

CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS: UN EJERCICIO DIDÁCTICO DE  
INTERPRETACIÓN EN QUÍMICA DESDE EL AULA INVERTIDA

BLANCA BENITA PACHÓN PERALTA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA  
BOGOTÁ  
2021

CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS: UN EJERCICIO DIDÁCTICO DE  
INTERPRETACIÓN EN QUÍMICA DESDE EL AULA INVERTIDA

BLANCA BENITA PACHÓN PERALTA

Propuesta de trabajo de grado para optar por el título de Maestría en Docencia de la Química

Director: Doctor Alfonso Clavijo Díaz

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA  
BOGOTÁ

2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

FIRMA DEL EVALUADOR INTERNO

---

FIRMA DEL EVALUADOR EXTERNO

---

FIRMA DEL DIRECTOR

---

## Dedicatoria

A mi madre Blanca Elvira Peralta Lasprilla

Por haberme alentado para llegar hasta este punto de lograr mis objetivos, además por su infinita bondad y amor incondicional. Por haberme apoyado en todo momento, por sus sabios consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una mejor persona, pero más que nada, por su haberme dado su amor infinito. Tu voz siempre estará susurrándome palabras cargadas de buenos consejos.

## Agradecimientos

A mi familia, especialmente a mis hermanas Sandra Milena y Carolina, por haber creído en mí, por su apoyo incondicional y especialmente por animarme cuando creí desfallecer en el intento.

A los miembros de mi hogar, mis hijas Alejandra y Luna, por que ellas son un motivo para ser mejor cada día, a mi compañero de vida IronD, por que siempre me da la mano para acompañarme en cada paso que doy.

A mi director el Dr. Alfonso Clavijo Díaz, por sus enseñanzas, por su paciencia, y sobre todo por exigencia, ya que desde su ejemplo y conocimiento me reta ser mejor profesional.

A mis amigas que me animaron en todo momento para que pudiese llegar a culminar mi trabajo, que se alegraron con cada triunfo mío, como si fuese el de ellos.

Finalmente agradecer a mis maestros de la modalidad de profundización en la enseñanza de las técnicas analíticas instrumentales, que desde sus enseñanzas y ejemplos me indican el camino para ser mejor docente; y a mis compañeros de maestría por los espacios compartidos, y los momentos vividos, que dejaron muchas enseñanzas para mi vida.

## Contenido

1. Introducción.....	5
<b>1.1. Planteamiento del Problema.....</b>	<b>6</b>
<i>1.1.1. Descripción del Problema .....</i>	<i>6</i>
<b>1.2. Justificación.....</b>	<b>6</b>
<i>1.2.1. Objetivo General.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.2. Objetivos Específicos .....</i>	<i>7</i>
2. Marco Referencial.....	8
<b>2.1. Referentes Teóricos .....</b>	<b>8</b>
<i>2.1.1. Teorías del Aprendizaje .....</i>	<i>8</i>
<b>2.2. Referente Conceptual-Disciplinar.....</b>	<b>10</b>
<i>2.2.1. Prácticas de Laboratorio .....</i>	<i>10</i>
<i>2.2.2. Calibración de Material Volumétrico .....</i>	<i>15</i>
<i>2.2.3. Razonamiento Matemático.....</i>	<i>20</i>
<b>2.3. Referente Teórico.....</b>	<b>21</b>
<i>2.3.1. Razonamiento Matemático.....</i>	<i>21</i>
<i>2.3.2. Metodología Flipped Classroom.....</i>	<i>22</i>
3. Diseño Metodológico.....	24
<b>3.1. Tipo de Investigación.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2. Diseño de la Investigación .....</b>	<b>25</b>
<b>3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....</b>	<b>25</b>
<i>3.3.1. Pretest y Postest .....</i>	<i>25</i>
<i>3.3.2. Observación en el Aula .....</i>	<i>27</i>
<i>3.3.4. Escala Tipo Likert.....</i>	<i>27</i>
<b>3.4. Protocolos y Metodología para el Tratamiento de Datos en la Calibración de Pipetas Aforadas Y Buretas (adaptado de Clavijo 2002) .....</b>	<b>28</b>
<i>3.4.1. Calibración de Pipetas Aforadas .....</i>	<i>28</i>
<i>3.4.2. Calibración de Bureta.....</i>	<i>33</i>
4. Conclusiones y Recomendaciones.....	37
Bibliografía.....	39

**Lista de tablas**

Tabla 1: ventajas y desventajas del aula invertida .....	23
Tabla 2: Escala de valoración institucional .....	26
Tabla 3: Datos calibración de una pipeta aforada de 10,00 ml clase B.....	29
Tabla 4: Volumen corregido a 23°C .....	30
Tabla 5: Valores de Q para el rechazo de datos .....	30
Tabla 6: Datos calibración de una bureta de 25,00 mL clase B. tolerancia $\pm 0,065$ mL.....	34
Tabla 7: Distribución t de Student.....	35

**Lista de graficas**

Grafica 1:Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
Grafica 2: Comparación datos de fabricante vs volumen medido de una pipeta aforada de 10,00 ml clase B .....	33
Gráfica 3: Curva de calibración bureta de 25,00mL .....	36

**Lista de figuras**

Figura 1: Para que la lectura sea correcta el analista se tiene que situar de tal forma que el ojo quede a la altura del menisco ..... 17



## 1. Introducción

La enseñanza de las ciencias en la actualidad presenta dificultades en los ámbitos educativos, debido a que es más complejo que los estudiantes se interesen en estos aprendizajes, ya que encuentran dificultades, en su grado de análisis, comprensión, y también debido a que estas presentan su propia modelación, simulación y aplicación de conceptos que requieren el conocimiento de muchos procedimientos y en el caso de la química la matematización de alguno de ellos.

Por su parte, durante el desarrollo de prácticas experimentales es necesario según los estándares en matemáticas que los estudiantes adquieran habilidades y competencias relacionadas con la construcción de conceptos como, la magnitud, la conservación de las magnitudes en las operaciones básicas, la selección de unidades de medida, de patrones de medida, de instrumentos.

Además de lo anterior, el constructo de número, en el ámbito de las ciencias experimentales posee un contexto propio que amerita una interpretación singular que atiende a una mirada instrumental que dista significativamente de su interpretación como un objeto matemático del mundo de las ideas (Sayre, 1983, citado en Pérez 2017).

Por otra parte, en los cursos de química se ha desatendido este constructo como objeto de enseñanza, siendo así que capítulos como cifras significantes o notación científica aparecen como anexos en los libros clásicos de química, dando a entender que tales temas son accesorios y pueden ser omitidos de las temáticas de los cursos de química en educación media.

El presente trabajo de investigación apunta a ilustrar un ejercicio de intervención didáctica que recupere el lugar de laboratorio en la enseñanza de la química, con prácticas que emplean agua como reactivo que rescatan una perspectiva instrumental del constructo de número, que a su vez busca promover el aprendizaje desde el valor intrínseco de los datos empíricos.

## **1.1. Planteamiento del Problema**

### ***1.1.1. Descripción del Problema***

En la temática de medición en química que aborda los conceptos de magnitud, notación científica, conversión de unidades, se ha omitido históricamente la enseñanza intencionada de la interpretación del constructo de número propio del ámbito de las ciencias experimentales y sumado a lo anterior en la actualidad existe una normatividad de la secretaria de educación de Bogotá que prohíbe el uso de reactivos químicos con la respectiva restricción a prácticas de laboratorio en educación básica y media.

Como respuesta a estas dos problemáticas anteriormente mencionadas surge la siguiente pregunta de investigación:

¿En qué medida, las prácticas de calibración de instrumentos llevadas a escenarios de química desde formatos de aula invertida para educación media permiten promover el aprendizaje de la química?

## **1.2. Justificación**

Con esta propuesta se busca que los estudiantes reconozcan y apliquen algunos sistemas de medida y sus magnitudes a situaciones que se presentan en el desarrollo de prácticas de laboratorio. El eje central de la propuesta atiende a resignificar el constructo de número en el contexto propio de la química para educación media.

La intervención didáctica en su conjunto se constituye como una oportunidad para ilustrar, que el desarrollo de prácticas de laboratorio en las que se emplea solo agua como reactivo y solvente puede permitir rediseñar las propuestas experimentales, atendiendo a las necesidades de disminución en el consumo de reactivos químicos, así como a la reducción en la peligrosidad de las sesiones.

Además, la enseñanza de la química puede ser orientada desde una aproximación a la disminución en la fragmentación del conocimiento en el que las matemáticas aportan hacia una mirada articulada en la comprensión de temas de química. Siendo que las habilidades matemáticas de los estudiantes en las prácticas de laboratorio crean en el estudiante las competencias específicas que permiten la comprensión de los aportes de las ciencias naturales para mejorar la vida de los individuos y de las comunidades (Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales, 2004).

Atendiendo lo anteriormente mencionado, la metodología Flipped Classroom puede permitir, a través de la utilización de las TIC, el acercamiento a los contenidos a través del uso de nuevas tecnologías, que cambian dinámicas propias de la clase, permitiendo el desarrollo de competencias científicas y comunicativas, propiciando así el aprendizaje significativo.

En concordancia con lo anterior, los formatos de aula invertida se presentan como una alternativa a las contingencias de tiempo o a una falta de interés en el aprendizaje de la química en educación media propia de adolescentes.

### ***1.2.1. Objetivo General***

Promover el aprendizaje de la química y su interpretación durante el desarrollo de prácticas de calibración de instrumentos desde el empleo de formatos de aula invertida en educación media

### ***1.2.2. Objetivos Específicos***

- Estructurar una propuesta didáctica en un colectivo de educación media para resignificar el constructo de número y rescatar el lugar de laboratorio en la enseñanza de la química.
- Implementar una propuesta didáctica de calibración de material volumétrico a través del uso de aula invertida

- Evaluar el potencial del empleo de los formatos de aula invertida para la transformación de las prácticas de enseñanza en el grupo intervenido.

## 2. Marco Referencial

### 2.1. Referentes Teóricos

#### 2.1.1. *Teorías del Aprendizaje*

2.1.1.1. **Constructivismo Social.** En su teoría, Piaget refiere que el aprendizaje no es una transmisión y acumulación de conocimientos, sino un proceso activo, que se construye constantemente, a través de la experiencia que la persona tiene con la información que recibe (González 2012), siendo así el alumno el actor y protagonista del propio aprendizaje.

La teoría de Vygotsky postula que es necesaria una interrelación entre las personas y su ambiente para que se generen aprendizajes (González 2012), De esta manera, la actividad cognitiva se ve influenciada por el entorno sociocultural (Mejía, Abril & Martínez 2013), y en las interacciones se van ampliando las estructuras mentales, se reconstruyen conocimientos, valores, actitudes, habilidades

Sin embargo, Bruner (1969), resalta que para construir nuevos aprendizajes se debe pasar por un proceso de tres sistemas: El primer sistema se da a través de la manipulación y la acción, lo llama modo enactivo. El segundo sistema es la concepción de una imagen mental el cual denomina modo icónico y el tercer sistema se da a través del instrumento o modo simbólico (González, 2012). De esta manera afirma que el objetivo último de la enseñanza es conseguir que el alumno adquiera la comprensión general de la estructura de un área de conocimiento.

Así pues, El constructivismo es una posición compartida por diferentes tendencias de la investigación psicológica y educativa. Entre ellas se encuentran las teorías de Jean Piaget (1952), Lev Vygotsky (1978), David Ausubel (1963), Jerome Bruner (1960) (Payer 2005), teniendo en

cuenta estas posiciones el Constructivismo Social se sustenta en que el aprendizaje se da en la interacción de la persona con su ambiente y con otras personas.

De esta manera, el constructivismo busca ayudar a los estudiantes a internalizar, reacomodar, o transformar la información nueva. Esta transformación ocurre a través de la creación de nuevos aprendizajes y esto resulta del surgimiento de nuevas estructuras cognitivas, que permiten enfrentarse a situaciones iguales o parecidas en la realidad (Grennon y Brooks, 1999, citado en Payer 2005).

