

## INFORME FINAL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

5.0 Programa Universitario de Investigación en Educación

(nombre del programa universitario de investigación de la Digi)

Modelo educativo TIC's utilizando articulate 360 para mejorar el aprendizaje del  
Equilibrio de Solubilidad en el curso de Análisis Cualitativo

nombre del proyecto de investigación

4.8.63.0.47

partida presupuestaria del proyecto de investigación

Ap26-2022

código del proyecto de investigación

Facultad de Ingeniería

unidad académica o centro no adscrito a unidad académica avaladora

Coordinador: Giorgio Enmanuel Alejandro López Pardo

nombre del coordinador del proyecto y equipo de investigación contratado por Digi

Ciudad de Guatemala, 30/11/2022

lugar y fecha de presentación del informe final

### **Autoridades**

Dra. Alice Burgos Paniagua  
Directora General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar  
Coordinador General de Programas

Lic. León Roberto Barrios Castillo  
Coordinador del Programa de Investigación

### **Autores**

Ing. Qco. Giorgio Enmanuel Alejandro López Pardo  
Coordinador del Proyecto

Ing. Qco. César Alfonso García Guerra  
Investigador

M.Sc. Víctor Manuel Monzón Valdez  
Investigador

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación (Digi), 2022.  
El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Esta investigación fue cofinanciada con recursos del Fondo de Investigación de la Digi de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la partida presupuestaria **4.8.63.0.47** con código **Ap26-2022** en el Programa Universitario de Investigación **en Educación**.

Los autores son responsables del contenido, de las condiciones éticas y legales de la investigación desarrollada.

## 1. Índices

### 1.1. General

1.	Índices.....	1
1.1.	General .....	1
1.2.	Figuras .....	3
1.3.	Tablas .....	3
2.	Resumen y palabras clave.....	4
2.1.	<i>Abstract y Keywords</i> .....	4
3.	Introducción.....	5
4.	Planteamiento del problema .....	8
5.	Delimitación en tiempo y espacio .....	9
5.1.	Delimitación en tiempo .....	9
5.2.	Delimitación espacial .....	10
6.	Marco Teórico .....	11
6.1.	Mediación Pedagógica .....	11
6.2.	Estrategias de Enseñanza en la Educación.....	12
6.3.	Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).....	14
6.4.	Educación a Distancia ( <i>e-Learning</i> ).....	15
6.4.1.	Factores que afectan la efectividad de la Aprendizaje a Distancia.....	16
6.5.	Aprendizaje Semipresencial ( <i>b-Learning</i> ) .....	16
6.6.	Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS) .....	18
6.7.	Herramientas de autoría para <i>eLearning</i> .....	18
6.8.	Equilibrio de Solubilidad de Electrolitos en Solución Acuosa .....	19
7.	Estado del arte .....	19
8.	Objetivos.....	21

8.1.	General .....	21
8.2.	Específicos.....	22
9.	Hipótesis .....	22
9.1.	Hipótesis nulas .....	22
9.1.1.	Ho,1 (Objetivo 3).....	22
9.1.2.	Ho,2 (Objetivo 3).....	23
9.1.3.	Ho,3 (Objetivo 3).....	23
9.1.4.	Ho,4 (Objetivo 6).....	23
9.1.5.	Ho,5 (Objetivo 6).....	23
9.1.6.	Ho,6 (Objetivo 6).....	23
9.2.	Hipótesis alternativas .....	24
9.2.1.	Ho,1 (Objetivo 3).....	24
9.2.2.	Ho,2 (Objetivo 3).....	24
9.2.3.	Ho,3 (Objetivo 3).....	24
9.2.4.	Ho,4 (Objetivo 6).....	24
9.2.5.	Ho,5 (Objetivo 6).....	24
9.2.6.	Ho,6 (Objetivo 6).....	25
10.	Materiales y métodos.....	25
10.1.	Enfoque .....	25
10.2.	Métodos .....	25
10.3.	Recolección de información.....	26
10.4.	Procesamiento y análisis de la información .....	28
11.	Resultados y discusión .....	29
11.1.	Desempeños de estudiantes en evaluaciones.....	29

11.2. Regresiones lineales de desempeños en función de métricas de uso de actividades Articulate 360 .....	32
12. Referencias .....	35
13. Apéndice .....	39
14. Aspectos éticos y legales .....	39
15. Vinculación.....	39
16. Estrategia de difusión, divulgación y protección intelectual .....	39
17. Aporte de la propuesta de investigación a los ODS .....	39
18. Orden de pago final .....	40
19. Declaración del Coordinador del proyecto de investigación.....	40
20. Aval del Director del instituto, centro o departamento de investigación o Coordinador de investigación del centro regional universitario.....	40
21. Visado de la Dirección General de Investigación .....	41

## 1.2. Figuras

Figura 1 <i>Diagrama de distribución de desempeños de estudiantes por evaluación y grupo de estudio</i> .....	32
Figura 2 <i>Estadísticos descriptivos de las métricas de uso de actividades Articulate 360 por sección</i> .....	33

## 1.3. Tablas

Tabla 1 <i>Distribución de evaluaciones y actividades en los grupos de investigación</i> .....	25
Tabla 2 <i>Estadísticos descriptivos de la distribución de desempeños de estudiantes</i> .....	30
Tabla 3 <i>Subconjuntos homogéneos de la prueba de diferencia honestamente significativa de Tukey para los desempeños de los estudiantes</i> .....	31
Tabla 4 <i>Resultados de los modelos de regresión lineal múltiple de desempeño en función de las métricas de uso de actividades Articulate 360</i> .....	34

## 2. Resumen y palabras clave

El interés de las nuevas generaciones por la tecnología y la manera como ha moldeado todos los aspectos de nuestras vidas, genera una necesidad de cambio de paradigma en la educación orientada hacia la inclusión de las tecnologías de información y comunicación (TIC) apoyada en una adecuada mediación pedagógica. Es por ello, que es necesario conocer las formas correctas de uso de las nuevas tecnologías en los procesos de enseñanza-aprendizaje. El presente estudio pretende medir el impacto de la implementación de recursos didácticos creados con Articulate 360 sobre el aprendizaje del equilibrio de solubilidad en el curso de Análisis Cuantitativo del pensum de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se utilizó una metodología cuasi-experimental basada en el diseño de tres grupos de Solomon. Las intervenciones educativas se realizaron a distancia de manera sincrónica (clases magistrales) y asíncrona (recursos multimedia interactivos). Los datos recabados se analizaron mediante un análisis de varianza unifactorial ( $\alpha = .05$ ) que evalúa la influencia de las intervenciones en el desempeño de los estudiantes; y un análisis de regresión múltiple para evaluar la capacidad de predicción de tres métricas de uso de las actividades didácticas: tiempo de uso, calificación de intento y número de consultas. El análisis de varianza demostró diferencia significativa en las medias de los desempeños alcanzando las mejores notas en el primer examen sumativo. Las métricas de uso no presentaron capacidad de predicción en la variabilidad de los desempeños de los estudiantes.

**Palabras clave:** Moodle, herramienta de autoría, aprendizaje híbrido, simulación, aprendizaje por resolución de problemas

### 2.1. Abstract y Keywords

*The interest of new generations in technology and how it has shaped all aspects of our lives generates a need for a paradigm shift in education oriented towards the inclusion of information and communication technologies (ICT) supported by adequate pedagogical mediation. That is why it is necessary to know the correct ways of using new technologies in teaching-learning processes. The present study aims to measure the impact of the implementation of didactic resources created with Articulate 360 on the learning of solubility*

*equilibrium in the Quantitative Analysis course of the Chemical Engineering curriculum of the University of San Carlos of Guatemala. A quasi-experimental methodology based on Solomon's three-group design was acquired. The educational explosions were carried out at a distance synchronously (master classes) and asynchronously (interactive multimedia resources). The data collected was analyzed using a unifactorial analysis of variance ( $\alpha = .05$ ) that assesses the influence of interventions on student performance, and a multiple regression analysis to evaluate the predictive capacity of three metrics of use of the didactic activities: time of use, the score of attempt and number of queries. The analysis of variance showed a significant difference in the means of the performances, reaching the best grades in the first summative exam. The usage metrics did not show predictive capacity in the variability of student performances.*

**Keywords:** Moodle, authoring tool, blend learning, learning by simulation, learning by problem resolution

### **3. Introducción**

La tecnología y sus avances son cada vez más esenciales en todos los niveles de nuestras vidas. La educación superior no escapa a esta realidad. Las instituciones han visto como se han transformado las tareas, las prácticas de laboratorio y las búsquedas de información por mencionar algunos de los elementos importantes del aula. A lo anterior, se le debe añadir la disrupción creada por la aparición del COVID19 en el año 2020. El distanciamiento producto de la necesidad de detener la propagación del virus que causó una pandemia mundial, aceleró la transformación que ya existía y obligó a los profesionales dedicados a la educación a adaptarse inmediatamente a una realidad que coloca a la enseñanza a distancia como un modelo alternativo con mejores capacidades de implementación (Clark et al., 2020).

García-Valcárcel Muñoz-Repiso (2005, p.289), definió a las tecnologías de información y comunicación (TIC) dentro del contexto de la educación como toda aquella tecnología que permita producir, adquirir, almacenar, gestionar o difundir información mediante imágenes, videos, audios o textos. La evolución de las TIC dentro de la educación, comenzó con la idea de aprender a través de las computadoras y se ha visto transformada por la aparición del

internet. En los procesos de enseñanza-aprendizaje los profesores se benefician de las TIC aumentando su capacidad de planeación y didáctica; mientras que los alumnos alcanzan dinamismo, atracción y motivación. Actualmente no se puede concebir un proceso educativo sin las tecnologías y más aún cuando las mismas se orientan hacia el uso de la *Web* (Ramirez et al., 2018).

