UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# Enseñanza del Concepto de Ley de Velocidad a Estudiantes de Grado Once a Partir de Actividades Experimentales con Base en el Método de Aprendizaje Activo (MAA)

Óscar Alejandro Hinestroza Gutiérrez

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Bogotá, Colombia

2016

# Enseñanza del Concepto de Ley de Velocidad a Estudiantes de Grado Once a Partir de Actividades Experimentales con Base en el Método de Aprendizaje Activo (MAA)

Lic. Óscar Alejandro Hinestroza Gutiérrez

Trabajo final presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Director: Manuel F. Molina C., *M. Sc*.

Profesor Asociado. Departamento de Química

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Bogotá, Colombia

2016

***Dedicatoria***

***A mi esposa.***

*Sandra Milena Duitama, gracias por ser mi compañera en esta ardua empresa, por tu paciencia, aporte científico y sobre todo por el amor que me das todos los días; el cual es el pilar en el que a diario me sostengo para seguir adelante.*

**Cita del Director:**
*El maestro es un transformador de vidas, por eso aplica la máxima del Maestro: "trata a los demás como quieras que te traten a ti" (Jesús de Nazaret, Mateo 7:12).*

***Agradecimientos***

*Especial agradecimiento al profesor M.Sc. Manuel Fredy Molina, quien dirigió con paciencia y dedicación el presente trabajo; por su motivación constante y sugerencias oportunas, para que el presente proyecto de investigación cumpliese con los objetivos y metas propuestas.*

*A los docentes de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, por las enseñanzas tanto disciplinares como didácticas, ya que gracias a éstas he podido transformar significativamente mi labor docente.*

*Por último a mis compañeros de la maestría, con quienes tuve la oportunidad maravillosa de cursar estos estudios.*

# Resumen

En el presente trabajo se muestran los resultados del estudio realizado en el Colegio San Mateo Apóstol de la ciudad de Bogotá, en el que se implementaron actividades experimentales usando metodología de aprendizaje activo para la enseñanza-aprendizaje del concepto de ley de velocidad química (MAA).

Con el propósito de identificar el impacto de la implementación de la metodología de aprendizaje activo en los estudiantes, se analizaron las variables: *Nivel de aprendizaje y actitudes hacia la química*. Usando ANOVA de un solo factor, los resultados mostraron que el grupo de intervención presenta una tendencia hacia una mejor adquisición de los conceptos científicos relacionados con la velocidad de la reacción que el grupo control; respecto a la actitud hacia la química las diferencias son significativas, lo que permitió evidenciar que el método de aprendizaje activo permite un cambio al positivo en el grupo de intervención.

**Palabras clave:** Aprendizaje activo, velocidad de reacción, actitudes, experimentos, química.

# Abstract

This project presents the results of the study taken at Colegio San Mateo Apóstol of Bogotá (Colombia), in which experimental activities were implemented using active learning methodology for teaching and learning the concept of law chemical rate.

In order to identify the impact of the implementation of the methodology of active learning in students, the following variables were analyzed: *Level of learning and attitudes toward chemistry*. Using ANOVA single factor, the results showed that the intervention group has a tendency towards a better understanding of scientific concepts related to the rate of reaction than the control group; regarding the attitude towards chemistry differences are significant, which allowed evidence that the active learning method producing a positive change in the intervention group.