Esta teoría se considera una contribución fundamental para esta propuesta de trabajo ya que se busca que, con el uso del aula invertida, los estudiantes sean quienes den solución a problemas planteados referentes a la medición en química mediante la construcción del conocimiento a partir de la interacción con material audiovisual, además se busca que pueda aplicar los conocimientos a problemas reales relacionados con la calibración de material volumétrico en el laboratorio de química.

2.1.1.2. **Aprendizaje Significativo.** El aprendizaje significativo comprende la adquisición de nuevos significados y, a la inversa, éstos son producto del aprendizaje significativo. El surgimiento de nuevos significados en el alumno refleja la consumación de un proceso de aprendizaje significativo (Ausubel, Novak & Henesian 1976).

Según Moreira 2012 “La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel es una teoría sobre la adquisición, con significados, de cuerpos organizados de conocimiento en situación formal de enseñanza. Hace pocas décadas se diría en el «aula». Hoy, en la era de las TICs, es mejor hablar de «situación formal de enseñanza» que puede ser en el aula (presencial) o en un ambiente virtual (a distancia).”

Para esta propuesta de trabajo es importante tener en cuenta la teoría de aprendizaje significativo ya que dentro de la metodología de aula invertida se ven involucradas las tecnologías de información y comunicación las cuales deben ser incorporadas a la enseñanza. La mediación que lleva a la captación de significados ya no es solamente humana y semiótica, incluye también el ordenador (Moreira, 2012)

## **2.2. Referente Conceptual-Disciplinar**

### **2.2.1. Prácticas de Laboratorio**

Las prácticas educativas en ciencias tienen como objetivos mejorar la experiencia, del docente y del estudiante, dentro y fuera del aula. Por otra parte, buscan dar solución a un problema o fenómeno identificado, en el aprendizaje de los estudiantes en un contexto determinado. Estas prácticas, pueden estar enmarcadas en un enfoque CTSA, así, como en las prácticas de laboratorio de química y la educación ambiental en contexto, aclarando que, el aprendizaje científico debe: Ofrecer una imagen adecuada de ciencia, ser un instrumento útil para la vida diaria, educar a ciudadanos responsables socialmente (Vásquez 2014) y ser multidisciplinar. Desde el punto de vista de la sociedad, la enseñanza de la química es relevante a partir del entendimiento de la relación e interacción de la ciencia y la sociedad, ya que, los estudiantes deben desarrollar habilidades para la participación social, y de esta manera contribuir al desarrollo social sostenible (Ramos, 2020)

Ahora bien, con lo que respecta al desarrollo de las prácticas de laboratorio, este parece cumplir con la función de ambiente de aprendizaje de la química, ya que, puede incluir trabajo experimental. Por muchos años, estas prácticas han presentado problemáticas complejas, que no se pueden analizar basándose solo en resultados del pasado. Flórez, Caballero y Moreira (2009) realizaron una revisión documental para el análisis de los problemas que presentan las

prácticas de laboratorio, concluyendo que, se debe cuestionar la práctica tradicional, puesto que, estas han revelado poco beneficio para los estudiantes y, una sobreestimación de su potencial didáctico. Según Barbera y Valdés (1996) y Flórez, Caballero y Moreira (2009), los docentes deben orientar las prácticas hacia nuevas experiencias que se ajusten al contexto donde se desarrollarán, ejemplo de ello, lo constituye la propuesta, de trabajos prácticos abiertos, presentados por Caamaño, 2002, que pretenden que el estudiante haga su propia investigación y propuesta, para dar cuenta del trabajo investigativo. Esta puesta en común de los resultados se debe dar de manera escrita y oral, desarrollando de esta manera, un aprendizaje significativo (Sánchez, 2012).

Además, Las prácticas de laboratorio deben favorecer, en los estudiantes, el análisis de resultados obtenidos, cambiar la estructura tipo “receta” de las guías de laboratorio y facilitar la elaboración y puesta en común de un informe final, en el que se especifique claramente el diseño experimental realizado, los resultados obtenidos y las conclusiones, por eso, es importante tener en cuenta que los trabajos experimentales resultan más interesantes cuando se generan enunciados abiertos. De esta manera, el estudiante debe ser más reflexivo sobre su aprendizaje, al producir una evaluación coherente, con todo el proceso que conlleva el desarrollo de la práctica experimental, además de los criterios referidos al trabajo científico y al aprendizaje profundo de las ciencias (López & Tamayo 2012), que a su vez potencializa la dimensión colectiva del trabajo científico organizando equipos de trabajo.

Por otra parte, la importancia de las prácticas de laboratorio radica en que los docentes entiendan que estas facilitan la comprensión de conceptos, siempre y cuando, estas tengan un propósito claro (López & Tamayo 2012), es por esto por lo que, se debe eliminar la imagen de que los estudiantes se llevan a “experimentar”. Desde el marco referencial de las teorías de Novak y Ausubel, basadas en la teoría del constructivismo humano, la actividad experimental

cumple un papel importante en el desarrollo del proceso de enseñanza- aprendizaje, ya que, propone fomentar un cambio de conducta, de actitud y de valores, frente a lo que se aprende; y se dirige de manera consciente e intencionada a lograr que las ideas previas de los estudiantes evolucionen a conceptos más elaborados. En este sentido, cuando los estudiantes vuelven a examinar y a interpretar las actividades de laboratorio realizadas con anterioridad, son capaces de trazar paralelos significativos, entre el desarrollo de su comprensión personal y el desarrollo del conocimiento científico.

En la actualidad a nivel mundial se reconoce la importancia del laboratorio de química escolar como espacio para la formación académica de los estudiantes (Chalela & Ávila, 2021). El papel de las demostraciones y experimentos de laboratorio es el mejor método para asegurar que los estudiantes desarrollen las habilidades esenciales de Ciencia (American Chemical Society, 2018). También es el lugar apropiado para el desarrollo de actitudes como apertura de mente, objetividad y desconfianza ante aquellos juicios de valor que carecen de las evidencias necesarias (American Chemical Society, 2018). En general lo que se pretende es que la enseñanza de las ciencias, específicamente de la química, reflejen la forma de construcción de la ciencia profesional, y que a nivel de microescala se pueda evidenciar en las prácticas de laboratorio escolares de los niveles básicos (Castaños, 2019).

En un informe del proyecto de evaluación conocido por sus siglas en inglés *PISA* (*Programme For International Student Assessment*) y que traducido al español como *Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes* de 2015, se señala que, las prácticas en el laboratorio de ciencias pueden convertirse en una poderosa herramienta que contribuye a desarrollar actitudes favorables hacia el aprendizaje de las ciencias y el desarrollo de competencias científicas. Al realizar prácticas de laboratorio en la que se ve involucrado la manipulación de materiales y la formación de ideas (Castaños, 2019), entre otros, se puede



coincidir con lo anteriormente mencionado: el laboratorio constituye un espacio físico privilegiado para el acompañamiento de la enseñanza-aprendizaje de la química, para que los estudiantes verdaderamente tengan un contacto a nivel microescala de lo que realiza la comunidad científica, y de esta manera se pueda desarrollar actitudes hacia la ciencia, vocación hacia la misma, y la interiorización del conocimiento a través la experiencia que ofrece la práctica de laboratorio (Castaños, 2019).

Las dificultades encontradas para lograr lo anteriormente descrito, están enmarcadas en el desconocimiento por parte de los docentes de estrategias adecuadas que relacionen la teoría con la práctica (López y Tamayo, 2012), conllevando a la falta de idoneidad de las prácticas para el aprendizaje teórico (Izquierdo, 1999), además de obstáculos de otra índole como la disponibilidad de espacios académicos para el desarrollo de prácticas, falta de tiempo y la escases de recursos. Según Izquierdo 1999 para llevar a cabo una actividad científica escolar, precisando que en la escuela el estudiante no «hace de científico», su papel es «científico escolar», siendo estos dos conceptos suficientemente diferentes como para saber si se puede hacer ciencia en la escuela y, en caso afirmativo, cómo se hace esta «ciencia escolar».

Es así, como en la práctica experimental de calibración de material volumétrico, se pretende desarrollar en los estudiantes las habilidades asociadas a desarrollo de pensamiento científico y matemático, que contribuiría a un aprendizaje significativo mediante el uso magnitudes como volumen, masa, y la relación que existe entre estas (densidad), así como el peso específico de las sustancias. Es esta también una oportunidad para que los docentes desarrollen actividades tendientes a la actualización e innovación de prácticas de laboratorio escolares.

2.2.1.1. **Incorporación de las TIC En las Prácticas de Laboratorio.** El objetivo PLAN TIC 2018-2022: “El Futuro Digital es de Todos” es el cierre de la brecha digital, donde el uso y aplicación de las TIC dentro de las aulas estaría direccionado a contribuir a alcanzar dicho objetivo (Martínez, Hinojo & Diaz 2018). Porque mediante su uso en la educación se contribuye a reducir la brecha digital existente.

Ante este reto que se plantea, es necesario involucrar el uso de las TIC en los procesos de enseñanza- aprendizaje de la química, específicamente dentro de las prácticas de laboratorio, permitiendo a los estudiantes tener mayor autonomía y responsabilidad sobre su proceso de aprendizaje. Por otra parte, permite al docente innovar dentro del aula de clase, facilitando un aprendizaje colaborativo.

Por lo tanto, el uso de las TIC en el aula permite que los estudiantes complementen su aprendizaje con otras formas diferentes a las utilizadas en las clases, mejoren la comprensión de conceptos que están inmersos en los laboratorios escolares, usen representaciones para desarrollar proyectos escolares con compañeros y profesores, trabajen y manipulen, por ejemplo, moléculas en tres dimensiones o todo tipo de sustancias en laboratorios virtuales (Daza, Gras-Marti, A., Gras-Veláz, Guerrero & Santos, 2009).

Es por eso que desde la perspectiva de Salazar (2019), uno de los principales factores de éxito de cualquier sociedad en la actualidad, es la manera como se articulan los procesos educativos particularmente la práctica de laboratorio con las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), lo que ha generado nuevos paradigmas y transformaciones en la forma de enseñar y aprender química, al respecto Santiago y Bergmann (2018), declaran que los docentes del siglo XXI deben asumir un rol más creativo, pasando de ser un transmisor a un orientador, que conduzca a los estudiantes al contenido relevante a través de la red de información, siendo consciente de que ya no son la única fuente de aprendizaje

### 2.2.2. *Calibración de Material Volumétrico*

El calibrado, o la calibración, es un procedimiento de comparación entre la medida que indica un instrumento y la que debería indicar de acuerdo con un patrón de referencia cuyo valor es conocido (Vargas, 2015). El material volumétrico se calibra al medir el peso de un líquido de densidad conocida, generalmente agua destilada o desionizada que está contenida en el recipiente. Para medir volúmenes en el laboratorio se usa generalmente recipientes de vidrio, este material según la norma ASTM E542-01(2012) puede ser de borosilicato, este es el más utilizado debido a su estabilidad química, la resistencia al calor y al frío. Los instrumentos fabricados con esta materia son: Matraces volumétricos, pipetas, buretas, probetas, dispensadores.

Según la norma ASTM E542-01(2012) se usa el centímetro cúbico,  $\text{cm}^3$ , como unidad de medida en la práctica, y se considera el mililitro, ml, como equivalente al centímetro cúbico,  $\text{cm}^3$ . El material volumétrico debe ser utilizado de una forma determinada y a una temperatura estándar, que normalmente es de  $20^\circ\text{C}$ . Se puede encontrar instrumentos con distintos tipos de calibración:

- Instrumentos calibrados para verter que suelen llevar el indicador “TD”, ejemplo de estos son las buretas y las pipetas; la cantidad de líquido vertido es exactamente el volumen indicado, debido a que el líquido que queda adherido en las paredes del recipiente ha sido tomado en cuenta al momento de la calibración.
- Instrumentos calibrados para contener que suelen llevar indicación “cont”, “in” o “TC”, ejemplo son los matraces aforados; la cantidad de líquido vertido se ve reducido por el que queda adherido a las pares del recipiente.