Conforme la teoría educativa ha evolucionado como resultado de la influencia de las TIC, diferentes corrientes de enseñanza han surgido. El *e-Learning* (aprendizaje a distancia) fue el primer término acuñado a los procesos educativos que no contemplan dentro de sus prácticas la presencialidad y se orientan hacia el uso directo de la *Web* para transmitir conocimiento. Las maneras como se entregan los contenidos y como se combinan la enseñanza virtual con la presencial han enmarcado el origen de las corrientes que se derivan de la enseñanza a distancia: el *m-Learning* (aprendizaje electrónico móvil) destacado por su enfoque de utilizar el celular, tabletas, laptops como dispositivos mediadores para impartir el conocimiento, el *g-Learning* (aprendizaje electrónico por juegos) caracterizado por incluir conceptos como la recompensa y la competencia para elaborar procesos pedagógicos, el *b-Learning* (enseñanza semipresencial) que aprovecha la combinación en diferentes proporciones de la enseñanza virtual y presencial buscando obtener lo mejor de ambos mundos y finalmente el *u-Learning* (aprendizaje ubicuo) que es el concepto de enseñanza virtual más reciente cuyo objetivo es agrupar todas las enseñanzas electrónicas anteriores para desarrollar un proceso educativo que se ejecute en cualquier hora, lugar, contexto o dispositivo (Ramirez et al., 2018).

Se ha demostrado que los métodos de enseñanza basada en computación aumentan el desempeño de los estudiantes cuando incrementan en los alumnos la conciencia del uso de las TIC, y cuando mejoran la comunicación. La efectividad de las TIC en las escuelas dependerá en gran medida de la habilidad del profesor para integrar y usar las tecnologías dentro de sus procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula. El desempeño de los estudiantes se incrementa si se utilizan métodos de enseñanza basados en computación que enseñen un uso crítico del internet y apoyen a crear una comunicación mejor con los estudiantes, sus familias y los colegas de los profesores (Comi et al., 2017).

El internet como tecnología ha impactado en la educación al democratizarla. El conocimiento nunca ha estado tan cerca de cualquier persona con acceso a internet como ahora. Manangón Cabrera y Uquillas Jaramillo (2021), indican que la institución educativa y el profesor han dejado de ser las fuentes principales del conocimiento, por lo que el profesor debe convertirse en guía y/o mediador de los alumnos para inculcar el pensamiento crítico enseñándoles el uso de las herramientas y facilitando la exploración y generación de nuevos conocimientos. Actualmente estamos siendo testigos del tránsito desde un paradigma donde el personaje principal era el maestro hacia un paradigma donde el estudiante y su aprendizaje toman dicho protagonismo. Un cambio de paradigma de enseñanza hacia el del aprendizaje supone dotar al maestro de herramientas conceptuales y operativas indispensables para reorientar las prácticas anteriores y hacerlas congruentes con las exigencias de máxima expresión de libertad, compromiso y autonomía intelectual que derivan del modelo educativo internacional vigente, y cuyo objetivo es apoyar al estudiante en su proceso de formación como ciudadano universal, consciente, proactivo y responsable (Fuentes, 2009).

En el presente estudio se abordó la mediación pedagógica a través del uso de las TIC (Moodle como plataforma educativa de gestión de enseñanza y Articulate 360 como herramienta de autoría de contenidos para enseñanza) dentro de un contexto de enseñanza híbrido (síncrono y asíncrono). Se buscó demostrar los beneficios de dichas tecnologías dentro de la práctica de enseñanza del equilibrio de solubilidad en el curso de Análisis Cualitativo del pensum de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala. La investigación utilizó una metodología cuasi-experimental bajo el diseño de tres grupos de Solomon (Cohen et al., 2017; Ross & Smith, 1965). Los estudiantes asignados al curso se dividieron por conveniencia basado en las tres secciones disponibles: un grupo experimental (sección A+), un grupo control sin intervención (sección N) y un grupo control sin evaluación diagnóstica (sección A-). El grupo experimental y el grupo control sin evaluación diagnóstica se sometieron a una intervención exponiéndolos a actividades desarrolladas con Articulate 360 e implementadas en cursos virtuales de Moodle. Al finalizar las intervenciones, se realizaron dos evaluaciones sumativas para verificar la adquisición de las competencias necesarias y una encuesta para conocer las opiniones de los estudiantes sobre la implementación de los nuevos recursos.

El análisis de varianza unifactorial con una confianza del 95% reveló diferencias significativas en los desempeños de los estudiantes en función de los grupos de estudio y los tres exámenes practicados durante la investigación. Un análisis de Tukey posterior demostró que los desempeños de los estudiantes fueron similares respecto a las secciones y diferentes respecto a los exámenes. El mejor desempeño ocurrió en el primer examen de evaluación sumativa. Adicionalmente, las métricas de uso de las actividades elaboradas con Articulate 360 no presentaron capacidad para predecir la variabilidad en el desempeño de los estudiantes. Se generó un modelo lineal por grupo de estudio con intervención y ninguno de los dos supero el 3% de capacidad de predicción en acuerdo con los coeficientes de determinación ajustados.

#### **4. Planteamiento del problema**

Las necesidades de las nuevas generaciones demandan del proceso educativo una renovación constante para responder a los diferentes avances de la ciencias científica y pedagógica, por lo que dicho proceso debe implementarse para generar aprendizajes para la vida. En los procesos de aprendizaje actuales, además de conocer hechos se les debe prestar funcionalidad para que se conviertan en puntos de partida para integrar nuevos conocimientos (León-León & Zúñiga-Meléndez, 2019).

Dentro del pensum de estudios de la carrera de ingeniería química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el equilibrio de solubilidad representa un parte fundamental en el conocimiento del equilibrio iónico de solubilidad en solución acuosa, el cual constituye el 25% del eje temático del curso de análisis cualitativo (código 362), Además, representa uno de los fenómenos del equilibrio iónico en solución acuosa más comunes y de mayor aplicación práctica.

Por lo anteriormente expuesto, se hace necesario buscar metodologías que faciliten el aprendizaje del equilibrio iónico de solubilidad.

## **5. Delimitación en tiempo y espacio**

### **5.1. Delimitación en tiempo**

La investigación abarcó un período de 10 meses que inició el día martes primero de febrero y finalizó el miércoles 30 de noviembre del año 2022. En los meses de febrero a abril las actividades se dirigieron hacia: la capacitación y entendimiento de las principales características del paquete informático Articulate 360, tecnologías Web HTML5, CSS3 y JavaScript; identificación del contenido programático a impartirse; selección de la metodología y estrategias pedagógicas; y desarrollo del diseño preliminar del sistema de enseñanza abarcando la recolección de datos bibliográficos de constantes fisicoquímicas del fenómeno de equilibrio de solubilidad, así como de todos los modelos matemáticos que predicen el comportamiento del fenómeno químico a enseñar y generación de los sistemas graficadores para la matematización del fenómeno.

De igual manera se procedió a la generación del banco de preguntas a utilizarse en los exámenes dentro de la investigación y estructuración de la ponderación de la sección de preguntas y problemas como normalmente se realiza dentro del curso de Análisis Cuantitativo en la Facultad de Ingeniería de la San Carlos.

En los meses de mayo y junio se procedió a generar el contenido de enseñanza mediante Articulate 360 con la intención de distribuirlo utilizando un sistema de gestión de enseñanza (LMS) como lo es MOODLE. Se culminaron los simuladores para los siguientes casos: 1) sales no hidrolizables y 2) hidróxidos. Y se desarrolló la encuesta dirigida a recopilar información de la satisfacción de los estudiantes que reciban intervención en sus actividades de aprendizaje mediante el contenido multimedia generado con Articulate 360.

Durante el segundo semestre del año 2022 se iniciaron las imparticiones de clases magistrales dentro del curso de Análisis Cuantitativo en tres secciones: A+, A- y N. En julio se trabajó una encuesta para conocer características generales de los estudiantes que se asignaron al curso y se estructuró la temporalidad de todas las actividades que pertenecen tanto a la investigación como al curso de Análisis Cuantitativo, dentro de la cuales se mencionan: clases magistrales sobre el equilibrio de solubilidad, fechas de evaluación, metodologías de ponderación y calificación.

La ejecución de la investigación inició en el mes de agosto y finalizó en el mes de noviembre con la última evaluación programada como examen final del curso de Análisis Cuantitativo. Durante este tiempo se impartieron por 3 semanas las clases magistrales, que representa la metodología clásica de enseñanza-aprendizaje, se les habilitaron las actividades multimedia implementadas con Articulate 360 por 2 semanas y se realizaron todos los exámenes, desde el de diagnóstico hasta el examen de comprobación de competencias tardío. La gestión del aprendizaje se realizó dentro de dos sistemas MOODLE implementados uno por el equipo de trabajo en la investigación y otro por el grupo de trabajo de la facultad de ingeniería. A partir del mes de octubre se inició con la tabulación preliminar de los datos recabados y su correspondiente análisis estadístico. Los datos se completaron a mediados del mes de noviembre y se inició con la obtención completa de los resultados de investigación y su posterior contraste con la literatura de documentos académicos sobre investigación en educación.

## **5.2. Delimitación espacial**

El estudio se diseñó para ser ejecutado de manera presencial (clases magistrales) y a la vez tener contenidos multimedia en sistemas virtuales de enseñanza como lo es MOODLE para el aprendizaje a distancia. Si embargo, debido a la prevalencia de las restricciones por la pandemia COVID19 y por la imposibilidad de utilizar las instalaciones del campus central de la universidad de San Carlos de Guatemala en la zona 12 de la ciudad capital, la investigación se realizó completamente a distancia.

El estudio se dirigió al estudiantado de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se incluyeron a los estudiantes asignados al curso de Análisis Cuantitativo en todas sus secciones (A+, A- y N) durante el segundo semestre del año 2022 dado que la temática del equilibrio de solubilidad en solución acuosa, cuya enseñanza se desea mejorar, se imparte en dicho curso. La sección A+ y A- se imparten en la jornada matutina mientras que la sección N en la vespertina. El catedrático titular de las secciones A- y N es el investigador asociado Ing. Qco. Víctor Manuel Monzón Valdez, mientras que la sección A+ cuenta con el investigador Ing. Qco. César Alfonso García Guerra como

catedrático titular. Análisis Cuantitativo es un curso que se encuentra en el cuarto semestre del pensum de estudios de la carrera de Ingeniería Química.

## **6. Marco Teórico**

### **6.1. Mediación Pedagógica**

La educación debe abocarse al desarrollo de habilidades y competencias en el alumnado con el propósito de garantizar desarrollos personales y sociales óptimos. A pesar que el modelo educativo tradicional merece reconocimiento por sus aportes a la sociedad, en la actualidad presenta una pobre contextualización de los procesos formativos y una inadecuada formación de competencias científicas que generen transformaciones a nivel del individuo, del colectivo y de la sociedad (León-León & Zúñiga-Meléndez, 2019).