**Keywords:** Active learning, reaction speed, attitudes, experiments, chemistry.

# Contenido

**Pág.**

**Resumen**.....5

**Lista de tablas**.....11

**Lista de figuras**.....12

1. **Introducción**.....13

1.1. Planteamiento del problema.....16

1.2. Hipótesis.....17

1.3. Contexto institucional.....18

2. **Objetivos**.....19

2.1. Objetivo General.....19

2.2. Objetivos Específicos.....19

**3. Capítulo 1. Aspectos Epistemológicos e Históricos**.....20

3.1. Aspectos epistemológicos.....20

3.1.1. Modelo centrado en las fuerzas.....21

3.1.2. Modelo centrado en las velocidades.....21

3.1.3. Modelo centrado en la energía.....22

3.2. Aspectos históricos.....23

**4. Capítulo 2. Aspectos disciplinares del concepto de Ley de velocidad y Velocidad de reacción**.....25

4.1. Cinética química.....25

4.2. Ley de velocidad.....27

4.2.1. Determinación de la ley de velocidad.....29

4.2.2. Ley de velocidad para reacciones elementales……..…..30

4.2.2.1. Reacciones de orden cero……..……..…..31

4.2.2.2. Reacciones de primer orden……..…..…..…31

4.2.2.3. Reacciones de segundo orden……...…..……..34

4.2.2.4. Vida media…….…….35

**5. Capítulo 3. Propuesta didáctica**……..……..……36

5.1. Método de Aprendizaje Activo (MAA)……..……..37

5.1.2. Aspectos de la enseñanza implícitos en los métodos de aprendizaje activo……..……..……38

5.2. El experimento en Química……..……..……39

5.3. Secuencia didáctica……..……..……44

5.3.1. Modelo de secuencia para la enseñanza en métodos de aprendizaje activo……..……..…44

5.4. Marco Metodológico……..……....47

5.4.1. Instrumentos……..……49

5.4.1.1. Instrumento test de conocimientos relativos a cinética química……..……..…49

5.4.1.2. Test de actitudes hacia la química…….....51

5.4.2. Actividades experimentales basadas en el Método de Aprendizaje Activo……..……....52

5.4.2.1. Actividad No 1: El cambio multicolor……..……..53

5.4.2.2. Actividad No 2: La espuma ascendente……...……..54

5.4.2.3. Actividad No 3: Burning candles……..……..…54

**6. Resultados y Discusión**……..……..……..…..56

6.1. Resultados respecto a las actitudes hacia la química……..……56

6.1.1. Prueba de normalidad de los datos obtenidos pre-test…….56

6.1.2. ANOVA pre-test para la variable actitud hacia la química.....57

6.1.3. Prueba de normalidad de los datos obtenidos post-test…....58

6.1.4. ANOVA post-test para la variable actitud hacia la química...58

6.2. Resultados nivel de aprendizaje del concepto de ley de velocidad química……...……59

6.2.1. Prueba normalidad de los datos obtenidos pre-test……....59

6.2.2. ANOVA pre-test para la variable nivel de aprendizaje del concepto del ley de velocidad de reacción….....60

6.2.3. Prueba de normalidad de los datos obtenidos post-test……..60

6.2.4. ANOVA post-test para la variable nivel de aprendizaje del concepto de ley de velocidad…….....60

**6.3. Discusión**……...…62

**6.4. Recapitulación: cumplimiento de los objetivos**……..……..64

**7. Conclusiones y Recomendaciones**……..……..…….....66

7.1. Conclusiones……..…….....66

7.2. Recomendaciones……...…….....67

**8. Bibliografía**……...69

**Anexos**

**Anexo A:** Instrumento test de conocimientos relativos a cinética química……74

**Anexo B:** Escala de valoración por jueces del instrumento test de conocimientos relativos a cinética química……..……79

**Anexo C:** Cuestionario de actitudes relacionadas hacia la química……...81

**Anexo D:** Hoja de Predicciones: El cambio Multicolor……..83

**Anexo E:** Guía de la práctica No.1: El Cambio Multicolor……..…85

**Anexo F:** Hoja de Predicciones: La espuma ascendente……...……..88

**Anexo G**: Guía de la práctica No.2: La Espuma Ascendente……..…89

**Anexo H:** Hoja de Predicciones: Burning Candles……..……..……93

**Anexo I**: Guía de la práctica No.3: Burning Candles……..94

# Lista de tablas

**Pág.**

**Tabla 4.1.** Expresión de vida media para orden de reacción cero, uno y dos……34
**Tabla 4.2.