### 2.2.2.1. **Procedimientos de limpieza: Norma ASTM E542-01(2012).** Es

importante que el material volumétrico se limpie a fondo antes de ser probados o utilizados. Los aparatos de vidrio deben estar suficientemente limpios para permitir una humectación uniforme de la superficie. Cuando estén limpias, las paredes se humedecerán uniformemente y el agua se adherirá a la superficie del vidrio en una película continua. La falta de limpieza provoca irregularidades en la capacidad al distorsionar la superficie del agua. Los líquidos que generalmente se usan para limpiar cristalería son la solución de limpieza correspondiente a la mezcla sulfocrómica de dicromato de sodio-ácido sulfúrico (disponible comercialmente en las casas de suministros de laboratorio), ácido nítrico, ácido sulfúrico humeante, alcohol, agua y dietiléter. La elección del agente de limpieza a utilizar depende de la naturaleza del contaminante. Después de limpiar con la solución de limpieza y enjuagar bien con agua del grifo, el recipiente debe enjuagarse con agua destilada.

Después de la limpieza, el recipiente debe enjuagarse con alcohol etílico y secarse con aire limpio a temperatura ambiente. No es necesario secar ningún recipiente marcado "para entregar". Al limpiar pequeños artículos como las pipetas, generalmente es más fácil llenarlos con una solución de limpieza por succión, utilizando una línea de vacío, si está disponible, o un pequeño bulbo de goma, pero nunca utilizar la boca. La solución se debe extraer a través de la pipeta varias veces hasta que toda la superficie interior esté uniformemente recubierta.

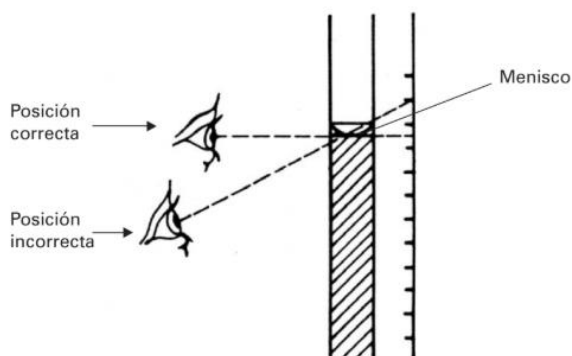
Enjuague bien con agua corriente y luego con agua destilada. Para la limpieza de los matraces, vierta suficiente solución de limpieza mientras gira para que una película de solución cubra toda la superficie interior. Una ruptura en la película indica un área contaminada. Para llenar una bureta con solución de limpieza, debe mantenerse en posición vertical y llenarse vertiéndola en la parte superior. Abra la llave de paso para drenar. Independientemente del tipo de recipiente, enjuague siempre bien, primero con agua del grifo y luego con agua destilada.

### 2.2.2.2. Lectura y Configuración de un Menisco Líquido: Norma ASTM E542-

**01(2012).** Lectura del menisco: La lectura se realiza en el punto más bajo del menisco. Para poder observar el punto más bajo, es necesario colocar una sombra de algún material oscuro inmediatamente debajo y detrás del menisco, lo que hace que el perfil del menisco sea oscuro y claramente visible sobre un fondo claro.

Configuración del menisco: La posición del punto más bajo del menisco con referencia a la línea de graduación es tangente horizontalmente al plano del borde superior de la línea de graduación. La posición del menisco se obtiene al tener el ojo en el mismo plano del borde superior de la línea de graduación.

La posición del punto más bajo del menisco con referencia a la línea de graduación es tal que está en el plano del medio de la línea de graduación. Esta posición del menisco se obtiene haciendo el ajuste en el centro de la elipse formada por la línea de graduación en el frente y la parte posterior del tubo como se observa al tener el ojo ligeramente debajo del plano de la línea de graduación. La configuración es precisa si, a medida que el ojo se eleva y la elipse se estrecha, el punto más bajo del menisco permanece a medio camino entre las partes delantera y trasera de la línea de graduación. Mediante este método, es posible observar el enfoque del menisco desde arriba o debajo de la línea hasta su ajuste correcto.



*Figura 1: Para que la lectura sea correcta el analista se tiene que situar de tal forma que el ojo quede a la altura del menisco*

### 2.2.2.3. **Procedimiento de calibración.** Bureta

- Pesar un recipiente vacío (matraz aforado de 25 o 50 mL) limpio y seco (en su exterior) provisto de su tapón correspondiente.
- Colectar el volumen desalojado (5,00 mL si la bureta es de 25,00 mL; o 10,00 mL si la bureta es de 50,00 mL), en el recipiente pesado previamente y pesar en la balanza analítica con una aproximación a 0,0001g.
- Continuar la pesada de los volúmenes desalojados (exactamente) por la bureta, en porciones de 1/5 del volumen nominal.
- Consultar la Tabla correspondiente, para realizar la conversión del peso determinado en función del volumen real.
- Determine el volumen exactamente desalojado con su incertidumbre. Compare con la tolerancia reportada por la casa matriz.
- En una hoja de Excel, graficar la corrección de los volúmenes para cada uno de los intervalos medidos con la bureta a calibrar, y la corrección total compararla con la tolerancia.

### Pipetas

- Llenar la pipeta de con agua destilada a temperatura ambiente, aspirando el agua (con la pera de succión) hasta que el menisco se encuentre por encima de la marca de calibrado de fábrica. Colocar el dedo índice sobre el extremo superior de la pipeta para mantener el agua en su lugar; eliminar cuidadosamente las gotas de agua que estén adheridas al exterior de la pipeta secándolas con un papel suave.
- Sostener verticalmente la pipeta sobre un recipiente y enrasar el nivel del menisco moviendo el dedo índice hasta que coincida con la marca de calibrado. Transferir el agua a un

matraz aforado de, limpio y previamente pesado, procurando que la punta de la pipeta esté dentro del matraz para evitar pérdidas por salpicaduras; para ello aflojar el dedo índice y dejar que el agua de la pipeta escurra libremente por 10 segundos. No debe soplar para que salga la pequeña porción de agua que queda en la punta de la pipeta ya que ésta ha sido tomada en cuenta en el calibrado original de la misma (Dosal, Pasos, Sandoval & Villanueva2007)

- Tapar el matraz rápidamente para evitar pérdidas por evaporación y pesar su contenido. Calcular el peso de agua transferida mediante la diferencia entre este valor y el del matraz vacío. Calcular el valor del verdadero volumen transferido y comparar este volumen con el volumen nominal leído. Repetir este procedimiento diez veces (Dosal, Pasos, Sandoval & Villanueva2007).

- Calcular la diferencia entre el volumen medido y el corregido y la desviación estándar de los valores obtenidos en las repeticiones efectuadas.

#### Matraces

- Después de limpiar y secar, pesar el matraz vacío, incluido el tapón. Coloque un embudo del tamaño apropiado en el matraz para descargar el agua debajo del tapón. Llene desde el vaso de precipitados o la línea de suministro, maniobrando el embudo para humedecer todo el cuello debajo del tapón. Deje reposar durante aproximadamente 2 minutos para permitir que las paredes drenen.

- Coloque el matraz debajo de una bureta y complete el llenado y ajuste del menisco, teniendo cuidado de no salpicar agua sobre las paredes, después de lo cual coloque el tapón en el cuello para disminuir la evaporación y pesar. El tratamiento de los volúmenes y masas medidas es igual al de la pipeta y bureta (Dosal, Pasos, Sandoval & Villanueva2007).

### **2.2.3. Razonamiento Matemático**

Las competencias matemáticas son de particular relevancia porque implican habilidades básicas para desarrollar procesos de razonamiento cuantitativo y lógico, los cuales resultan cruciales para la formación de cualquier estudiante y la capacitación de la gran mayoría de profesionales. Para la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) citado por Larrazolo, Backhoff & Tirado 2013, la competencia matemática se define como la capacidad de un individuo para analizar, razonar y comunicar de forma eficaz y, a la vez, plantear, resolver, e interpretar problemas matemáticos en una variedad de situaciones, que incluyen conceptos matemáticos cuantitativos, espaciales, de probabilidad o de otro tipo (OCDE, 2012).

Desde los estándares básicos de competencias en matemáticas presentados por el MEN (2006) se presenta a las matemáticas desde cinco pensamientos: formular y resolver problemas; modelar procesos y fenómenos de la realidad; comunicar; razonar y formular; comparar y ejercitar procedimientos y algoritmos. El razonamiento cuantitativo está relacionado con los procesos de pensamiento, correspondiendo a las disciplinas académicas con situaciones cotidianas, en las cuales los estudiantes a veces sin ser consciente utilizan los conocimientos adquiridos en el aula de clase (correa 2019); para este caso del desarrollo de prácticas de laboratorio.

En el caso de prácticas de laboratorio encaminadas a la calibración de material volumétrico los estudiantes adquieran habilidades y competencias relacionadas con la construcción de conceptos como, la magnitud, la conservación de las magnitudes en las operaciones básicas, la selección de unidades de medida, de patrones de medida y de instrumentos de laboratorio.



## **2.3. Referente Teórico**

### **2.3.1. Razonamiento Matemático**

Las competencias matemáticas son de particular relevancia porque implican habilidades básicas para desarrollar procesos de razonamiento cuantitativo y lógico, los cuales resultan cruciales para la formación de cualquier estudiante y la capacitación de la gran mayoría de profesionistas. Para la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) citado por Larrazolo, Backhoff & Tirado 2013, la competencia matemática se define como la capacidad de un individuo para analizar, razonar y comunicar de forma eficaz y, a la vez, plantear, resolver, e interpretar problemas matemáticos en una variedad de situaciones, que incluyen conceptos matemáticos cuantitativos, espaciales, de probabilidad o de otro tipo (OCDE, 2012).

Desde los estándares básicos de competencias en matemáticas presentados por el MEN (2006) se presenta a las matemáticas desde cinco pensamientos: formular y resolver problemas; modelar procesos y fenómenos de la realidad; comunicar; razonar y formular; comparar y ejercitar procedimientos y algoritmos. El razonamiento cuantitativo está relacionado con los procesos de pensamiento, correspondiendo a las disciplinas académicas con situaciones cotidianas, en las cuales los estudiantes a veces sin ser consciente utilizan los conocimientos adquiridos en el aula de clase (Correa 2019); para este caso del desarrollo de prácticas de laboratorio.

En el caso de prácticas de laboratorio encaminadas a la calibración de material volumétrico los estudiantes adquieran habilidades y competencias relacionadas con la construcción de conceptos como, la magnitud, la conservación de las magnitudes en las

operaciones básicas, la selección de unidades de medida, de patrones de medida y de instrumentos de laboratorio.

### **2.3.2. Metodología Flipped Classroom**

El avance que en los últimos años han tenido las tecnologías de la información y comunicación (TIC) ha tenido un gran impacto en los cambios de la sociedad actual, en todos los ámbitos. En particular en la educación, donde el aprendizaje ha sido significativamente afectado debido a la presencia y el uso masivo TIC en el aula, y ha resultado el surgimiento de propuestas ilimitadas dirigidas a la mejora de los resultados académicos (Rodríguez, Navarro González y Yáñez 2016). Es por eso por lo que la educación requiere prácticas innovadoras que incorporen la tecnología, con el fin de mejorar la calidad en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En este sentido la metodología de aula invertida trae consigo un modelo de innovación y autonomía, lo que puede significar un cambio de los métodos tradicionales de enseñanza en métodos que pueden salir del aula a través de soportes tecnológicos, el aula invertida es vista como una forma de romper paradigmas tradicionales en el proceso de enseñanza-aprendizaje y potenciar un aprendizaje diferente, autónomo y desarrollador en docentes y estudiantes (Ortega 2016).