Para responder a lo anterior, un nuevo modelo novedoso en educación está naciendo. Dicho modelo redefine el material a enseñar y la formación del catedrático. Representa una actividad más humana y realista, que se caracteriza por ser más comprensiva y se fundamenta en consensos de la misma comunidad científica (León-León & Zúñiga-Meléndez, 2019).

La estructura educativa debe tener como función la transformación y socialización de un individuo considerando el contexto de la cultura en la cual se desarrolla. Un educador en la actualidad debe ser el enlace entre la cultura y el proceso educativo, desempeñando diferentes protagonismos tales como: asesor, motivador, guía, acompañante, coaprendiz, investigador y evaluador del proceso educativo, entre otros (León León, 2014).

De esta manera, la función de los docentes ha cambiado fuertemente, de ser un simple transmisor de conocimiento enfocado en los contenidos hacia una conversión en un mediador y formador que permita el acercamiento entre el estudiante, los conocimientos y el contexto (León León, 2014).

Los orígenes de la mediación pedagógica se encuentran en la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel, Bruner y el cognitivismo; la Teoría socio histórico cultural de Vigotski; y el postulado de Piaget de la relación entre el sujeto y el objeto. Todos estos autores ponen al proceso enseñanza-aprendizaje como eje principal (León León, 2014).

Una mediación pedagógica se encuentra relacionada con el aprendizaje significativo debido a que procura la construcción de conocimientos con importancia y relevancia en las

necesidades e intereses de los estudiantes. También se encuentra relacionada con la zona de desarrollo próximo, teoría de Vigotski, porque el aprendizaje debe ser desarrollado en un ambiente mediado y asistido por el docente que busca que el estudiante alcance el potencial de su desarrollo (León León, 2014). Y finalmente, se encuentra relacionado con las ideas de desarrollo cognitivo de Piaget, dado que, como Chacón (2006, citado en León León, 2014) indica, el docente es el encargado de buscar permanente nuevas maneras de provocar un desequilibrio cognitivo que promueva la creación de formas diferentes de pensar y que ello redunde en la generación de un nuevo equilibrio que le permita al estudiante desarrollarse según el medio en el que se encuentre.

## **6.2. Estrategias de Enseñanza en la Educación**

Dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje que involucran tanto a un docente como sujeto mediador y proveedor de conocimiento, como a un estudiante que debe adquirir competencias, existen dos tipos de estrategias dependiendo de cuál de las dos partes ya mencionadas las aplique para alcanzar el mismo objetivo que sería el aprendizaje significativo. Las estrategias aplicadas por el mismo estudiante para aprender se denominan de aprendizaje, mientras que las estrategias que el docente aplique para promover y acompañar el aprendizaje del estudiante se denominan de enseñanza (Nolasco del Angel, 2014).

Las estrategias como recurso de mediación deben emplearse tomando en consideración tanto los propósitos de aprendizaje como las competencias a desarrollar. Y adicionalmente el docente deberá crear el ambiente correcto con el propósito de propiciar un aprendizaje significativo (Nolasco del Angel, 2014).

Entre las principales estrategias de enseñanza podemos encontrar las siguientes (Nolasco del Angel, 2014):

- Ilustraciones: Representación visual de teorías o conceptos de aprendizaje. Los tipos de ilustraciones más importantes son:
  - Descriptiva: La más sencilla de las ilustraciones y se dedica a mostrar dibujos, fotografías y figuras de las temáticas de aprendizaje.

- Expresiva: Ilustraciones descriptivas con enfoque en aspectos actitudinales tales como identificar la temática, determinar el contenido de una unidad, considerar el contenido conceptual que sirve de fundamento en la unidad didáctica, o seleccionar los contenidos procedimentales seleccionados de las temáticas.
- Lógico-Matemática: Diagramas de conceptos o funciones matemáticas.
- Algorítmica: Diagramas que conllevan un procedimiento para poderse elaborar y generan conocimiento a partir de la expresión gráfica de la información que los genera
- Organizadores de Temáticas Previos: Material introductorio compuesto por un conjunto de conceptos y proposiciones de mayor nivel.
- Taller: Estrategia de enseñanza que prioriza el aprendizaje a través de una práctica relacionada con el objetivo a alcanzar considerando el contexto de aprendizaje. Es una metodología participativa que depende de la actividad del estudiante y en la organización basada en pequeños grupos. Con el taller se busca dar respuestas a las preguntas planteadas durante la planeación didáctica, teniendo en cuenta la opinión de todos los miembros del grupo, para llegar a una toma de decisiones colectiva. Se potencian el desarrollo de competencias de comunicación, trabajo en equipo y sociales. El taller, al igual que otras actividades prácticas, ayuda a consolidar la teoría con la realidad y aborda con una perspectiva constructivista la toma de decisiones y la solución de problemas apelando a la creación de conocimientos nuevos por parte del estudiante.
- Clases Prácticas: Estrategia que guarda muchas similitudes con el taller ya que ambas acuden a la aplicación de conocimientos en situaciones procedimentales y de adquisición de habilidades relativas a la temática de estudio. Esta estrategia engloba diferentes acepciones dentro de las cuales se pueden mencionar: prácticas de laboratorio, prácticas de campo, clases de problemas, prácticas de informática, etc., compartiendo todas ellas el mismo objetivo de enseñar al estudiante haciendo.
- Resolución de Ejercicios y Problemas: Esta estrategia se basa en ejercitar y poner en a prueba los conocimientos previos de los estudiantes sobre la materia de estudio, con

el objetivo claro que desarrollen soluciones adecuadas o innovadoras dentro del contexto educativo. Favorece el descubrimiento de patrones y dependiendo del uso que se les otorgue a los resultados de los ejercicios puede llegar a servir como instrumento de retroalimentación creado por el docente hacia el estudiante y que éste pueda adquirir conciencia del progreso de aprendizaje. El docente además debe fomentar la capacidad del estudiante para resolver los problemas desde diferentes perspectivas lo que enriquecerá el proceso de enseñanza, aportando primero una supervisión constante y luego al observar la respuesta del estudiante, proporcionar una reflexión de la pertinencia de la solución alcanzada.

- **Simulación Pedagógica:** Representa una actividad de aprendizaje colectiva o individual que aprovecha la capacidad de un sistema informático para representar en ambos rangos del espectro de complejidad de manera simplificada o muy fidedigna un fenómeno de la naturaleza que se desea estudiar, según lo requiera el docente. Existen las simulaciones con aparatos mecánicos, electrónicos o software que reproducen total o parcialmente un objeto, situación o proceso de la realidad objeto de estudio. El estudiante mediante el uso de estos sistemas simuladores adquiere una herramienta poderosa que le permitirá autoformarse en el conocimiento de los fenómenos que estén siendo imitados.

### **6.3. Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)**

El uso de las tecnologías de la información y comunicación en la enseñanza y aprendizaje se ha incrementado sustancialmente en los últimos años en la mayoría de los países desarrollados. Los gobiernos han hecho grandes inversiones equipando las escuelas con dispositivos de este tipo de tecnología y otras herramientas digitales. Como resultado el uso de las TIC; que abarca desde los programas de enseñanza más simples y lineales concebidos en primera instancia, hasta los programas más sofisticados capaces de adecuar el contenido temático a las capacidades cognitivas y afectivas de los estudiantes, se han popularizado en buena medida (Fernández-Gutiérrez et al., 2020).

A pesar de todo lo anteriormente explicado, existe un contexto de controversia dentro de la comunidad científica que no ha podido verificar con evidencia clara los efectos positivos que

tienen los TIC. Las corrientes positivas hacia el uso de estas tecnologías en los procesos de aprendizaje argumentan que: incrementan el acceso a recursos didácticos, favorecen la flexibilidad y la autonomía, incrementan la capacidad de personalización de contenido temático, entre otras. Mientras que las corrientes que se oponen argumentan que: las tecnologías tienen la capacidad de distraer a los estudiantes de aprender, socavar la necesidad de trabajo y disciplina y en mayor o menor medida disminuir la mediación del docente en el aprendizaje del alumno dependiendo de cómo se esté utilizando la tecnología (Fernández-Gutiérrez et al., 2020).

Los efectos del uso de las TIC en los resultados de procesos educativos es aún una interrogante abierta. Constituye actualmente dentro de la comunidad científica un ámbito de investigación que debe ser abordado para mejorar los procesos y crear políticas que respondan a la gran inversión realizada en este tipo de tecnologías (Angrist & Lavy, 2002; Comi et al., 2017; Spiezia, 2011).

#### **6.4. Educación a Distancia (*e-Learning*)**

A pesar que la educación a distancia no es una disciplina antigua para los cánones académicos, su práctica y teoría han evolucionado a través de 5 etapas en los últimos 150 años de existencia (Anderson, 2011). La primera etapa fue la más extensa en duración y consistió en una búsqueda originalmente personal de superación conformada por una comunicación con períodos largos de espera entre el profesor y el estudiante. Las siguientes tres etapas se caracterizaron por presentar un desarrollo cada vez más acelerado y sucedieron en la última mitad del siglo XX. La primera se compuso de los medios de comunicación como lo son la televisión y la radio, la siguiente fue comprendida por herramientas de teleconferencias de video y audio en vivo, y la última ya consideró las conferencias mediante computadoras. La quinta etapa la podemos encontrar en los comienzos del siglo XXI, en ella se utilizan agentes autónomos e inteligentes para la enseñanza asistida por bases de datos y es lo que hoy en día se conoce como Web semántica educativa o Web 2.0 (Anderson, 2011). Se debe remarcar la aceleración de sucesión de cada nueva etapa y el hecho que ninguna tecnología ha desplazado por completo a sus predecesoras, lo que permite a los educadores

tener una gama más amplia de posibilidades para combinar las tecnologías al momento de utilizarlas para fines educativos a distancia.

La educación a distancia (de la cual el *eLearning* forma parte), agrupa conocimientos y prácticas de múltiples disciplinas, entre las que podemos mencionar: la pedagogía, la psicología y sociología, la economía y los negocios, y la tecnología y su producción. Según Roman y Plopeanu (2021), un ambiente de enseñanza en línea es considerado como un marco de referencia que utiliza el servicio de internet para entregar formas de instrucción a alumnos que se encuentran separados por tiempo, distancia o ambos de sus compañeros o su instructor.