** Leyes de velocidad para reacciones de orden cero, uno y dos……35
**Tabla 5.1.** Valores en que se apoya la enseñanza experimental de la química....41
**Tabla 5.2.** Metas de comprensión para la Actividad No.1.....53
**Tabla 5.3.** Metas de comprensión para la Actividad No. 2.....54
**Tabla 5.4.** Metas de comprensión para la Actividad No.3.....55
**Tabla 6.1.** Prueba de normalidad de datos para el pre-test variable actitud hacia la química……..……57
**Tabla 6.2.** ANOVA de un factor de los datos obtenidos en el pre-test para evaluar la variable: actitud hacia la química……..……...……57
**Tabla 6.3.** Prueba de normalidad de datos para el post-test variable actitud hacia la química……...……58
**Tabla 6.4.** ANOVA de un factor de los datos obtenidos en el post-test para evaluar la variable: actitud hacia la química.....59
**Tabla 6.5.** Prueba de normalidad de datos para el pre-test variable nivel de aprendizaje del concepto de ley de velocidad química……...……59
**Tabla 6.6.** ANOVA de un factor de los datos obtenidos en el pre-test para evaluar la variable nivel de aprendizaje del concepto de ley de velocidad química.....60
**Tabla 6.7.** Prueba de normalidad de datos para el post-test variable nivel de aprendizaje del concepto de ley de velocidad química……..……61
**Tabla 6.8.** ANOVA de un factor de los datos obtenidos en el post-test para evaluar la variable nivel de aprendizaje del concepto de ley de velocidad química…….....61
**Tabla 6.9.** Cumplimiento de objetivos……..64

# Lista de figuras

**Pág.**

**Fig. No.4.1.** Curva de concentración de producto en función del tiempo para una reacción: A + B ⟶ C……..26

**Fig. No. 4.2.** Gráfico del cambio de la concentración en función del tiempo en una reacción de orden cero……..31

**Fig. No. 4.3.** Gráfico del cambio de la concentración en función del tiempo en una reacción de primer orden……..32

**Fig. No. 4.4.** Gráfico del cambio del recíproco de concentración en función del tiempo en una reacción de segundo orden……...34

**Figura 5.1.** Secuencia didáctica para el desarrollo de actividades experimentales basadas en el Método de Aprendizaje Activo MAA ……45

**Gráfico 6.1.** Medias respecto a la variable actitud hacia la química pre-test…....57

**Gráfico 6.2.** Medias respecto a la variable actitud hacia la química post-test.....59

**Gráfico 6.3.** Medias respecto a la variable nivel de aprendizaje del concepto de ley de velocidad química. Pre-test……..60

**Gráfico 6.4.** Medias respecto a la variable nivel de aprendizaje del concepto de ley de velocidad química. Post-test……62

# 1. Introducción

La educación en ciencias tiene como objetivo mejorar la comprensión conceptual de los estudiantes tal manera que puedan realizar actividades complejas en el análisis y explicación de diferentes fenómenos científicos (Kaya & Geban, 2012). Se plantea en el presente proyecto el diseño e implementación de estrategias experimentales, con base en *métodos de aprendizaje Activo* (**MAA**); se consideró el concepto ley de velocidad química como tema disciplinar, el cual se aborda en la unidad temática de cinética química. La enseñanza de este concepto tiene relación con el estándar para educación media en Colombia:

> *"Relaciono la estructura de las moléculas orgánicas e inorgánicas con sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de cambio químico (MEN, 2004)"*.

Este tema se aborda en el primer trimestre de grado once en la asignatura de química en el Colegio San Mateo Apóstol de la ciudad de Bogotá.

El estudio de la velocidad a la que transcurren las reacciones químicas tiene aplicaciones numerosas tales como las que permiten dar solución a problemas de contaminación ambiental, los procesos de biotecnológicos que permiten conservar alimentos por mayores lapsos de tiempo, al analizar la cinética química de la descomposición de estos por causa de los microorganismos, la estabilidad de un medicamento entre otros.