Una de las ventajas del aula invertida es que a través de esta metodología el estudiante deja de ser un receptor de información para convertirse en el protagonista del proceso de enseñanza, en las prácticas de calibración de material volumétrico el estudiante adquiere un rol de gestor de los procesos cognitivos, controlando todo el proceso. Dicha labor de gestión implica la planificación, control y dirección de los procesos cognitivos hacia una meta, las cuales deben de efectuarse con concentración, esfuerzo y motivación (Rivero 2018), debido a que los contenidos se encuentran disponibles y puede volver a consultarlos una y otra vez. Esto promueve y fomenta

el desarrollo de habilidades, como la creatividad, la resolución de problemas, el trabajo en grupo y la confianza en los métodos de desarrollo de una tarea.

2.3.2.1. **Ventajas y Desventajas del Aula Invertida.** A continuación, se muestran las ventajas y desventajas del aula Invertida en la tabla 1

*Tabla 1: ventajas y desventajas del aula invertida*

Fortalezas/ventajas	Debilidades/exigencias
Saca la transmisión de la información a aprender fuera del tiempo de clases	Da más trabajo a los profesores
Estimula el estudio continuo de los alumnos	Requiere el trabajo continuo de los profesores
Personaliza la asimilación de la información a las necesidades de cada alumno	
Favorece la autorregulación del alumno y su aprendizaje autónomo	
Libera tiempo de clase para realizar actividades protagonizadas por los alumnos	¿Qué hago ahora con tanto tiempo de clase que me sobra? Planificar actividades individuales y de grupo que deben realizar los alumnos
Libera tiempo de clase para realizar evaluación formativa y proporcionar feedback	¿Cómo se hace la evaluación formativa? Planificar métodos de evaluación de grupos para conseguir feedback
Las tareas se hacen y se corrigen en tiempo de clase	Hay que pensar en las tareas que los alumnos deberían hacer para aprender

*Fuente: Prieto Martín (2017)*

2.3.2.2. **Etapas de la Metodología Flipped Classroom para Abordar la Calibración de Instrumentos.** En el desarrollo de la propuesta pueden distinguirse las siguientes etapas:

Primera: Dar a conocer y explicar la metodología de trabajo a los estudiantes, de igual forma se tendrá el consentimiento de los padres o acudientes de los alumnos.

Segunda: Motivar a los estudiantes para que revisen el material multimedia

Tercera: Proporcionar a los estudiantes test, o cuestionarios referentes al material multimedia, de tal forma que tomen apuntes de este.

Cuarta: Trabajo grupal sobre sobre el cuestionario asignado, de tal forma que los estudiantes comparen las respuestas y lleguen a acuerdos para su posterior exposición.

Quinta: El docente solucionara las dudas que tenga cada estudiante con respecto del material revisado fuera del aula.

Sexto: Abordar la situación experimental, de tal manera que el estudiante muestre sus destrezas adquiridas a partir del trabajo anteriormente desarrollado.

Séptimo: Evaluar de manera formativa como evidencia del proceso de aprendizaje, además de la evaluación sumativa periódicamente con pruebas escritas o demostración de una actividad asignada (Martínez, Esquivel & Martínez 2014).

### **3. Diseño Metodológico**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

Las investigaciones con enfoque mixto consisten en la integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un solo estudio con el fin de obtener una “fotografía” más completa del fenómeno. Pueden ser conjuntados de tal manera que las aproximaciones cuantitativa y cualitativa conserven sus estructuras y procedimientos originales (“forma pura de los métodos mixtos”). Alternativamente, estos métodos pueden ser adaptados, alterados o sintetizados para efectuar la investigación y lidiar con los costos del estudio (“forma modificada de los métodos mixtos”). (Chen, 2006 citado por Sampieri, 2010).

Es así como la recolección y análisis de datos de esta propuesta de investigación requiere de un enfoque mixto, ya que para identificar la apropiación de conocimiento de química , específicamente lo referido a la calibración de material volumétrico, se tendrán en cuenta los dos enfoques, por el lado cuantitativo se debe hacer una medición numérica y el uso de la estadística debido a que se requiere valorar el área específica de química, y de cómo los estudiantes han

apropiado la temática en particular y la manera de llevarla a la práctica; por el lado cualitativo se podrá evidenciar la apropiación que los estudiantes hacen de las TIC, la percepción y el uso que estos hacen de ellas en el aprendizaje de la química, mediante el modelo de aula invertida .

### **3.2. Diseño de la Investigación**

El diseño que se tendrá en cuenta para desarrollar esta propuesta de investigación es el transformativo concurrente ya que la recolección de datos cuantitativos y cualitativos pueden llevarse a cabo en un mismo momento, dado que se debe obtener información sobre la apropiación de conocimientos de química, específicamente sobre calibración de material volumétrico, y de las TIC, que tiene los estudiantes, además de le uso, interpretación y manera de llevar a la práctica dichos conocimientos, requiere que la recolección de información para el análisis cuantitativo y cualitativo se lleve a cabo simultáneamente. Es de aclarar que puede darse o no mayor peso a uno u otro método (Hernández, Fernández y Baptista, 2014), en esta propuesta se dará mayor peso al enfoque cualitativo.

### **3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Para la recolección de datos de la propuesta de investigación se tendrá en cuenta el enfoque, el diseño, así como también, los objetivos específicos planteados y de acuerdo con ellos se seleccionarán las técnicas e instrumentos adecuados para recolectar la información, tal como se describe a continuación:

#### **3.3.1. Pretest y Postest**

Para esta esta propuesta de investigación se llevará a cabo un diseño de un solo grupo con pretest y postest, En este diseño se aplica un pretest (O) a un grupo de sujetos, después el tratamiento (X) y finalmente el postest (O). El resultado es la valoración del cambio ocurrido desde el pretest hasta el postest (Murillo, 2011).

En la representación de los diseños se utilizará el sistema de representación universal, de modo similar a la anotación que usan Cook y Campbell (1979) y Campbell y Stanley (1963). La asignación de la anotación es la siguiente (Murillo, 2011):

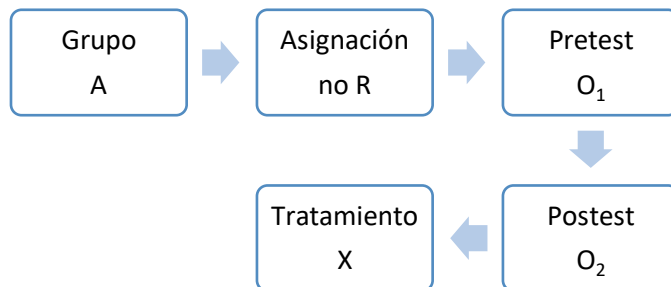
R: Aleatorización

O: Observación, medida registrada en el pretest o en el postest

X: Tratamiento

Para este caso se tendrá en cuenta la siguiente representación ilustrada en el grafico 1

*Grafica 1: Técnicas e instrumentos de recolección de datos*



*Fuente: Elaboración propia*

Para el desarrollo de las pruebas se considerarán preguntas relacionadas con la química, más específicamente con la medición y la calibración de material volumétrico (ver anexo 1 y anexo 2). Durante el proceso de evaluación de cada estudiante se tendrá en cuenta la escala de valoración nacional estipulada en el sistema institucional de evaluación (tabla 2).

*Tabla 2: Escala de valoración institucional*

ESCALA NACIONAL	ESCALA NUMÉRICA	
	Desde	Hasta
Desempeño bajo	1,0	2,9
Desempeño básico	3,0	3,9
Desempeño alto	4,0	4,5
Desempeño superior	4,6	5,0

*Fuente: Elaboración propia*

### **3.3.2. Observación en el Aula**

En el ámbito educativo, más específicamente en los procesos de enseñanza, se habla de observación para referirse a una técnica que consiste en observar un fenómeno, hecho o caso, tomar y registrar la información recolectada para ser posteriormente analizada (Quintana, 2008). En el caso de esta propuesta es fundamental el uso de esta herramienta, ya que, de esta manera se puede obtener la mayor cantidad de datos posibles.

Con esta propuesta se pretende observar el conocimiento y uso que las herramientas TIC, además de la comprensión e interpretación que los estudiantes hacen de los temas relacionados con la calibración de material volumétrico (Ver anexo 3).

Para llevar a cabo esta observación se proponen dos actividades referentes al trabajo de laboratorio frente a la calibración de pipetas y buretas (Ver anexos 4 y 5)

### **3.3.4. Escala Tipo Likert**

Consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios, ante los cuales se pide la reacción de los participantes (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Es decir, se presenta cada afirmación y se solicita al sujeto que presente su reacción eligiendo una de las cinco categorías de la escala. A cada punto se le asigna un valor numérico.

Para el caso de esta propuesta se aplicará una en cuenta utilizando la escala tipo Likert, con la finalidad de medir el grado de satisfacción de los estudiantes frente al uso de la metodología aula invertida, para el aprendizaje de la química, específicamente la calibración de material volumétrico (Ver anexo 6).

### **3.4. Protocolos y Metodología para el Tratamiento de Datos en la Calibración de Pipetas Aforadas Y Buretas (adaptado de Clavijo 2002)**

Propósito:

Comprender la necesidad de calibrar el material volumétrico para alcanzar buenos resultados, con buena precisión y exactitud a partir de las lecturas obtenidas con estos instrumentos.

#### ***3.4.1. Calibración de Pipetas Aforadas.***

Procedimiento

- Pesar un recipiente vacío (matraz aforado de 100mL) limpio y seco (en su exterior) provisto de su tapón correspondiente.
- Transferir al matraz previamente pesado un volumen exacto con la pipeta aforada y pesar.
- Pesar mínimo diez (10) veces, el volumen nominal de la pipeta aforada limpia y seca (en el exterior). Permitir el desalojo del volumen libremente. No calentar en ningún momento.
- Determine el volumen exactamente desalojado, realizando una diferencia de los pesos entre matraz que contiene el volumen de agua desalojado por la pipeta y el volumen desalojado por la misma (ver la columna de diferencia de pesos en la tabla 3), además determine su incertidumbre. Compare con la tolerancia reportada por la casa matriz.

Cifras significativas en cálculos numéricos

Las cifras significativas de un número son todos los dígitos ciertos más el primer dígito incierto (Skoog, 2015). El modo como se propaga al resultado final la incertidumbre de una cantidad determinada, dependiendo de la naturaleza de la operación matemática (Skoog, 1985)



En la suma y diferencia, el redondeo de cifras significativas se realiza teniendo en cuenta el término que tiene la precisión absoluta más pequeña (Clavijo, 2002), es decir que, para la adición y sustracción, el resultado debe tener el mismo número de decimales que el número con el menor número de decimales (Skoog, 2015).