#### **6.4.1. Factores que afectan la efectividad de la Aprendizaje a Distancia**

Mientras la comunicación presencial se sigue considerando como la manera principal del proceso educativo, la efectividad del aprendizaje a distancia (*eLearning*) se ha documentado y considerado ya por décadas. Al crear la comparación entre el aula tradicional de enseñanza y los beneficios aludidos de la educación a distancia sobresalen los siguientes: costos reducidos de matrículas, mejores calificaciones en las evaluaciones, incrementos en el compromiso de los estudiantes junto con una disminución en la deserción y una mayor afinidad colaborativa (Roman & Plopeanu, 2021).

Para lograr todo lo anteriormente expuesto, el aprendizaje a distancia debe cumplir con los siguientes aspectos: 1) tener una infraestructura eficiente, implicada no solo en poseer una conectividad técnica buena sino también en presentar una gestión profesional de los cursos, los contenidos y las prácticas pedagógicas, 2) una actitud positiva por parte del grupo de profesores hacia la utilidad de las tecnologías, así como la familiarización que tengan con estas (Comi et al., 2017), 3) un acceso a internet bueno por parte de los estudiantes, 4) una correcta organización y autorregulación del estudiante (Roman & Plopeanu, 2021) y 5) un planeamiento o diseño institucional riguroso (Roman & Plopeanu, 2021).

#### **6.5. Aprendizaje Semipresencial (*b-Learning*)**

El término *blend learning* se acuñó por primera vez a finales de la década de los 1990's. Su definición trascurrió por múltiples cambios hasta que la publicación del Handbook of

Blended Learning (Friesen, 2012) dio lugar a la definición compuesta que actualmente se utiliza: aprendizaje que designa el rango de posibilidades que se presentan al combinar el internet y los medios digitales audiovisuales con las formas establecidas del aula, requiriendo la presencia simultánea del profesor y de los estudiantes (Friesen, 2012).

El aprendizaje semipresencial ofrece un modelo combinado. El formador o profesor mantiene su función tradicional, pero se beneficia de todas las características que ofrecen el internet y las TIC para elaborar un entorno educativo. Por lo que existen dos espacios en los cuales el profesor se debe desempeñar: un formato a distancia atendiendo solicitudes, colocando recursos o anuncios, brindando soporte fuera del período de clase y un formato presencial asistiendo a los estudiantes dentro del aula e impartiendo conocimiento de manera tradicional (Alemany Martínez, 2007).

El modelo de aprendizaje semipresencial o virtual-presencial, plantea una necesidad de mejorar el uso de las TIC enfocándose en los procesos de aprendizaje del alumno. Esta combinación entre la tecnología y el enfoque en el aprendizaje ha dado lugar al surgimiento del término de mediación técnica en la literatura de interacciones sociales. La mediación ocurre dentro de un aprendizaje semipresencial ya que el profesor interactúa con el alumno separado ya sea en tiempo o espacio mediante las tecnologías de la comunicación (Friesen, 2012).

Dependiendo de las proporciones en las cuales se combinen la presencialidad con la virtualidad dentro de un aprendizaje semipresencial, 4 modelos han sido identificados en la literatura (Friesen, 2012):

- “Modelo de Rotación”, en el cual las prácticas en línea se combinan o se incrustan dentro de prácticas presenciales “cara a cara” alternando la enseñanza entre las dos prácticas.
- “Modelo flexible”, en el que los alumnos son abordados en línea o a distancia por parte de un profesor que se encuentra físicamente presente.
- “Modelo semipresencial autogestionado”, en el cual los alumnos escogen los cursos a tomar independientemente, pero lo hacen cuando el profesor y otros compañeros se encuentran presentes simultáneamente.

- “Modelo virtual enriquecido”, en el cual las experiencias virtuales tienen el protagonismo y se ven enriquecidas ocasionalmente por actividades presenciales.

### **6.6. Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS)**

Derivado del uso del aprendizaje semipresencial, un profesor para abarcar la porción de la enseñanza a distancia necesitará de un tipo de software que le apoye en contener, presentar, evaluar, comunicar y en general gestionar todos los recursos digitales que disponga crear o adquirir para dedicarse a la transmisión del conocimiento. Es por ello que los sistemas de gestión de aprendizaje fueron creados en principio para la educación superior (R. A. Ellis & Calvo, 2007). En la actualidad se utilizan tanto en instituciones educativas como en la industria donde se necesita llevar un control de las actividades tanto de los estudiantes como de los empleados para observar los avances en el aprendizaje y capacitación respectivamente (R. K. Ellis, 2009).

El uso de los LMS en la educación superior se está adoptando cada vez más para el apoyo en las experiencias de aprendizaje en el campus de las universidades. Entre los sistemas más conocidos se pueden mencionar a WebCT, Blackboard, dotLRN y Moodle (R. A. Ellis & Calvo, 2007).

### **6.7. Herramientas de autoría para *eLearning***

Los sistemas de gestión de aprendizaje pueden o no implementar ambientes de desarrollo para la creación de contenidos de aprendizaje en línea. Es entonces cuando las herramientas de autoría tienen su origen derivado de la necesidad de crear dichos recursos cuando se trabaja con un LMS que no tiene las capacidades de crear contenidos. Estas herramientas se utilizan normalmente para desarrollar aplicaciones multimedia o productos *eLearning* cuyo propósito principal es la instrucción o la enseñanza. Las herramientas de autor habilitan pues la producción de cursos interactivos a través de objetos de aprendizaje multimedia que tienen la capacidad de agrupar de manera concurrente texto, imágenes, videos y animaciones (Dağ et al., 2014).

La facilidad de uso de este tipo de herramientas es escalable. Esto significa que permite a una persona con un conocimiento básico en computación crear contenidos a través de una interfaz

gráfica amigable. Y si la persona es un usuario avanzado permite crear objetos de aprendizaje más complejos. Los materiales o recursos producidos por este tipo de herramientas pueden ser destinados a diferentes propósitos pedagógicos: a nivel de curso, evaluaciones, demostraciones, tutoriales, etc. (Dağ et al., 2014).

### **6.8. Equilibrio de Solubilidad de Electrolitos en Solución Acuosa**

Los equilibrios químicos que se pueden observar en soluciones que utilizan al agua como solvente son 4: 1) equilibrio iónico ácido-base, 2) equilibrio de solubilidad de electrolitos, 3) equilibrio de iones complejos y 4) equilibrio iónico de reacciones de óxido-reducción. Todos los equilibrios pueden o no ocurrir de manera simultánea al agregar un soluto dependiendo de su naturaleza. Se entiende como solubilidad a la cantidad de sustancia máxima por unidad de volumen de solvente (agua) que es capaz de disolverse en un medio acuoso en un conjunto de condiciones determinadas. La solubilidad se encuentra relacionada con los conceptos de precipitación y disolución. Dichos fenómenos son de importancia tanto en aguas naturales como en procesos de tratamientos de aguas y manufactura de productos en solución acuosa. Los procesos de tratamientos de aguas como el ablandamiento con cal-carbonato, la eliminación de hierro y la precipitación de fosfatos se basan en la precipitación (Jenkins & Snoeyink, 2002). La teoría que abarca el estudio del equilibrio heterogéneo de la solubilidad se encuentra soportada por el concepto de producto de solubilidad que permite mediante ecuaciones matemáticas demostrar la influencia de los principales factores de los cuales depende la solubilidad: temperatura de la solución, el potencial de hidrógeno de la solución (pH), la naturaleza química (composición) de los solutos, entre otros.

### **7. Estado del arte**

El continuo abandono por parte de los docentes del modelo hasta ahora tradicional de enseñanza donde el objetivo principal era la memorización y verificación de contenido, ha dado lugar a una búsqueda de metodologías que permiten educar individuos capaces de resolver problemas a través del pensamiento crítico y reflexivo (Santos et al., 2019).

Prosser y colaboradores (1994), delinearon los dos acercamientos predominantes que tuvieron los profesores de educación superior en cuanto a la enseñanza que practicaban: 1)

enfoque hacia el estudiante tomando como estrategia al cambio conceptual y 2) enfoque hacia el docente donde la estrategia adoptada es la transmisión de información. Cada sistema se compone de una conceptualización y una estrategia (Santos et al., 2019).

Dentro de la contextualización de la transmisión de conocimiento, se le relega al estudiante a un receptor pasivo de conocimiento y se le evalúa únicamente en su capacidad de recordar y reproducir memorísticamente soluciones ya determinadas de antemano por el mismo proceso de enseñanza. En lugar de ello, el sistema con enfoque en el estudiante, busca mediar la adquisición de conocimientos por parte del mismo utilizando una estrategia basada en el aprendizaje (Kember & Kwan, 2000). Este nuevo acercamiento reta constantemente el conocimiento del alumno invitándolo a aprender desde puntos de vista diferentes apoyándose en el pensamiento crítico y la aplicación de los conocimientos ya adquiridos.

Para determinar cuáles estrategias de enseñanza en la educación superior promueven el mejor cambio conceptual en el estudiante, múltiples estudios (Beckem & Watkins, 2012; Blackburn, 2015; Danker, 2015; Edwards & Bone, 2012; Marbach-Ad et al., 2014; Pinheiro & Simões, 2012; Sandvoll, 2014; Walter et al., 2012; Winstone & Millward, 2021) se han realizado bajo 4 temáticas: 1) Disonancia entre la conceptualización y las estrategias de enseñanza, 2) acercamientos que recurren a la utilización de las TIC's, 3) simulaciones digitales y 4) iniciativas pedagógicas en claustros extensos. Todos los estudios mencionados, independientemente de las distintas estrategias abordadas, lograron una mayor motivación en los estudiantes, un incremento en el involucramiento con los contenidos, un desarrollo en el pensamiento reflexivo y crítico, mayores niveles en las competencias y consecuentemente un aprendizaje más significativo por parte de los estudiantes. De igual manera, se observó un incremento en la capacidad de interacción entre estudiantes y entre docentes y estudiantes (Santos et al., 2019).