Para citar un ejemplo, en la síntesis industrial de sustancias; las velocidades de reacción son tan importantes como las constantes de equilibrio. El equilibrio

químico indica la máxima cantidad de producto que puede obtenerse a partir de los reactivos a una temperatura y presión dadas, pero si la velocidad de reacción es muy baja la obtención industrial de dicho producto no será rentable.

Ley de velocidad es un tema crucial para el estudio de la cinética química, pero se ha encontrado que el aprendizaje de los conceptos, modelos y leyes que la explican, causan cierto temor y poco interés por estudiantes de secundaria (Adesoji & Ibraheem, 2009), por lo cual surge el interés de desarrollar métodos de enseñanza con base en estrategias didácticas siguiendo la metodología de MAA, que le permitan al estudiante construir las representaciones mentales necesarias para comprender, pues es él quien a partir de una situación problemática propuesta, observa, obtiene la información necesaria, formula predicciones, discute, socializa y reflexiona continuamente de esta vivencias en clase, para proponer explicaciones posibles y relacionarlas con las temáticas abordadas en las sesiones de clase, de tal forma que pueda contextualizar sus nuevos aprendizajes, siendo flexible en el uso de estos en su vida académica y cotidiana.

Se revisaron trabajos donde aborda la enseñanza experimental de cinética química o el uso metodologías de aprendizaje activo y experimental, para la enseñanza de conceptos relacionados con cinética química. En el año 2002 se publica el libro Química: Métodos activos de enseñanza y aprendizaje por Yuri Orlik, en donde resalta la importancia de los métodos experimentales con base en un modelo constructivista. En 2006 José Sánchez Piso en su tesis de doctorado (Universidad de Santiago de Compostela) “Cinética química en la enseñanza secundaria”, propone una didáctica que involucra experimentos químicos,

utilizándolos como instrumentos para la enseñanza en la búsqueda de aprendizaje significativo. En el año 2012, Kaba y Geban estudiaron los efectos del cambio conceptual en estudiantes de grado 11, de los conceptos relacionados con velocidad de reacción a partir de demostraciones de carácter experimental.

Del concepto de *Ley de Velocidad*, se describe en su desarrollo histórico–epistemológico y su formulación teórica, reconociendo así los aspectos que llevaron a su construcción; para posteriormente diseñar 3 actividades experimentales que se implementaron en las sesiones de clase como herramienta didáctica en MAA para la enseñanza- aprendizaje de tal concepto.

El presente proyecto se desarrolló usando la metodología de investigación-acción. La población participante corresponde a dos cursos de grado once a los que para fines prácticos se les consideró como grupo de intervención (GI) y grupo de control (GC); en el proceso se obtuvieron datos a los cuales se les realizó ANOVA de un solo factor con el propósito de identificar, si se presenta diferencias significativas en la comprensión de los conceptos abordados y la actitud de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de ley de velocidad química al usar MAA. Para esto se aplicaron dos instrumentos "pre y post"; test de conocimientos relativos a cinética química (TCRCQ), con el cual identificó el nivel de comprensión de los conceptos que abarca el tema; el segundo instrumento corresponde al Test de actitudes hacia la química (TAHQ), el cual permitió identificar actitudes de los estudiantes hacia la química, cuando éstos son involucrados en la construcción del

conocimiento activamente mediante actividades que favorezcan el desarrollo de sus habilidades investigativas.

## 1.1. Planteamiento del problema

Velocidad de reacción es un tema altamente estructurado del plan de estudios de química para la educación media. Por lo tanto, la comprensión de los conceptos relacionados a la velocidad de reacción y factores que la afectan tiene un papel clave en el aprendizaje de la química (Kaya & Geban, 2012). Sin embargo, es quizás la unidad temática de la asignatura de química que menos profundización tiene en los currículos escolares en la educación media; este tema se suele abordar de una manera superficial, ya sea por falta de fundamentación de los estudiantes en conceptos previos a este tema tales como los relacionados con los cambios energéticos asociados a las reacciones químicas y la estequiometría de reacción, o por considerarse irrelevante para la formación en química de los estudiantes en la etapa de la educación media.