Cuando la operación matemática es una multiplicación o una división es la incertidumbre relativa de los datos la que rige el número de cifras significativas en el producto o el cociente, en este caso es el que tenga menor incertidumbre relativa (Clavijo, 2002)

Tabulación de datos

*Tabla 3: Datos calibración de una pipeta aforada de 10,00 ml clase B. tolerancia  $\pm 0,045$  ml, temperatura, 23°C  $d_4^{23} = 0,997538$*

<b>Medición</b>	<b>Peso Matraz (g)</b>	<b>Volumen adicionado</b>	<b>Diferencia en peso</b>
1	45,1829	0,00	0,0000
2	55,1649	10,00	9,9820
3	65,3465	10,00	10,1816
4	75,0290	10,00	9,6825
5	84,6727	10,00	9,6437
6	94,8543	10,00	10,1816
7	104,4370	10,00	9,5827
8	114,6786	10,00	10,2416
9	125,0599	10,00	10,3813
10	134,5428	10,00	9,4829
11	145,0239	10,00	10,4811

*Fuente 1: Elaboración propia*

Cálculos para la obtención de volumen de agua dispensada

Para convertir el valor de masa a valor de volumen es necesario emplear el valor de volumen específico correspondiente a la sustancia utilizada a la temperatura en la que se realizó la medición. Así, empleando la expresión de cálculo para la conversión de masa a volumen, se obtiene:

$$vol_{agua} = g_{agua} / D \left[ \frac{g}{mL} \right]_{23^\circ} \quad \text{Ecuación 1}$$

De esta manra se obtiene:

Tabla 4: Volumen corregido a 23°C

Medición	Peso Matraz g	Volumen adicionado mL	Diferencia en peso g	Volumen corregido a 23°C	$(X - \bar{X})^2$
1	45,1829	0,00	0,00		
2	55,1649	10,00	9,98	10,01	0,00
3	65,3465	10,00	10,18	10,21	0,04
4	75,0290	10,00	9,68	9,71	0,09
5	84,6727	10,00	9,64	9,67	0,12
6	94,8543	10,00	10,18	10,21	0,04
7	104,4370	10,00	9,58	9,61	0,16
8	114,6786	10,00	10,24	10,27	0,07
9	125,0599	10,00	10,38	10,41	0,16
10	134,5428	10,00	9,48	9,51	0,25
11	145,0239	10,00	10,48	10,51	0,25
			<b>X</b>	10,01	
			<b>S</b>	0,36	

Fuente: Elaboración propia

Obtención y expresión del resultado analítico

Rechazo de valores mediante test Q o test de Dixon

Tabla 5: Valores de Q para el rechazo de datos

NÚMERO DE DATOS	90% DE CONFIANZA	95% DE CONFIANZA
3	0,94	
4	0,76	0,831
5	0,64	0,717
6	0,56	0,621
7	0,51	0,570
8	0,47	0,524
9	0,44	0,492
10	0,41	0,464

$$Q = \frac{\text{Desvio}}{\text{Amplitud}} = \frac{\text{valor sospechoso} - \text{valor vecino más cercano}}{\text{Valor mayor} - \text{valor menor}}$$

Ecuación 2

En primer lugar, los valores ajustados obtenidos en el paso anterior deben ser ordenados de manera ascendente o descendente a fin de evaluar los extremos de la serie de datos. Los datos del ejemplo se ordenaron de manera descendente y se obtuvieron los valores Q experimentales para cada valor extremo:

10,51; 10,41; 10,27; 10,21; 10,21; 10,01; 9,71; 9,67; 9,61; 9,51

$$Q_{\text{exp } 1} = \frac{10,51-10,41}{10,51-9,51} = 0,099\text{mL}$$

$$Q_{\text{exp } 1} = \frac{9,61-9,51}{10,51-9,51} = 0,099\text{mL}$$

Considerando una serie de n=10 datos y un nivel confianza del 90% (ver tabla 5), se obtiene el valor de tabla  $Q_{10} = 0.412$ . Para ambos extremos,  $Q_{\text{exp}} < Q_{\text{tabla}}$ , por lo tanto, NO se rechaza ningún valor de la serie.

Análisis de datos

La media:

$$\bar{M} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{100,09}{10} = 10,01\text{mL}$$

*Ecuación 3*

La desviación estándar:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{1,17}{9}} = 0,36\text{ml}$$

*Ecuación 4*

La incertidumbre: Para el cálculo de la incertidumbre se necesita el valor de t-Student tabulado para n-1 grados de libertad y 90% de confianza. De la tabla 7 se tiene que  $t_{90} = 1,833$ .

$$\delta = \pm \frac{s * t}{\sqrt{n}} = \pm \frac{0,36 * 1,833}{\sqrt{10}} = \pm 0,21\text{mL}$$

*Ecuación 5*

Coefficiente de variación: es también conocido como desviación estándar relativo, que se define como (Clavijo, 2002):

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} * 100 = \frac{0,36}{10,01} * 100 = 3,60\%$$

#### *Ecuación 6*

El coeficiente de variación toma valores entre 0 y 1. Si el coeficiente es próximo al 0, significa que existe poca variabilidad en los datos y es una muestra muy compacta. En cambio, si tienden a 1 es una muestra muy dispersa y la media pierde confiabilidad. De hecho, en este caso el coeficiente de variación es mayor de 0,3%, máximo valor aceptado para calibración de material volumétrico (3,60%) se dice que la media es poco representativa.

Expresión correcta del resultado

Para la expresión correcta del resultado se debe considerar el número de cifras significativas de la  $\delta$  y, si es necesario, ajustar el resultado nuevamente. De esta manera, el resultado final se expresa como  $\bar{x} \pm \delta$ . Para el presente caso, el resultado de la calibración del material volumétrico se informa como:

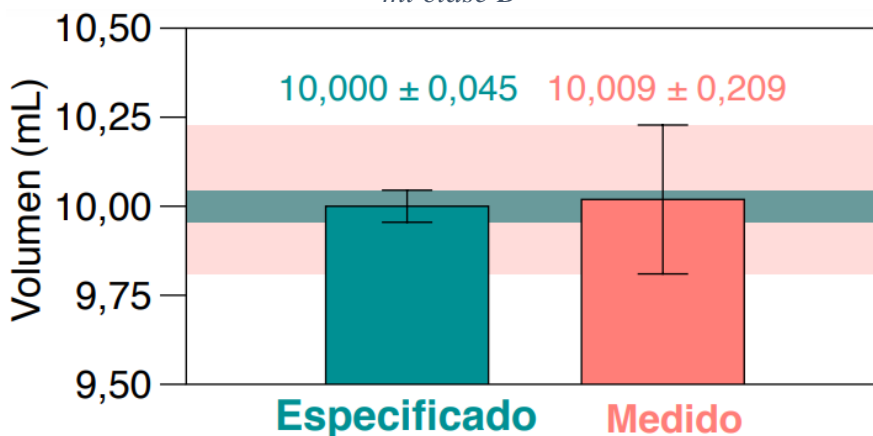
$$\text{Volumen de la pipeta} = 10,01 \pm 0,21 \text{ mL a } 23^\circ \text{C}$$

Análisis estadístico de los resultados

Teniendo en cuenta las especificaciones del fabricante, la pipeta aforada tiene el valor más probable de  $10,00 \pm 0,045$  mL. Finalmente, al comparar el valor obtenido de incertidumbre del resultado, con el valor informado de tolerancia se observa que el valor experimental ( $\pm 0,21$  mL) es superior al valor de tolerancia establecido por el fabricante ( $\pm 0,045$  mL). De igual manera el valor fundamental hallado (10,01 mL) es cercano al valor dado por el fabricante (10,00). Según Clavijo 2002, las razones por las cuales los valores medidos no son concordantes pueden deberse a:

- Variación de la temperatura de una medida a otra
- El menisco no se ajustó correctamente
- Hubo pérdida del líquido en el trasvase desde la pipeta al recipiente pesado
- Diferente escurrido al verter el contenido de la pipeta
- Se realizó una lectura incorrecta de los pesos en la balanza

*Grafica 2: Comparación datos de fabricante vs volumen medido de una pipeta aforada de 10,00 ml clase B*



*Fuente: Elaboración propia*

**3.4.2. Calibración de Bureta.** Pesar un recipiente vacío (matraz aforado de 25 o 50 mL) limpio y seco (en su exterior) provisto de su tapón correspondiente.

- Colectar el volumen desalojado (5,00 mL si la bureta es de 25,00 mL; o 10,00 mL si la bureta es de 50,00 mL), en el recipiente pesado previamente y pesar en la balanza analítica con una aproximación a 0,0001g.
- Continuar la pesada de los volúmenes desalojados (exactamente) por la bureta, en porciones de 1/5 del volumen nominal.
- Consultar la Tabla correspondiente, para realizar la conversión del peso determinado en función del volumen real.

- Determine el volumen exactamente desalojado con su incertidumbre. Compare con la tolerancia reportada por la casa matriz.
- En una hoja de Excel, graficar la corrección de los volúmenes para cada uno de los intervalos medidos con la bureta a calibrar, y la corrección total compararla con la tolerancia.

Tabulación de datos

*Tabla 6: Datos calibración de una bureta de 25,00 mL clase B. tolerancia  $\pm 0,065$  mL*

Intervalo	Lectura (mL)	Diferencia en las lecturas	Peso Matraz(g)	Diferencia en peso(g)	Volumen real vertido(mL)	Corrección (mL)	Corrección total (mL)
20 a 25	24,95	4,88	66,4451	4,99	5,005	0,13	0,23
15 a 20	20,07	5,22	61,4521	5,05	5,07	-0,15	0,11
10 a 15	14,85	4,83	56,3978	4,82	4,83	0,003	0,26
5 a 10	10,02	4,95	51,5765	4,94	4,95	0,003	0,26
0 a 5	5,07	5,02	46,6354	5,26	5,28	0,26	0,26
Inicio	0,05		41,3721				

*Fuente: Elaboración propia*

La corrección total que se determinó en 0,23mL, se debe tener en cuenta para determinaciones volumétricas posteriores, ya que se adiciona este valor al observado en esta bureta, la diferencia entre la lectura final e inicial corregidas dará el valor verdadero del volumen.

Análisis de datos

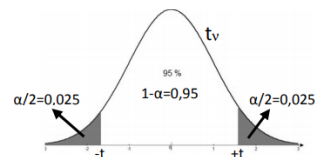
Observe que el signo del volumen corregido posee un significado físico. Por ejemplo, si es positivo implica que el equipo volumétrico descarga mayor volumen que el que dice la lectura experimental, por el contrario, si el resultado es negativo el equipo descarga menor volumen. Se debe tener en cuenta los resultados para el uso posterior de esta bureta ya que, los valores del volumen corregido positivo o negativo muestra las correcciones que se deben hacer para corregir lecturas realizadas utilizando esta bureta calibrada en el intervalo de la medida obtenida.

Así mismo en la curva de calibración (Gráfica 3) se pueden observar los intervalos analizados, los cuales corresponden a los que se encuentran en la tabla 6 ,por ejemplo, si se comienza una titulación en 0.05 mL y finaliza en 19.00 mL, administraría 18.96 mL si la bureta fuera perfecta. En la gráfica 3 se indica que la bureta suministra 0,12 ml menos que la cantidad indicada, por lo que en realidad solo se suministraron 18,84 ml. Para usar la curva de calibración, se comienza todas las titulaciones cerca de 0.00 mL o se corrige las lecturas inicial y final. Utilice la curva de calibración siempre que utilice su bureta (Harris,2007)