La existencia de todas estas ventajas no evitó que también se presentaran problemas. Dentro de los principales que recopiló Santos y colaboradores (2019) en su investigación, se pueden mencionar: 1) la necesidad de alineamiento entre el uso de las TIC, las clases magistrales y las estrategias ya implementadas en los cursos, 2) la separación involuntaria en la dirección de docencia al no contar con estrategias pedagógicas claras que posean los mismos objetivos planteados en la conceptualización de la enseñanza del docente.

Actualmente, no se puede concebir una educación sin el uso de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje debido al impacto y permeabilidad inherentes de la tecnología a lo largo y ancho de la sociedad (Behera, 2013). La continua aparición de nuevas tecnologías para la comunicación que posean el potencial de ser aplicadas dentro de ámbitos educativos, permitirá siempre el desarrollo de nuevas investigaciones pertinentes para evaluar el impacto que estas tienen dentro de los procesos de educación (Ramirez et al., 2018). Debido a la pandemia del COVID19 que inició en el año 2020 y aún permanece vigente en muchos países causando el distanciamiento social, se pueden observar un mayor número de tendencias para el aprendizaje a distancia. Ya se han descrito las modalidades de *e-Learning* y *blend-Learning* que se considerarían como modelos consolidados al día de hoy. Pero existen dos nuevas tendencias y sus nombres ejemplifican la principal característica de ellas. Se habla entonces del *mobile learning (m-Learning)* y del *ubiquitous learning (U-Learning)* o aprendizaje ubicuo. La modalidad que alude a la movilidad se destaca por la prevalencia de utilizar la capacidad que tienen ahora los dispositivos móviles de acompañarnos a donde sea (celulares, tabletas, notebooks). Por lo que es posible que el estudiante acceda a contenidos asíncronos con más libertad que antes. Y por el otro lado, tenemos un concepto más amplio y completo que engloba a todas las demás modalidades discutidas anteriormente debajo del término o modalidad *U-Learning*. El aprendizaje ubicuo es aquel que se aprovecha de cualquier tiempo, lugar, contexto y dispositivo para enseñar al estudiante, inclusive logrando que el estudiante este aprendiendo sin estar atento al proceso de aprendizaje (Gros et al., 2016).

## **8. Objetivos**

### **8.1. General**

Evaluar la implementación de la herramienta de autoría de contenidos Articulate 360 dentro de un contexto *blend-Learning* mediante el soporte de la plataforma Moodle para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje del equilibrio iónico de solubilidad del curso de Análisis Cualitativo.

## 8.2. Específicos

1. Planificar la didáctica del proceso de enseñanza semipresencial y desarrollar los recursos basados en TIC mediante Articulate 360 para ser ubicados y distribuidos en la plataforma Moodle.
2. Elaborar un instrumento de evaluación sumativa capaz de medir las diferentes competencias esperadas en el perfil de un estudiante que conozca el equilibrio de solubilidad de electrolitos en solución acuosa.
3. Estimar la existencia de diferencias significativas en los desempeños de los estudiantes en tres evaluaciones consecutivas (previa, posterior inmediata y posterior tardía a la intervención) practicadas a los tres grupos de investigación respectivamente mediante un Análisis de varianza unifactorial con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de .05.
4. Establecer las formas de uso que los estudiantes le dieron a los recursos didácticos creados con Articulate 360 mediante la implementación de un control de métricas basadas en: tiempo de uso, cantidad de consultas y puntuación en contenidos.
5. Determinar mediante encuesta las dificultades y limitaciones encontradas por los estudiantes al utilizar los recursos que atienden las diferentes estrategias didácticas implementadas para la mejora de la enseñanza del equilibrio iónico de solubilidad de electrolitos en solución acuosa.
6. Estimar la existencia de una relación significativa y la explicación ponderada relativa entre las métricas de uso de los recursos didácticos y el desempeño de los estudiantes en las dos evaluaciones posteriores a la intervención mediante una regresión múltiple.

## 9. Hipótesis

### 9.1. Hipótesis nulas

#### 9.1.1. Ho,1 (Objetivo 3)

Los resultados de las evaluaciones (previa, posterior inmediata y posterior tardía) de competencias requeridas en estudiantes con conocimientos del fenómeno de equilibrio de solubilidad del grupo experimental no presentan diferencias significativas con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de .05.

### **9.1.2. Ho,2 (Objetivo 3)**

Los resultados de las evaluaciones (previa, posterior inmediata y posterior tardía) de competencias requeridas en estudiantes con conocimientos del fenómeno de equilibrio de solubilidad del grupo control sin intervención no presentan diferencias significativas con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de .05.

### **9.1.3. Ho,3 (Objetivo 3)**

Los resultados de las evaluaciones (previa promediada, posterior inmediata y posterior tardía) de competencias requeridas en estudiantes con conocimientos del fenómeno de equilibrio de solubilidad del grupo control sin evaluación previa no presentan diferencias significativas con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de .05.

### **9.1.4. Ho,4 (Objetivo 6)**

Las capacidades adquiridas por los estudiantes en las diferentes competencias requeridas para la comprensión del equilibrio de solubilidad no varían significativamente respecto al tiempo de uso de los contenidos creados con Articulate 360 con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de .05.

### **9.1.5. Ho,5 (Objetivo 6)**

Las capacidades adquiridas por los estudiantes en las diferentes competencias requeridas para la comprensión del equilibrio de solubilidad no varían significativamente respecto al número de consultas de los contenidos creados con Articulate 360 con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de .05.

### **9.1.6. Ho,6 (Objetivo 6)**

Las capacidades adquiridas por los estudiantes en las diferentes competencias requeridas para la comprensión del equilibrio de solubilidad no varían significativamente respecto al puntajes obtenidos en los contenidos creados con Articulate 360 con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de .05.

## **9.2. Hipótesis alternativas**

### **9.2.1. Ho,1 (Objetivo 3)**

Los resultados de las evaluaciones (previa, posterior inmediata y posterior tardía) de competencias requeridas en estudiantes con conocimientos del fenómeno de equilibrio de solubilidad del grupo experimental presentan diferencias significativas con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de .05.

### **9.2.2. Ho,2 (Objetivo 3)**

Los resultados de las evaluaciones (previa, posterior inmediata y posterior tardía) de competencias requeridas en estudiantes con conocimientos del fenómeno de equilibrio de solubilidad del grupo control sin intervención presentan diferencias significativas con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de .05.

### **9.2.3. Ho,3 (Objetivo 3)**

Los resultados de las evaluaciones (previa promediada, posterior inmediata y posterior tardía) de competencias requeridas en estudiantes con conocimientos del fenómeno de equilibrio de solubilidad del grupo control sin evaluación previa presentan diferencias significativas con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de .05.

### **9.2.4. Ho,4 (Objetivo 6)**

Las capacidades adquiridas por los estudiantes en las diferentes competencias requeridas para la comprensión del equilibrio de solubilidad varían significativamente respecto al tiempo de uso de los contenidos creados con Articulate 360 con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de .05.

### **9.2.5. Ho,5 (Objetivo 6)**

Las capacidades adquiridas por los estudiantes en las diferentes competencias requeridas para la comprensión del equilibrio de solubilidad varían significativamente respecto al número de consultas de los contenidos creados con Articulate 360 con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de .05.

### 9.2.6. Ho,6 (Objetivo 6)

Las capacidades adquiridas por los estudiantes en las diferentes competencias requeridas para la comprensión del equilibrio de solubilidad varían significativamente respecto al puntajes obtenidos en los contenidos creados con Articulate 360 con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de .05.

## 10. Materiales y métodos

### 10.1. Enfoque

La investigación abordó un enfoque cuantitativo dentro del área social humanística. Se utilizó la estadística descriptiva para analizar los resultados de la encuesta de satisfacción del estudiante respecto a los recursos didácticos basados en TIC. Por otro lado, se utilizó estadística inferencial para: 1) estimar diferencias significativas entre los desempeños de los estudiantes en tres evaluaciones consecutivas de adquisición de competencias sobre el equilibrio de solubilidad de tres grupos diferentes de investigación, 2) establecer relaciones de variación de tres métricas de uso de recursos didácticos respecto a los resultados de las evaluaciones de los estudiantes en los grupos con intervención.

### 10.2. Métodos

La investigación se condujo mediante un método cuasi-experimental aplicando un diseño denominado de tres grupos de Solomon (Cohen et al., 2017; Ross & Smith, 1965). A dicho diseño se le agregó una postevaluación con el objetivo de evaluar la retención de los conocimientos de los estudiantes pasado un período de tiempo de un mes desde que se finalizó la impartición de la temática.

**Tabla 1**

*Distribución de evaluaciones y actividades en los grupos de investigación*

Grupos	Sección	Preevaluación	Intervención (Articulate 360)	Postevaluación inmediata	Postevaluación tardía
Experimental	A+	Si	Si	Si	Si
Control 1	A-	No	Si	Si	Si
Control 2	N	Si	No	Si	Si

### 10.3. Recolección de información

El universo de estudio abarcó a todos los estudiantes asignados al curso de Análisis Cualitativo de la carrera de Ingeniería Química durante el ciclo 2022-2023. Dicho curso se imparte únicamente en el segundo semestre de cada ciclo académico. Los estudiantes se dividieron por conveniencia en tres grupos correspondientes a cada una de las tres secciones en las que se imparte el curso. Las poblaciones en cada grupo fueron las siguientes: A+ (23 estudiantes), A- (31 estudiantes) y N (49 estudiantes).

Esta investigación se propuso dentro de un contexto de enseñanza híbrida (*blend-learning*) en la cual se llevaron a cabo clases sincrónicas a distancia con duración de 1 hora cada lunes miércoles y viernes por tres semanas consecutivas. Para ello se utilizó la plataforma de Google Meet ya que es el sistema oficial de la Facultad de Ingeniería para impartir clases. El equilibrio de solubilidad es una de las cuatro unidades programáticas impartidas dentro del curso de Análisis Cuantitativo. Se decidió colocar dicha temática en la segunda unidad e impartirla durante el mes de agosto del 2022 atendiendo tanto los tiempos de la investigación como del curso. Por su lado, haciendo uso del sistema MOODLE de la Facultad de Ingeniería como gestor y distribuidor de los contenidos, se implementaron actividades asincrónicas tanto de resolución de problemas como de simulación del equilibrio de solubilidad.

