurrenbern, S. y Pickering, M. (1987). Concept learning versus problem solving: Is there a difference? *Journal of Chemical Education*, 64(6), pp. 508-510.
- Parada, M. y Vera, A. (2009). *Implementación de las prácticas de laboratorio para las asignaturas de Estequiometría, Fenómenos de Transporte I y Fenómenos de Transporte II para reforzar el nuevo plan académico de Ingeniería Química* (tesis de pregrado en Ingeniería Química). Escuela de Ingeniería Química, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Universidad Industrial de Santander. *Plan de Desarrollo Institucional 2019-2030*.
- Raviolo, A.; Lerzo, G. (2016). Enseñanza de la estequiometría: Uso de analogías y comprensión conceptual. *Educación Química*. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X16300040>
- Raviolo, A. (2019). Aprendiendo estequiometría con simulaciones de hoja de cálculo. *World Journal of Chemical Education*, 7(3), 203-208. Recuperado de <http://pubs.sciepub.com/wjce/7/3/3/>

- Ventura, A. (2011). Estilos de aprendizaje y prácticas de enseñanza en la universidad: Un binomio que sustenta la calidad educativa. *Perfiles Educativos*, 33(spe), 142-154. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982011000500013&lng=es&tlng=es
- Wieman, C., Adams, W. y Perkins, K. (2008). PhET: Simulations that enhance learning. *Science*, 322, 682-683. Recuperado de <http://science.sciencemag.org/content/322/5902/682.full>