Tabla 7: Distribución t de Student

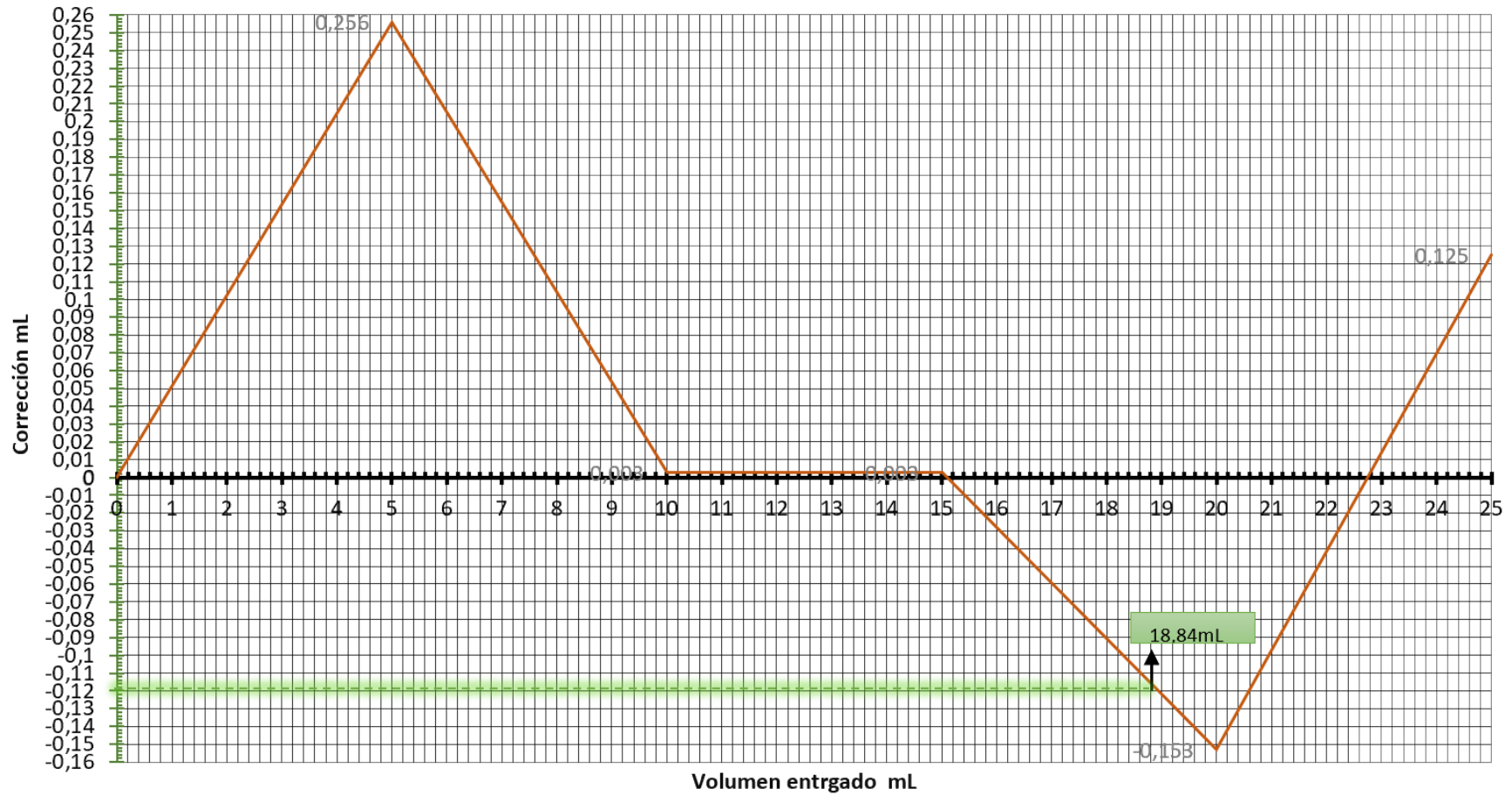
**Distribución t de Student**

Contiene los valores de t tales que  $\frac{\alpha}{2} = P(t_v \geq t)$ , donde v son los Grados de Libertad



		$\alpha/2$												
		0,0005	0,001	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4	0,45	0,475
v grados de libertad	1	636,619	318,309	63,657	31,821	12,706	6,314	3,078	1,376	1,000	0,727	0,325	0,158	0,079
	2	31,599	22,327	9,925	6,965	4,303	2,920	1,886	1,061	0,816	0,617	0,289	0,142	0,071
	3	12,924	10,215	5,841	4,541	3,182	2,353	1,638	0,978	0,765	0,584	0,277	0,137	0,068
	4	8,610	7,173	4,604	3,747	2,776	2,132	1,533	0,941	0,741	0,569	0,271	0,134	0,067
	5	6,869	5,893	4,032	3,365	2,571	2,015	1,476	0,920	0,727	0,559	0,267	0,132	0,066
	6	5,959	5,208	3,707	3,143	2,447	1,943	1,440	0,906	0,718	0,553	0,265	0,131	0,065
	7	5,408	4,785	3,499	2,998	2,365	1,895	1,415	0,896	0,711	0,549	0,263	0,130	0,065
	8	5,041	4,501	3,355	2,896	2,306	1,860	1,397	0,889	0,706	0,546	0,262	0,130	0,065
	9	4,781	4,297	3,250	2,821	2,262	1,833	1,383	0,883	0,703	0,543	0,261	0,129	0,064
	10	4,587	4,144	3,169	2,764	2,228	1,812	1,372	0,879	0,700	0,542	0,260	0,129	0,064
	11	4,437	4,025	3,106	2,718	2,201	1,796	1,363	0,876	0,697	0,540	0,260	0,129	0,064
	12	4,318	3,930	3,055	2,681	2,179	1,782	1,356	0,873	0,695	0,539	0,259	0,128	0,064
	13	4,221	3,852	3,012	2,650	2,160	1,771	1,350	0,870	0,694	0,538	0,259	0,128	0,064
	14	4,140	3,787	2,977	2,624	2,145	1,761	1,345	0,868	0,692	0,537	0,258	0,128	0,064
	15	4,073	3,733	2,947	2,602	2,131	1,753	1,341	0,866	0,691	0,536	0,258	0,128	0,064
	16	4,015	3,686	2,921	2,583	2,120	1,746	1,337	0,865	0,690	0,535	0,258	0,128	0,064
	17	3,965	3,646	2,898	2,567	2,110	1,740	1,333	0,863	0,689	0,534	0,257	0,128	0,064
	18	3,922	3,610	2,878	2,552	2,101	1,734	1,330	0,862	0,688	0,534	0,257	0,127	0,064
	19	3,883	3,579	2,861	2,539	2,093	1,729	1,328	0,861	0,688	0,533	0,257	0,127	0,064
	20	3,850	3,552	2,845	2,528	2,086	1,725	1,325	0,860	0,687	0,533	0,257	0,127	0,063
	21	3,819	3,527	2,831	2,518	2,080	1,721	1,323	0,859	0,686	0,532	0,257	0,127	0,063
	22	3,792	3,505	2,819	2,508	2,074	1,717	1,321	0,858	0,686	0,532	0,256	0,127	0,063
	23	3,768	3,485	2,807	2,500	2,069	1,714	1,319	0,858	0,685	0,532	0,256	0,127	0,063
	24	3,745	3,467	2,797	2,492	2,064	1,711	1,318	0,857	0,685	0,531	0,256	0,127	0,063
	25	3,725	3,450	2,787	2,485	2,060	1,708	1,316	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127	0,063
	26	3,707	3,435	2,779	2,479	2,056	1,706	1,315	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127	0,063
	27	3,690	3,421	2,771	2,473	2,052	1,703	1,314	0,855	0,684	0,531	0,256	0,127	0,063
	28	3,674	3,408	2,763	2,467	2,048	1,701	1,313	0,855	0,683	0,530	0,256	0,127	0,063
	29	3,659	3,396	2,756	2,462	2,045	1,699	1,311	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127	0,063
	30	3,646	3,385	2,750	2,457	2,042	1,697	1,310	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127	0,063
	31	3,633	3,375	2,744	2,453	2,040	1,696	1,309	0,853	0,682	0,530	0,256	0,127	0,063
	32	3,622	3,365	2,738	2,449	2,037	1,694	1,309	0,853	0,682	0,530	0,255	0,127	0,063
	33	3,611	3,356	2,733	2,445	2,035	1,692	1,308	0,853	0,682	0,530	0,255	0,127	0,063
	34	3,601	3,348	2,728	2,441	2,032	1,691	1,307	0,852	0,682	0,529	0,255	0,127	0,063
	35	3,591	3,340	2,724	2,438	2,030	1,690	1,306	0,852	0,682	0,529	0,255	0,127	0,063
	$\alpha$		0,001	0,002	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9

Gráfica 3: Curva de calibración bureta de 25,00mL

Curva de calibración bureta de 25,00 mL clase b. tolerancia  $\pm 0,065$  mL

Fuente: Elaboración propia.



#### 4. Conclusiones y Recomendaciones

En la calibración de la pipeta aforada de 10,00mL, se puede deducir que teniendo en cuenta el intervalo de confianza del 90%, los valores se encuentran fuera de lo especificado por el fabricante, es decir, se observa que la incertidumbre hallada ( $\pm 0,21$ mL) es cinco veces mayor a la especificada por la casa matriz ( $\pm 0,045$ mL). Por lo que se puede concluir que el valor medido este fuera del rango del especificado por el fabricante (Ver grafica 2).

Para la calibración de bureta de 25,00mL se observa que los valores de la incertidumbre hallados ( $\pm 0,23$ ) sobrepasan los especificados por el fabricante ( $\pm 0,065$ mL), de esta manera los valores no se encuentran dentro de lo especificado, siendo este valor determinado tres veces mayor al dado por la casa matriz.

Cuando se trabaja con la incertidumbre se aporta un intervalo de valores probables donde se puede encontrar el valor verdadero de un resultado, se concluye entonces que ningún resultado obtenido en una calibración posee valor único.

Respecto al valor hallado de coeficiente de variación (3,60%), es evidente que este supera el valor máximo permitido, teniendo en cuenta esto y lo anteriormente descrito frente a los resultados obtenidos mediante análisis matemático, se recomienda volver a calibrar los instrumentos.

El aula invertida frente al proceso de enseñanza- aprendizaje, sobre desarrollo de práctica de laboratorio, específicamente en la calibración de material volumétrico es pertinente, ya que, no solo disminuye y evita el uso de reactivos que representan peligrosidad, sino que además esta promueve y fomenta el desarrollo de habilidades, como la creatividad, la resolución de problemas, el trabajo en grupo y la confianza en los métodos

de desarrollo de una tarea, un ejemplo está en el desarrollo de cálculos matemáticos mediante el uso de la aplicación Excel.

Además, el aula invertida como alternativa para el desarrollo de prácticas de laboratorio de Química, bien implementada es efectiva en el sentido que, el estudiante es protagonista de su aprendizaje, asimismo es una experiencia más significativa en comparación con los métodos tradicionales. Dentro de las ventajas que supone lo anterior está la aplicación de una estrategia curricular que implica el uso de las TICs dentro asignatura de química, promoviendo el aprendizaje autónomo y colaborativo.

Se recomienda que en las actividades académicas de la escuela se incluya en la malla curricular de la signatura de química, temas relacionados con la calibración de material volumétrico o en su defecto se dicte seminarios o conferencias respecto al tema, ya que esté es fundamental en el desarrollo de otras prácticas de laboratorio, donde se requiera de la utilización de las medidas, llevando a que se disminuyan los errores durante las mediciones.

Por último, es importante y se recomienda que los docentes y los estudiantes se capaciten y se actualicen en el uso de herramientas TIC, ya que de esta manera se permite mejores dinámicas dentro del proceso educativo, para así lograr que los estudiantes se motiven más y por consiguiente mejoren sus resultados frente a los procesos académicos.

## Bibliografía

- Alzate Betancur, N., León, M., Martín Bautista, Y., & Ariza Ariza, L. (2009). La evaluación de las prácticas de laboratorio mediante el uso de uve heurísticas y matrices de valoración. *Tecné Episteme Y Didaxis TED*.  
<https://doi.org/10.17227/01203916.210>
- American Chemical Society (2018). ACS Guidelines and recommendations for teaching middle and high school chemistry. The American Chemical Society
- ASTM E542-01(2012) - Standard practice for calibration of laboratory volumetric apparatus
- Ausubel, D., Novak, J. Y. H. H., & Hanesian, H. (1976). Significado y aprendizaje significativo. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*, 53-106.
- Brooks, JG y Brooks, MG (1999). *En busca de comprensión: el caso de las aulas constructivistas*. ASCD.
- Caballero, Flores, J. & Moreira, M. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 33(68), 76-112.
- Castaños López, S. E. (2019). El trabajo en el laboratorio de química en bachilleratos tecnológicos.
- Chalela-Álvarez, G., & Ávila-Ascanio, L. F. (2021). Semillero de Investigación en Química y Actitud de los Estudiantes Hacia el Laboratorio. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 11(1), 56-61.
- Clavijo Diaz, A. (2002). Fundamentos de química analítica: Equilibrio iónico y análisis químico. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia).
- Correa Carmona, E. E. *Diseño de un proyecto de aula que contribuya al desarrollo de la competencia de razonamiento cuantitativo a partir del uso del cálculo y la*

*estimación en el pensamiento métrico y sistema de medidas* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín)

Crujeiras Pérez, B., & Jiménez Aleixandre, M. (2015). Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. *Enseñanza De Las Ciencias. Revista De Investigación Y Experiencias Didácticas*, 33(1), 63-84.

doi:<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1469>

Daza Pérez, E. P., Gras-Martí, A., Gras-Velázquez, À., Guerrero Guevara, N., Gurrola Togasi, A., Joyce, A., ... & Santos, J. (2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. *Educación química*, 20(3), 320-329.