En el curso de Análisis Cuantitativo coexisten la teoría y la práctica. La primera se imparte por medio de clases magistrales y la segunda por medio de un laboratorio. Las clases de laboratorio también se realizaron completamente en la virtualidad y para efectos de la investigación se capacitó a los catedráticos de laboratorio para que pudieran utilizar durante las prácticas, los sistemas de graficación y simulación de dicho fenómeno elaborados dentro de esta investigación. Todo lo anteriormente expuesto conforma entonces lo que se diseñó y consideró como la enseñanza base o control que todos los estudiantes reciben año con año dentro del curso.

A los estudiantes se les realizó una encuesta preliminar para conocer condiciones tales como semestre que cursan en la carrera, repitencia, distribución y edad. Durante la investigación se aplicaron a los estudiantes tres evaluaciones, las cuales en orden cronológico son: 1) evaluación diagnóstica, 2) evaluación sumativa para comprobación de aprendizaje

significativo inmediato y 3) evaluación sumativa para comprobación de retención de conocimientos. Previo a la primera evaluación se facilitó documentación escrita a los estudiantes sobre el equilibrio de solubilidad solicitándoles leyeran la documentación y se prepararán para la comprobación de lectura. Una vez realizada la evaluación diagnóstica, como instrumento para la determinación de interferencia y/o homogeneidad de conocimientos previos, iniciaron las clases magistrales virtuales y se les concedió acceso a las actividades educativas creadas con Articulate 360 a las secciones que debían recibir la intervención.

Las actividades se diseñaron para utilizar dos estrategias de enseñanza: simulación y aprendizaje por resolución de problemas. En cada sección se les compartió una aplicación web que le permite al usuario generar equilibrios de solubilidad de sales no hidrolizables e hidróxidos a partir de un número de condiciones conocidas preestablecidas. La herramienta utiliza un diagrama interactivo donde se despliegan las curvas de importancia para el fenómeno y proporciona a la vez resultados de los principales parámetros del sistema químico. La herramienta web se acompañó con actividades de resolución de problemas con retroalimentación audiovisual inmediata, elaborados en el entorno de desarrollo de Articulate 360, para invitar al estudiante a descubrir de manera guiada el comportamiento que exhiben los equilibrios de solubilidad en soluciones acuosas. En cada actividad, se les permitió a los estudiantes un número de intentos ilimitado y se procuró que cada intento fuese diferente, modificando los problemas presentados y su orden.

Una semana después de concluir la impartición de todos los contenidos del equilibrio de solubilidad se practicó la primera evaluación sumativa a las tres secciones. El sistema de evaluación presente en MOODLE fue utilizado como base para la creación de todos los cuestionarios con calificación automatizada y retroalimentación correspondiente. Adicionalmente, se implementó un sistema de supervisión a distancia en la que los estudiantes que se sometieron a la evaluación necesitaron estar presentes en una de las salas virtuales de Google Meet creadas específicamente para ser observados mediante cámara abierta durante la realización de los exámenes. Se contó con la colaboración de un grupo de estudiantes (auxiliares de curso) y profesionales implicados en el Área de Química de la

Escuela de Ingeniería Química para fungir como supervisores en cada una de las salas. Cada sala debía contar con un supervisor y con un máximo de 23 estudiantes examinándose.

Al concluir el primer examen sumativo del equilibrio de solubilidad el curso continuó avanzando con sus demás contenidos programáticos y alrededor de un mes después se practicó el examen dirigido a evaluar la retención de los conocimientos aprendidos del equilibrio de solubilidad. Finalmente, a todos los estudiantes que participaron en el estudio y recibieron intervención con las actividades de Articulate 360 se les invitó a llenar una encuesta de experiencia de uso donde se recabó información sobre: satisfacción, motivación y efectos positivos y negativos observados en los contenidos de aprendizaje.

Todos los datos de la investigación se generaron dentro de los sistemas de Google Forms para las encuestas y en MOODLE para los exámenes practicados y las actividades desarrolladas con Articulate 360. Los contenidos generados con Articulate 360 se distribuyeron a los estudiantes mediante MOODLE dentro de los cursos virtuales de cada sección, utilizando el conjunto de estándares SCORM (Modelo Referenciado de Objetos de Contenido Compartible) en su versión 1.2 asegurando así la mayor compatibilidad de las actividades de aprendizaje a distancia. Este sistema permitió generar dentro de MOODLE cuatro métricas de uso de cada estudiante: tiempo, cantidad de consultas, grado de completitud y puntaje obtenido por intento. Todos los datos generados se exportaron al formato Microsoft Excel para su correspondiente procesamiento y análisis.

#### **10.4. Procesamiento y análisis de la información**

La investigación se valió de Microsoft Excel para el ordenamiento, depuración y procesamiento de los datos recabados. Las tablas exportadas a lo largo del estudio son las siguientes: datos generales de estudiantes (4), comprobación de lectura (2), primer examen sumativo (3), segundo examen sumativo (3), encuesta de experiencia de uso de actividades de Articulate 360 (1) y métricas de actividades (8). Todas ellas se unificaron en una sola tabla principal en Microsoft Excel utilizando tablas cruzadas y consultas a través del lenguaje Power Query.

Los datos entonces se trasladaron al programa estadístico IBM SPSS Statistics v.24 para generar el análisis de varianza unifactorial de los desempeños de los estudiantes con base en

los grupos a los cuales pertenecen y al tipo de evaluación utilizando una significancia del 5%. Para generar los estadísticos de las métricas a lo largo de todas las actividades, se procedió a calcular: el promedio del número de intentos, las ponderaciones promediadas por intento y el promedio de tiempo invertido en cada actividad de cada estudiante. La métrica que indica el grado de completitud no fue tomada en cuenta dentro del estudio ya que la gran mayoría de los estudiantes completó las actividades y por lo tanto su capacidad de predicción en la variabilidad de los desempeños de los estudiantes en los exámenes se vio reducida.

A continuación, para comprobar la significancia de cada una de las métricas en la variación de los desempeños de los estudiantes se realizó una regresión lineal múltiple con una significancia nuevamente de 5% para cada una de las secciones o grupos de estudio del primer examen sumativo. Los resultados determinaron tanto cuantitativamente como cualitativamente el grado de explicación que tienen cada una de las métricas.

Finalmente, los resultados de la encuesta de experiencia de uso se analizaron de manera exploratoria mediante la creación de histogramas de frecuencia y cálculo de medidas de tendencia.

## **11. Resultados y discusión**

### **11.1. Desempeños de estudiantes en evaluaciones**

Un análisis de varianza unifactorial se practicó en los resultados de los estudiantes a lo largo de tres evaluaciones para determinar el efecto de la intervención en el aprendizaje del equilibrio de solubilidad mediante la implementación de actividades de aprendizaje a distancia basadas en TIC. Para ello se utilizó como variable dependiente el desempeño de cada estudiante en cada evaluación y como variable independiente los grupos de participantes categorizados por sección y por tipo de evaluación. Las evaluaciones sumativas se practicaron en las tres secciones o grupos de estudio mientras que la evaluación diagnóstica únicamente se practicó en los grupos experimental y control 1. Es por ello que el análisis cuenta con 8 grupos diferentes a ser intercomparados.

**Tabla 2**  
*Estadísticos descriptivos de la distribución de desempeños de estudiantes*

Evaluación	Sección	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Diagnostica	A+	22	61.16	16.40	3.50	53.88	68.43	20.00	85.00
Diagnostica	N	46	69.24	13.89	2.05	65.11	73.37	30.42	97.50
Sumativa 01	A+	23	74.76	16.69	3.48	67.54	81.98	31.80	98.50
Sumativa 01	A-	31	79.44	17.15	3.08	73.15	85.73	27.66	98.80
Sumativa 01	N	49	81.64	11.74	1.68	78.27	85.01	24.89	98.50
Sumativa 02	A+	21	45.45	13.03	2.84	39.52	51.39	23.34	64.45
Sumativa 02	A-	29	48.92	11.13	2.07	44.69	53.16	20.00	74.46
Sumativa 02	N	49	49.38	10.92	1.56	46.25	52.52	17.77	72.22
Total		270	64.84	19.22	1.17	62.53	67.14	17.77	98.80

En la tabla 2 se pueden observar los estadísticos descriptivos obtenidos del estudio. Las poblaciones en cada grupo son diferentes ya que dependió completamente de la motivación de los estudiantes por ganar el curso de Análisis Cuantitativo el hecho de rendir cada uno de los exámenes practicados. En total durante el estudio se rindieron 270 exámenes con una media de desempeño aprobatoria de 64.84 puntos. Se observa también un aumento del desempeño de los estudiantes entre el examen de diagnóstico practicado antes de las intervenciones y el primer examen sumativo del equilibrio de solubilidad. Sin embargo, un mes más tarde, se les practicó el siguiente examen para verificar a retención de los conocimientos y los resultados disminuyeron por debajo de los observados en la primera prueba del estudio.

Los resultados del análisis de varianza reveló la existencia de una diferencia significativa en los desempeños de los estudiantes en al menos dos grupos ( $F(7, 262) = [39.240]$ ,  $p = .000$ ) categorizados por evaluación y grupo de estudio o sección. Habiendo observado la presencia de diferencia significativa se practicó un análisis posterior de prueba de diferencia honestamente significativa de Tukey. En la tabla 3 se observan los resultados de dicho análisis. Los desempeños de los estudiantes se subdividen en tres subconjuntos de los grupos de evaluación. El primer subconjunto lo conforman los grupos de evaluación de las tres

secciones durante el segundo examen sumativo. Se reporta entonces la homogeneidad de las secciones y se observa que dicha evaluación fue la que peor desempeño demostró.

El segundo subconjunto está conformado por las dos secciones sometidas a la prueba de diagnóstico. Este subconjunto representa un nivel intermedio de valores de desempeño de los estudiantes que fue aprobatorio (mayor a 61 puntos). Y el último subconjunto lo completan las pruebas practicadas a las tres secciones durante el primer examen sumativo y se incluye además a la sección N durante la prueba diagnóstica. Por ello se reconoce el buen desempeño que demostraron los estudiantes de la sección vespertina (N) en la primera prueba, ya que el promedio de dicha oportunidad de evaluación es comparable al mostrado por los estudiantes de las secciones A+ y A- luego de impartir los conocimientos del equilibrio de solubilidad a través de las clases magistrales y de las actividades de Articulate 360.