Dosal, M. A., Pasos, A., Sandoval, R., & Villanueva, M. (2007). Queré, A. 1.1 LA SEGURIDAD EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA. (pp 23-28)

Echarri, F. & Puig I Bager, J. (2005). Aprendizaje significativo y Educación Ambiental: aplicaciones didácticas del museo de ciencias naturales de la Universidad de Navarra. *EDUCACIÓN Y APRENDIZAJE. Proyecto de investigación*, 112, 29-47.

Gallardo, S. C. H. (2007). El constructivismo social como apoyo al aprendizaje en línea. *Apertura*, (7).

Gallego Badillo, R., Pérez Miranda, R., & Figueroa Molina, R. (2010). La matematización de los procesos químicos. Primera parte. *Tecné Episteme Y Didaxis TED*, (27).  
<https://doi.org/10.17227/ted.num27-997>

García Bermejo, J., Colom Valente, F., & Jaramillo Sánchez, J. (2003). Manual del Auxiliar del Laboratorio. MAD.

- Gil Pérez, D., & Valdés Castro, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 0155-163.
- González Álvarez, C. M. (2012). Aplicación del constructivismo social en el aula.
- Harris, DC (2007). *Análisis químico cuantitativo*. Reverté
- Harris, DC (2018). *Análisis químico cuantitativo*. Reverté
- Hernández Sampieri, R. Fernández, C. & Batpista P. (2014). Los métodos mixtos. En Metodología de la investigación. Sexta edición. (pp. 394-466). México DF. México: McGraw-Hill. ISBN: 978-1-4562-2396-0
- Hodson, D. (1992). Assessment of practical work. *Science & Education*, 1(2), 115-144.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(3), 299-313.
- Hodson, D. (1996). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 12, 299-313. ISSN 0212-4521
- Izquierdo, M., Sanmartí, N. y Espinet, M. (1999). “Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de Ciencias Experimentales”. *Enseñanza de las Ciencias*, No. 1, Vol. 17, pp. 45-59
- Landa Cavazos, M. R., & Ramírez Sánchez, M. Y. (2018). Diseño de un cuestionario de satisfacción de estudiantes para un curso de nivel profesional bajo el Modelo de Aprendizaje Invertido. *Páginas de Educación*, 11(2), 153-175.
- Larrazolo, N., Backhoff, E., & Tirado, F. (2013). Habilidades de razonamiento matemático de estudiantes de educación media superior en México. *Revista mexicana de investigación educativa*, 18(59), 1137-1163.

Larrazolo, N., Backhoff, E., & Tirado, F. (2013). Habilidades de razonamiento matemático de estudiantes de educación media superior en México. *Revista mexicana de investigación educativa*, 18(59), 1137-1163.

López Rua, Ana Milena y Tamayo Alzate, Óscar Eugenio (2012). LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 8 (1), 145-166. [Fecha de Consulta 8 de Agosto de 2021]. ISSN: 1900-9895. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134129256008>

Martínez Olvera, W., Esquivel-Gómez, I., & Martínez-Castillo, J. (2014). Aula invertida o modelo invertido de aprendizaje: Origen, sustento e implicaciones. *Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI*, 143-160.

Martínez-Argüello, L. D., Hinojo-Lucena, F. J., & Díaz, I. A. (2018). Aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los Procesos de Enseñanza-Aprendizaje por parte de los Profesores de Química. *Información tecnológica*, 29(2), 41-52.

Mejía, L. S., Abril, J. G., & Martínez, Á. G. (2013). La argumentación en la enseñanza de las ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 9(1), 11-28.

Merla González, A. E., & Yáñez Encizo, C. G. (2016). El aula invertida como estrategia para la mejora del rendimiento académico. *Revista mexicana de bachillerato a distancia*, 8(16), 68-78.

Ministerio de Educación Nacional (MEN). República de Colombia. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas. Potenciar el pensamiento matemático: ¡un reto escolar!*

- Ministerio de Educación Nacional. República de Colombia. Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales (2004). Primera edición. (pp.13) Colombia. MEN. ISBN: 958-691-185-3.
- Moreira, M. A. (2012). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? *Qurrriculum: Revista de Teoría, Investigación y Práctica Educativa*, (25), 29-56.
- Moreira, M. A. (2017). Aprendizaje significativo como un referente para la organización de la enseñanza. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 11(12).
- Murillo, J. (2011). Métodos de investigación de enfoque experimental. Recuperado el 2.
- Organización para la cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) (2015). *PISA 2015, Draft science framework*. Recuperado de [http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft PISA 2015 Science Framework.pdf](http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework.pdf)
- Ortega, R. A. M. (2016). AULA INVERTIDA: ROMPIENDO LOS PARADIGMAS TRADICIONALES. *Revista de Investigación, Formación y Desarrollo: generando productividad institucional.*, 4(1), 6-6.
- Payer, M. (2005). Teoría del constructivismo social de Lev Vygotsky en comparación con la teoría Jean Piaget. *Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela*.
- PÉREZ, R. C. (2005). ELEMENTOS BÁSICOS PARA UN CONSTRUCTIVISMO SOCIAL. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 23, 43-61.
- Pérez, V. H. C., Echeverri, L. F., & Zarrazola, E. (2017). Objetos matemáticos sensibles y objetos Matemáticos inteligibles. *Estudios de Filosofía*, (55), 187-205.
- Prieto Martín, A. (2017). *Flipped Learning: aplicar el modelo de aprendizaje inverso* (Vol. 45). Narcea Ediciones.
- Quintana, E. G. (2008). Técnicas e instrumentos de observación de clases y su aplicación en el desarrollo de proyectos de investigación reflexiva en el aula y de autoevaluación del proceso docente. In *La evaluación en el aprendizaje y la*

- enseñanza del español como lengua extranjera/segunda lengua: XVIII Congreso Internacional de la Asociación para la Enseñanza del Español como lengua Extranjera (ASELE): Alicante, 19-22 de septiembre de 2007 (pp. 336-342). Servicio de Publicaciones.
- Ramos Mejía, A. (2020). Enseñar Química en un mundo complejo. *Educación química*, 31(2), 91-101.
- Ramos R., M., & Muñoz, L. (2015). La enseñanza de la química ambiental: Una propuesta fundamentada en la controversia científica y la resolución de problemas. *Tecné Episteme Y Didaxis TED*, 38(38). <https://doi.org/10.17227/01203916.3791>
- Restrepo, G. (2005). Química matemática y la Universidad de Pamplona. *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 3(1), 61-76.
- Rivero-Guerra, A. O. (2018). Práctica de Laboratorio de Granos de Almidón en un Curso de Botánica General: una Experiencia de Clase Invertida. *Formación universitaria*, 11(1), 87-104.
- Rodríguez, N. C., Navarro, M. Á. M., González, L. C. C., Yáñez, J. C., Liñán, M. M., Muñoz-Catalán, M. C., ... & Moriales, F. L. (2016). Construcción de conocimiento sobre características de aprendizaje de las Matemáticas a través del análisis de vídeos. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, (9).
- Rua, A. M. L., & Alzate, Ó. E. T. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 8(1), 145-166.
- Rúa, D. P., Zapata, M. E. C., & Ríos, S. L. (2019). Evolución de los esquemas en futuros maestros de ciencias naturales a partir de una actividad experimental sobre ondas sonoras. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31, 569-577.



- Salazar Jiménez, J. C. (2019). *Aula invertida como metodología educativa para el aprendizaje de la química en educación media* (Doctoral dissertation, Universidad de la Costa).
- Sampieri, R. H. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill México.
- Sánchez, I. R. (2012). Evaluación de una Renovación Metodológica para un Aprendizaje Significativo de la Física. *Formación universitaria*, 5(5), 51-65.
- Sangrà, A., & Sanmamed, M. G. (2004). *La transformación de las universidades a través de las TIC: discursos y prácticas*. Editorial UOC.
- Santiago, R., & Bergmann, J. (2018). Aprender al revés. *Flipped Classroom 3.0 y Metodologías activas en el aula*.
- Skoog, D. A., & West, D. M. (1985). *Introducción a la química analítica*. Reverté.
- Skoog, D., Holler, J., & West, H. (2015). Fundamentos de química analítica (Novena edición ed.). *México: CENGAGE Learning*.
- Vargas, M. A. (2015). Practica de Laboratorio Calibración de Material Volumétrico. Recuperado de <https://idoc.pub/documents/informe-calibracion-material-volumetrico-3no7mr1v13ld>
- Vázquez, A. (2004). Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación en la Formación de Docentes en Educación CTS en el contexto del siglo XX. *Uni-pluri/versidad*, 14(2), 37-49.

## Anexo 1

## Prueba escrita sobre calibración de material volumétrico (Pretest)

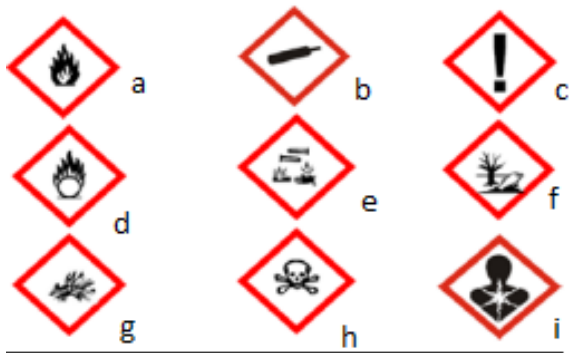
Apellidos y nombres: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_/\_\_/\_\_/100\_\_ Curso:

Lee el texto y, con base en él, responde las preguntas 1,2 y 3

*El científico inglés William Thomson Kelvin (1824-1907) resumió la importancia de la medición como parte esencial del desarrollo de la ciencia, en el siguiente comentario: "Con frecuencia digo que cuando se puede medir y expresar con números aquello sobre lo cual se está hablando, se sabe algo del tema; pero cuando no se puede medir, es decir, cuando no es posible expresarlo con números, el conocimiento es insuficiente".* Tomado de: Slisko, J. (2005).

1. ¿Todo se puede medir? Respalda tu respuesta con dos o más argumentos
2. ¿Por qué son tan importantes las mediciones para los científicos?
3. ¿Qué se mide en química?
4. En tu concepto, ¿Por qué fue necesario proponer unidades de medida universales?
5. Identifique la relación correcta con el pictograma

### PICTOGRAMAS EN EL SGA

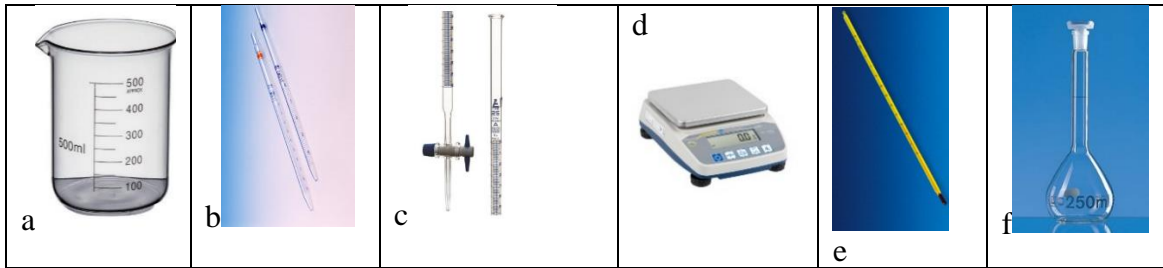


- A. Explosivo
- B. Inflamable
- C. Oxidante
- D. Gas Presurizado
- E. Corrosivo.
- F. Veneno o peligro de muerte.
- G. Irritante.
- H. Peligro para la Salud, Mutagénico, Cancerígeno,
- I. Dañino para el ambiente.

**Fuente:** (Naciones Unidas, 2011)

6. De los siguientes elementos y presentación personal cuales son los adecuados para ingresar al laboratorio de química:
  - a. Guantes de látex, bata, monogafas, casco, cabello recogido
  - b. Tapabocas, guante de nitrilo, monogafas, cabello recogido, bata, zapato cerrado
  - c. Tapabocas, guante de látex, monogafas, cabello recogido, bata, zapato cerrado
  - d. Tapabocas, guante de nitrilo, monogafas, cabello recogido, bata

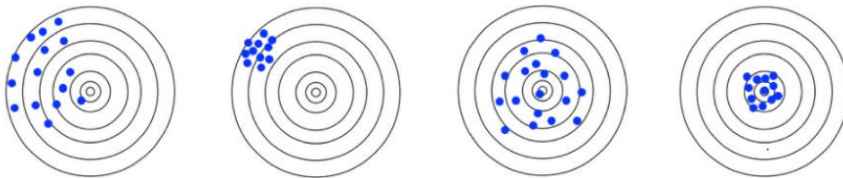
7. Identifique cuáles de los siguientes diagramas corresponden a: una bureta, una pipeta, matraz, vaso de precipitado, balanza y termómetro; e escriba que propiedad de la materia se puede medir con cada uno de ellos



8. Como sería la forma correcta de expresar el número 123000000 en notación científica:

- $123 \times 10^6$
  - $12,3 \times 10^5$
  - $1,23 \times 10^8$
  - $1230 \times 10^5$
9. Al realizar la suma de los siguientes términos, haciendo el arreglo de las cifras significativas, y asumiendo que la última cifra es incierta, es:
- $$1,606 + 0,0589 + 2,7338 + 10,81$$
- 15,2087
  - 15,21
  - 15,208
  - 15,209

10. De las siguientes dianas, cuáles definen mejor la precisión y la exactitud



## Anexo 2

Prueba escrita sobre calibración de material volumétrico (Pos test)

Fuente: Clavijo (2002) Adaptado por: Pachón (2020)

Apellidos y nombres: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_/\_\_/\_\_/\_ Curso: 100\_\_

En la calibración de una pipeta volumétrica de 25,00 mL Clase A, a 22°C, se realizaron cinco medidas y los pesos aparentes de agua en gramos fueron:

24,928; 24,948; 24,887; 24,909; 24, 958

Valor verdadero: 25,00 mL  $\pm$ 0,03 mL

Para los anteriores resultados:

- a. Calcule la media
- b. Calcule la desviación promedio
- c. Calcule la desviación estándar
- d. Exprese los resultados con su incertidumbre con límites de confianza del 95% y 50 %
- e. ¿Entiende usted que los resultados son precisos y exactos? Explique
- f. ¿Qué tipo de errores se presentaron durante el análisis?

## Anexo 3

Formato de observación, teniendo como base las actividades propuestas de aula invertida

FORMATO DE OBSERVACIÓN EN EL AULA	
Registro No: _____	Fecha: _____
Grupo: _____	Observador: _____
Objetivo de la actividad: _____	
DESCRIPCIÓN DE LO OBSERVADO	
Propuesta didáctica del(a) docente para el desarrollo de la actividad	
Participación de los estudiantes durante el desarrollo de las actividades	
Motivación de los estudiantes frente a la temática	
Participación de los estudiantes en las prácticas de laboratorio	

## Anexo 4

## PRACTICA 1: CALIBRACIÓN DE MATERIAL VOLUMÉTRICO

Apellidos y nombres: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_/\_\_/\_\_/\_\_ Curso: 100\_\_

**OBJETIVOS**

1. Sensibilizar y concienciar a los estudiantes sobre la importancia de una correcta medición en el laboratorio
2. Familiarizar a los estudiantes en la calibración de material volumétrico
3. Obtener habilidad en el manejo del material de medición volumétrico
4. Realizar cálculos para determinar las incertidumbres de lectura del material volumétrico.
5. Realizar análisis de los datos obtenidos y conclusiones respecto a la incertidumbre y la calibración del material volumétrico.

**Calibración de pipetas**

Para obtener el volumen calibrado a partir de la masa de agua es importante tener en cuenta que:

1. la densidad del agua varía con la temperatura
2. el volumen del recipiente de vidrio varía con la temperatura
3. el agua que llena el recipiente se pesa en aire

En la tabla siguiente se muestra el factor necesario para calcular el volumen calibrado a diferentes temperaturas; en ella se han considerado las correcciones debidas tanto el empuje del aire como el efecto de la temperatura en la densidad del agua y en la dilatación térmica del vidrio a diferentes temperaturas.

Tabla 1 para la corrección de volúmenes, para pesas de densidad,  $d_s = 7,7 \text{ g/cm}^3$ .

t °C	$d_{\text{H}_2\text{O}}$	B/d
18	0,998595	1,00244
19	0,998405	1,00263
20	0,998203	1,00283
21	0,997992	1,00304
22	0,997770	1,00327
23	0,997538	1,00350
24	0,997296	1,00374
25	0,997044	1,00400
26	0,996783	1,00426
27	0,996512	1,00453
28	0,996232	1,00482

Tomado de Clavijo 2002

**Procedimiento (Autor: Dr. Alfonso Clavijo Diaz)**

- Pesar un recipiente vacío (matraz aforado de 25 o 50 mL) limpio y seco (en su exterior) provisto de su tapón correspondiente.
- Transferir al matraz previamente pesado un volumen exacto con la pipeta aforada y pesar.



## Anexo 5

## PRACTICA 1: CALIBRACIÓN DE MATERIAL VOLUMÉTRICO

Apellidos y nombres: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_/\_\_/\_\_/\_\_ Curso: 100\_\_

**OBJETIVOS**

1. Sensibilizar y concienciar a los estudiantes sobre la importancia de una correcta medición en el laboratorio
2. Familiarizar a los estudiantes en la calibración de material volumétrico
3. Obtener habilidad en el manejo del material de medición volumétrico
4. Realizar cálculos para determinar las incertidumbres de lectura del material volumétrico.
5. Realizar análisis de los datos obtenidos y conclusiones respecto a la incertidumbre y la calibración del material volumétrico.

**Calibración de buretas**

Para obtener el volumen calibrado a partir de la masa de agua es importante tener en cuenta que:

1. la densidad del agua varía con la temperatura
2. el volumen del recipiente de vidrio varía con la temperatura
3. el agua que llena el recipiente se pesa en aire

En la tabla siguiente se muestra el factor necesario para calcular el volumen calibrado a diferentes temperaturas; en ella se han considerado las correcciones debidas tanto el empuje del aire como el efecto de la temperatura en la densidad del agua y en la dilatación térmica del vidrio a diferentes temperaturas.

Tabla 1 para la corrección de volúmenes, para pesas de densidad,  $d_s = 7,7 \text{ g/cm}^3$ .

t °C	$d_{\text{H}_2\text{O}}$	B/d
18	0,998595	1,00244
19	0,998405	1,00263
20	0,998203	1,00283
21	0,997992	1,00304
22	0,997770	1,00327
23	0,997538	1,00350
24	0,997296	1,00374
25	0,997044	1,00400
26	0,996783	1,00426
27	0,996512	1,00453
28	0,996232	1,00482

Tomado de Clavijo 2002

**Procedimiento (Autor: Dr. Alfonso Clavijo Diaz)**

- Pesar un recipiente vacío (matraz aforado de 25 o 50 mL) limpio y seco (en su exterior) provisto de su tapón correspondiente.



- Colectar el volumen desalojado (5,00 mL si la bureta es de 25,00 mL; o 10,00 mL si la bureta es de 50,00 mL), en el recipiente pesado previamente y pesar en la balanza analítica con una aproximación a 0,0001g.
- Continuar la pesada de los volúmenes desalojados (exactamente) por la bureta, en porciones de 1/5 del volumen nominal.
- Consultar la Tabla correspondiente, para realizar la conversión del peso determinado en función del volumen real.
- Determine el volumen exactamente desalojado con su incertidumbre. Compare con la tolerancia reportada por la casa matriz.
- En una hoja de papel milimetrado, graficar la corrección de los volúmenes para cada uno de los intervalos medidos con la bureta a calibrar y la corrección total compararla con la tolerancia.
- Completar la información de la tabla 2

Tabla 2: resultados de calibración de la bureta

<b>Intervalo</b>	<b>Lectura mL</b>	<b>Diferencia en las lecturas</b>	<b>Peso g</b>	<b>Diferencia en peso</b>	<b>Volumen vertido mL</b>	<b>Correc. mL</b>	<b>Correc. total</b>
40-50							
30-40							
20-30							
10-20							
0-10	10,07	10,02	41,2361	9,9805	10,01	+ 0,01	+ 0,01
Inicial	0,05		31,2556				

Anexo 6: Encuesta tipo Likert para medir el grado de satisfacción de los estudiantes frente al uso de la metodología aula invertida

**Encuesta de satisfacción de los estudiantes frente al uso de la metodología aula invertida**

A continuación, se presentarán una serie de afirmaciones, por favor lea cuidadosa y atentamente cada una, después escoja la opción que crea más adecuada, de acuerdo con el grado su grado de satisfacción teniendo en cuenta la siguiente escala:

(1) Totalmente en desacuerdo (2) En desacuerdo (3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo (4) De acuerdo (5) Totalmente de acuerdo

Los resultados de esta encuesta serán utilizados para trabajos investigativo, por este motivo su identidad será protegida.

No	AFIRMACIÓN	1	2	3	4	5
1	Me siento motivado a participar en clase después de consultar el material multimedia o impreso.					
2	Me gusta ver las explicaciones en videos.					
3	Considero que la metodología de aula invertida me ayuda a desarrollar habilidades que pondré en práctica en mi vida profesional.					
4	Considero que puedo participar asertivamente en clases presenciales, después de consultar el material multimedia.					
5	Considero que el aula invertida me da más oportunidades de participar y colaborar en los trabajos en grupo.					
6	Pienso que los materiales multimedia contribuyen a mi aprendizaje de la química.					
7	Creo que la metodología de aula invertida favorece la comunicación entre el docente y los estudiantes.					
8	Siento que mi comprensión sobre las prácticas de laboratorio es mejor cuando utilizo la metodología de aula invertida.					
9	Considero que, bajo la metodología de aula invertida, mejoro mi comprensión sobre la calibración de instrumentos de laboratorio					
10	Aprendí más sobre la importancia de la medición en la química, a través del uso de material multimedia e impreso.					
11	Lleve correctamente a la práctica lo aprendido durante el desarrollo de las clases utilizando la metodología de aula invertida.					
12	Después de revisar material multimedia, realice con más facilidad las actividades propuestas por el docente.					
13	Me siento seguro realizando las mediciones en el laboratorio, debido al uso de la metodología de aula invertida.					
14	Me gustaría que más asignaturas utilizaran la metodología de aula invertida.					
15	Con el modelo de aula invertida me es más fácil expresar mis dudas y opiniones.					
16	Siento que aprendo más cuando utilizo el modelo de aula invertida (material multimedia, lecturas cortas, actividades de aprendizaje activo y colaborativo en clase), en comparación con las clases tradicionales.					

17	Después de revisar el material multimedia o impreso sugerido por el docente, hago uso más eficiente de mi tiempo resolviendo las actividades en clase presencial.					
18	En general me gusto trabajar la temática de calibración de material volumétrico bajo la metodología de aula invertida.					

Fuente: Landa y Ramírez (2018) Adaptado por: Pachón (2020)