**Tabla 3**

*Subconjuntos homogéneos de la prueba de diferencia honestamente significativa de Tukey para los desempeños de los estudiantes*

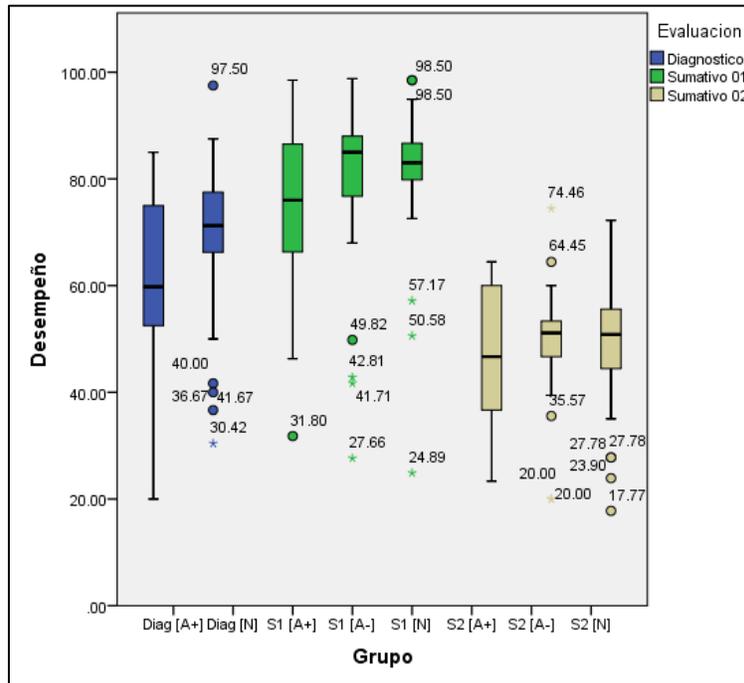
Subconjunto para $\alpha = .05$						
Evaluación	Sección	N	1	2	3	4
Sumativa 02	A+	21	45.45414			
Sumativa 02	A-	29	48.92354			
Sumativa 02	N	49	49.38273			
Diagnostica	A+	22		61.15636		
Diagnostica	N	46		69.23957	69.23957	
Sumativa 01	A+	23			74.76078	74.76078
Sumativa 01	A-	31			79.44252	79.44252
Sumativa 01	N	49				81.64
Significancia			.951991	.294996	.074888	.51007

Tanto la prueba ANOVA como la de Tukey se realizaron con una significancia del 5% ( $\alpha = .05$ ). En la figura 1 se puede observar el diagrama de cajas generado a partir del cálculo de los cuartiles en cada una de las distribuciones de los desempeños en los 8 grupos categorizados por sección y evaluación. Se observa que el grupo de la sección A+ al rendir el primer examen de diagnóstico presentó la mayor amplitud entre el primer y tercer cuartil. Se lograron promedios aprobatorios durante los exámenes de diagnóstico y sumativo

inmediato, mientras que se alcanzó un promedio reprobatorio para los resultados en las tres secciones del último examen.

**Figura 1**

*Diagrama de distribución de desempeños de estudiantes por evaluación y grupo de estudio*



Nota: Las secciones etiquetadas (Diag) pertenecen a la evaluación de diagnóstico, (S1) a la primera evaluación sumativa y (S2) a la segunda evaluación sumativa. Los valores denotados por el símbolo ° representan atípicos y los denotados por \* representan valores atípicos extremos.

### 11.2. Regresiones lineales de desempeños en función de métricas de uso de actividades Articulate 360

Con el objetivo de determinar la influencia significativa de las métricas de uso de las actividades elaboradas con Articulate 360: tiempo de uso, ponderación por intento y número de consultas; se elaboró una regresión lineal múltiple en la que se colocaron a las métricas anteriormente mencionadas como variables independientes y al desempeño de los estudiantes durante el primer examen sumativo como variable dependiente. Es así como se alcanzaron dos modelos de regresión lineal, uno para la sección A+ y otro para la sección A-. Dichas

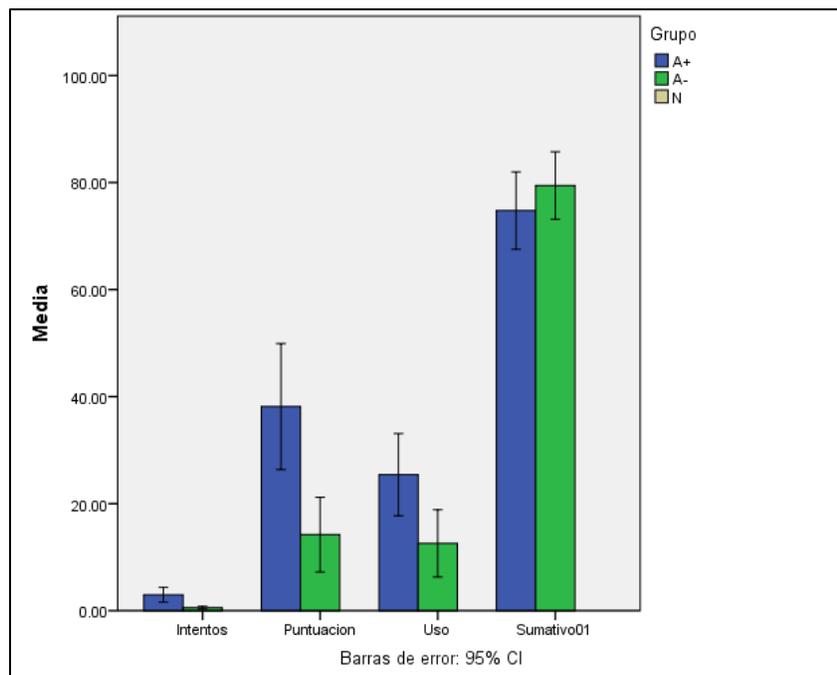
secciones son las que representaron a los grupos con intervención, experimental y control 1 respectivamente.

Los datos recabados de cada métrica se tabulan por intento dentro del sistema de MOODLE a través del estándar SCORM v1.2. Para alcanzar los datos que se utilizaron para generar las regresiones se debió calcular: el promedio de número máximo de intentos por cada estudiante entre las actividades Articulate 360, el promedio de ponderación por intento entre todas las actividades Articulate 360 por estudiante y la acumulación de minutos utilizados por cada estudiante a lo largo de todas las actividades Articulate 360. Los estadísticos descriptivos de dichas métricas se pueden observar en la tabla 4. En dicha tabla se añadió además los estadísticos del desempeño en la primera evaluación sumativa de las secciones que tuvieron intervención (A+ y A-).

Se observa que el número promedio de intentos de cada actividad es alrededor de 4 por estudiante. A pesar que la sección A+ destacó más en cada una de las métricas, su promedio en el desempeño mostrado en la evaluación fue menor que el de la sección A-.

**Figura 2**

*Estadísticos descriptivos de las métricas de uso de actividades Articulate 360 por sección*



Nota: El tiempo se uso se calcula en minutos.

En la tabla 4 se exponen los resultados obtenidos de la regresión lineal múltiple. Se debe hacer notar que los modelos alcanzados mediante los datos recabados en la investigación no son capaces de predecir la variabilidad en el desempeño de los estudiantes durante la primera evaluación sumativa (significancia de .156 y .122 respectivamente). Al analizar cada métrica por separado se puede observar que ninguna en ambos modelos lineales posee significancia en cuanto a capacidad de predicción en la variable respuesta. De los coeficientes estandarizados se observa que la métrica de tiempo de uso en el modelo de la sección A+ y la métrica de puntuación en el modelo de la sección A- son los que mayor capacidad de predicción presentan.

En el modelo de la sección A+ todas las métricas presentan una tendencia directamente proporcional respecto al desempeño de los estudiantes. Mientras que en el modelo de la sección A-, el número de intentos y el tiempo de uso tienen un efecto inversamente proporcional respecto al desempeño de los estudiantes.

Finalmente, al analizar los coeficientes de determinación ajustado de ambos modelos se concluye que la capacidad de predicción de los desempeños se sitúa en 2.3% y 2.5% para las secciones A+ y A- respectivamente.

**Tabla 4**

*Resultados de los modelos de regresión lineal múltiple de desempeño en función de las métricas de uso de actividades Articulate 360*

Sección	Parámetro	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	Significancia	Coeficiente de determinación ajustado (R <sup>2</sup> )
		B	Error estándar	β		
A+	Constante	63.054	7.360		.000	
	Intentos	1.124	1.722	.213	.522	
	Puntuación	.078	.220	.127	.728	
	Tiempo de uso	.213	.272	.226	.444	
Modelo					.348	.023
A-	Constante	76.76	4.018		.000	
	Intentos	-1.220	7.258	-.049	.868	
	Puntuación	.497	.283	.551	.091	
	Tiempo de uso	-.294	.306	-.293	.346	
Modelo					.309	.025

## 12. Referencias

- Alemaný Martínez, D. (2007). Blended learning: modelo virtual-presencial de aprendizaje y su aplicación en entornos educativos. *TIC@aula 2007. Aula Digital: I Congreso Internacional Escuela y TIC, IV Fórum Novadors: Más Allá Del Software Libre*, 39-undefined. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4221606>
- Anderson, T. (2011). *The Theory and Practice of Online Learning* (T. Anderson, Ed.; 2nd ed.). AU Press, Athabasca University. <https://www.aupress.ca/books/120146-the-theory-and-practice-of-online-learning/>
- Angrist, J., & Lavy, V. (2002). New Evidence on Classroom Computers and Pupil Learning. *The Economic Journal*, 112(482). <https://doi.org/10.1111/1468-0297.00068>
- Beckem, J. M. , I., & Watkins, M. (2012). Bringing Life to Learning: Immersive Experiential Learning Simulations for Online and Blended Courses. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 16(5), 61–70. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1000091>
- Behera, S. K. (2013). E- and M-Learning: a Comparative Study. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 4(3), 65–78.
- Blackburn, G. (2015). Innovative eLearning: Technology Shaping Contemporary Problem Based Learning: A Cross-Case Analysis. *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 12(2). <https://ro.uow.edu.au/jutlp/vol12/iss2/5>
- Clark, T. M., Callam, C. S., Paul, N. M., Stoltzfus, M. W., & Turner, D. (2020). Testing in the Time of COVID-19: A Sudden Transition to Unproctored Online Exams. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3413–3417. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00546>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2017). *Research Methods in Education*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315456539>
- Comi, S. L., Argentin, G., Gui, M., Origo, F., & Pagani, L. (2017). Is it the way they use it? Teachers, ICT and student achievement. *Economics of Education Review*, 56, 24–39. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2016.11.007>
- Dağ, F., Durdu, L., & Gerdan, S. (2014). Evaluation of Educational Authoring Tools for Teachers Stressing of Perceived Usability Features. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 888–901. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.316>

- Danker, B. (2015). Using Flipped Classroom Approach to Explore Deep Learning in Large Classrooms. *IAFOR Journal of Education*, 3(1), 171–186. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1100618>
- Edwards, S., & Bone, J. (2012). Integrating Peer Assisted Learning and eLearning: Using Innovative Pedagogies to Support Learning and Teaching in Higher Education Settings. *Australian Journal of Teacher Education*, 37(5). <https://doi.org/10.14221/ajte.2012v37n5.4>
- Ellis, R. A., & Calvo, R. A. (2007). Minimum Indicators to Assure Quality of LMS-supported Blended Learning. *Educational Technology & Society*, 10(2), 60–70. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.423.196&rep=rep1&type=pdf>
- Ellis, R. K. (2009). *A field guide to learning management systems*. [https://web.csulb.edu/~arezaei/ETEC551/web/LMS\\_fieldguide\\_20091.pdf](https://web.csulb.edu/~arezaei/ETEC551/web/LMS_fieldguide_20091.pdf)
- Fernández-Gutiérrez, M., Gimenez, G., & Calero, J. (2020). Is the use of ICT in education leading to higher student outcomes? Analysis from the Spanish Autonomous Communities. *Computers & Education*, 157, 103969. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103969>
- Friesen, N. (2012). *Defining Blended Learning*. [https://www.normfriesen.info/papers/Defining\\_Blended\\_Learning\\_NF.pdf](https://www.normfriesen.info/papers/Defining_Blended_Learning_NF.pdf)
- Fuentes, M. V. (2009). La práctica educativa del maestro mediador. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50(3). <https://doi.org/10.35362/rie5031867>
- García - Valcárcel Muñoz - Repiso, A. (2005). Tecnología educativa. Implicaciones educativas del desarrollo tecnológico. *Educatio Siglo XXI*, 23(0), 219–221. <https://revistas.um.es/educatio/article/view/128>
- Gros, B., Kinshuk, & Maina, M. (2016). *The Future of Ubiquitous Learning* (B. Gros, Kinshuk, & M. Maina, Eds.). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-47724-3>
- Jenkins, D., & Snoeyink, V. L. (2002). *Química del Agua* (Grupo Noriega, Ed.). LIMUSA.

- Kember, D., & Kwan, K.-P. (2000). Lecturers' approaches to teaching and their relationship to conceptions of good teaching. *Instructional Science*, 28(5), 469–490. <https://doi.org/10.1023/A:1026569608656>
- León León, G. (2014). Aproximaciones a la mediación pedagógica. *Calidad En La Educación Superior*, 5(1), 136–155. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5580842>
- León-León, G., & Zúñiga-Meléndez, A. (2019). Mediación pedagógica y conocimientos científicos que utilizan una muestra de docentes de ciencias en noveno año de dos circuitos del sistema educativo costarricense, para el desarrollo de competencias científicas. *Revista Electrónica Educare*, 23(2). <https://doi.org/10.15359/ree.23-2.5>
- Manangón Cabrera, G. L., & Uquillas Jaramillo, N. C. (2021). La gamificación en la enseñanza del inglés a nivel universitario por medio de Moodle y Articulate 360. *CIEG*, 47, 256–273.
- Marbach-Ad, G., Ziemer, K. S., Orgler, M., & Thompson, K. v. (2014). Science Teaching Beliefs and Reported Approaches within a Research University: Perspectives from Faculty, Graduate Students, and Undergraduates. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 26(2), 232–250. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1060872>
- Nolasco del Angel, M. de la L. (2014). Estrategias de enseñanza en la educación. *Vida Científica*, 2(4). <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n4/e8.html>
- Pinheiro, M. M., & Simões, D. (2012). Constructing Knowledge: An Experience of Active and Collaborative Learning in ICT Classrooms. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 64, 392–401. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.046>
- Prosser, M., Trigwell, K., & Taylor, P. (1994). A phenomenographic study of academics' conceptions of science learning and teaching. *Learning and Instruction*, 4(3), 217–231. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90024-8](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90024-8)
- Ramirez, G. M., Collazos, C. A., & Moreira, F. (2018). All-Learning: The state of the art of the models and the methodologies educational with ICT. *Telematics and Informatics*, 35(4), 944–953. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.10.004>
- Roman, M., & Plopeanu, A.-P. (2021). The effectiveness of the emergency eLearning during COVID-19 pandemic. The case of higher education in economics in Romania.

*International Review of Economics Education*, 37.  
<https://doi.org/10.1016/j.iree.2021.100218>

Ross, J. A., & Smith, P. (1965). Experimental Designs of the Single-Stimulus, All-Or-Nothing Type. *American Sociological Review*, 30(1). <https://doi.org/10.2307/2091774>

Sandvoll, R. S. (2014). When intentions meet reality: Consonance and dissonance in teacher approaches to peer assessment. *Canadian Journal of Higher Education*, 44(2). <https://doi.org/10.47678/cjhe.v44i2.183858>

Santos, J., Figueiredo, A. S., & Vieira, M. (2019). Innovative pedagogical practices in higher education: An integrative literature review. *Nurse Education Today*, 72, 12–17. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2018.10.003>

Spiezia, V. (2011). Does Computer Use Increase Educational Achievements? Student-level Evidence from PISA. *OECD Journal: Economic Studies*, 2010(1). [https://doi.org/10.1787/eco\\_studies-2010-5km33scwlvkf](https://doi.org/10.1787/eco_studies-2010-5km33scwlvkf)

Walter, K. O., Baller, S. L., & Kuntz, A. M. (2012). Two Approaches for Using Web Sharing and Photography Assignments to Increase Critical Thinking in the Health Sciences. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 24(3), 383–394. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1000690>

Winstone, N., & Millward, L. (2021). Reframing Perceptions of the Lecture from Challenges to Opportunities: Embedding Active Learning and Formative Assessment into the Teaching of Large Classes. *Psychology Teaching Review*, 18(2), 31–41. <https://eric.ed.gov/?id=EJ991406>

### **13. Apéndice**

### **14. Aspectos éticos y legales**

Esta investigación no requirió opinión favorable de un comité de bioética aceptado por la Universidad de San Carlos de Guatemala. Así como tampoco requirió de permisos, registros o licencias de instituciones del Estado.

### **15. Vinculación**

Esta investigación se situó únicamente dentro de la unidad académica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### **16. Estrategia de difusión, divulgación y protección intelectual**

El equipo de investigación estará buscando la publicación de los resultados de este estudio en la revista Ciencias Sociales y Humanidades de la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala. De igual manera esta investigación se ha presentado en sus etapas intermedias dentro del primero congreso de la Unidad de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (INDETEIQ) de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### **17. Aporte de la propuesta de investigación a los ODS**

Se ha desarrollado un sistema informático para la simulación del comportamiento de los sistemas de equilibrio iónico de solubilidad en soluciones acuosas. Se continúa trabajando en completar dicho sistema para abarcar los equilibrios de sales que presentan hidrólisis ácida y/o básica y con ello abarcar por completo la temática de solubilidad impartida dentro del curso de Análisis Cuantitativo. Adicionalmente, se ha capacitado a los catedráticos del curso de Análisis Cuantitativo tanto de teoría como de laboratorio en el uso de la herramienta de autoría de contenidos didácticos Articulate 360 para el correcto uso e integración de actividades interactivas dirigidas hacia el aprendizaje a distancia.

Se han ampliado los conocimientos de los intereses de los estudiantes de cara sus necesidades durante el proceso de aprendizaje de temáticas impartidas dentro de la carrera de Ingeniería

Química y Ambiental gestionadas dentro de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### 18. Orden de pago final

Nombres y apellidos	Categoría (investigador /auxiliar)	Registro de personal	Procede pago de mes (Sí / No)	Firma
Giorgio Enmanuel Alejandro López Pardo (Contratado por Área de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, Escuela de Ingeniería Química (INDETEIQ))	Coordinador	20191544	Si	

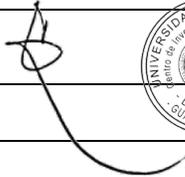
### 19. Declaración del Coordinador del proyecto de investigación

El Coordinador de proyecto de investigación con base en el *Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación financiados por medio del Fondo de Investigación*, artículos 13 y 20, deja constancia que el personal contratado para el proyecto de investigación que coordina ha cumplido a satisfacción con la entrega de informes individuales por lo que es procedente hacer efectivo el pago correspondiente.

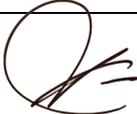
<b>Giorgio Enmanuel Alejandro López Pardo</b>	
Fecha: 30/11/2022	

### 20. Aval del Director del instituto, centro o departamento de investigación o Coordinador de investigación del centro regional universitario

De conformidad con el artículo 13 y 19 del *Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación financiados por medio del Fondo de Investigación* otorgo el aval al presente informe mensual de las actividades realizadas en el proyecto “Modelo educativo TIC’s utilizando Articulate 360 para mejorar el aprendizaje del Equilibrio de Solubilidad en el curso de Análisis Cualitativo” en mi calidad de Directora del Centro de Investigaciones de Ingeniería, mismo que ha sido revisado y cumple su ejecución de acuerdo a lo planificado.

<p><b>Inga. Telma Maricela Cano Morales / Directora CII FIUSAC</b></p>	 
<p>Fecha: 30/11/2022</p>	

**21. Visado de la Dirección General de Investigación**

<p><b>Vo.Bo. Lic. León Roberto Barrios Castillo / Coordinador del Programa Universitario de Investigación en Educación</b></p>	
<p>Fecha: 30/11/2022</p>	

<p><b>Vo.Bo. Ing. Julio Rufino Salazar / Coordinador General de Programas Universitarios de Investigación</b></p>	
<p>Fecha: 30/11/2022</p>	

Ing. M.A.R. Julio Rufino Salazar Pérez  
Coordinador General de Programas de  
Investigación, Digi-Usac