Así mismo las estrategias didácticas disponibles para la enseñanza los conceptos de esta unidad son escasas ya que en su mayoría se limitan a prácticas de laboratorio, simuladores o a estudiar la problemática del aprendizaje de este tema como una parte integrante del tema de equilibrio químico (Sánchez Piso et al., 2001).

Debido a lo anterior surge la necesidad de desarrollar con base en MAA, actividades experimentales que estimulen a los estudiantes a participar para aprender significativamente, propiciando el desarrollo en ellos de habilidades

para el planteamiento de hipótesis, a indagarse sobre los fenómenos observados, a hacer predicciones, realizar experimentos y compartir los resultados de los mismos con sus compañeros, tal como sucede en el desarrollo del trabajo científico.

## 1.2. Hipótesis

Al surgir el presente problema de investigación se planteó la siguiente hipótesis de trabajo:

*"La implementación de estrategias didácticas experimentales basadas en el Método del Aprendizaje Activo (**MAA**), facilita el aprendizaje del concepto de ley de velocidad química en estudiantes del Colegio San Mateo Apóstol de la ciudad de Bogotá, generando además, un cambio actitudinal positivo hacia la química por parte de éstos."*

Las variables a considerar con base en lo anterior para describir los cambios conceptuales y actitudinales en la población sujeto de estudio son:

- **Dependientes:**

1- Aprendizaje del concepto de ley de velocidad química

2- Actitud hacia la química

- **Independiente:**

1- La metodología para la enseñanza del concepto de ley de velocidad química con base en el MAA

## 1.3. Contexto institucional

El presente proyecto se implementó en el colegio San Mateo Apóstol el cual se encuentra ubicado en la Calle 215 #50-24 (localidad de suba) en la ciudad de Bogotá. Tiene 47 salones, con una población total de 842 estudiantes en jornada única. El nivel socioeconómico de las familias se encuentra entre el 4 y 6; presta sus servicios educativos hace 32 años a niñas, niños y adolescentes en los niveles de preescolar, básica primaria, básica secundaria y media en la jornada única. La institución se ha caracterizado por presentar un nivel destacado en excelencia académica, ubicándose 11 en el promedio ponderado de pruebas Saber del año 2015 (Ochoa asesorías, 2015) con un nivel muy superior. El Colegio en su proyecto educativo institucional "Semillero de hombres honestos" considera como modelo pedagógico la enseñanza para la comprensión **EpC**, el cual en sus fundamentos considera que el estudiante desarrolle habilidades para:

"Pensar y actuar flexiblemente con lo que saben, yendo más allá de la memoria, la acción y el pensamiento rutinarios". (Perkins, 1999).

# 1. Objetivos

## 2.1. Objetivo General

Diseñar e implementar una estrategia didáctica de carácter experimental para la enseñanza-aprendizaje del concepto de ley de velocidad, con base en el Método de Aprendizaje Activo para estudiantes de grado once del Colegio San Mateo Apóstol de Bogotá.

## 2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Identificar los saberes previos de los estudiantes sobre los conceptos relacionados con Ley de velocidad química
- ✓ Adaptar experimentos en química a los métodos de aprendizaje activo que permitan ilustrar los conceptos de velocidad de reacción y ley de velocidad de reacción
- ✓ Implementar la metodología de método de aprendizaje activo para la enseñanza el concepto de ley de velocidad
- ✓ Comparar el nivel de los resultados de aprendizaje (logro y actitud frente a la química) del concepto de ley de velocidad química por parte de los estudiantes del grupo de intervención y grupo control, a partir de la implementación de las actividades experimentales basadas en MAA.

# 3. Capítulo 1. Aspectos Epistemológicos e Históricos

## 3.1. Aspectos epistemológicos

Tan importante como puede llegar a ser la comprensión de un concepto particular en ciencias, lo es la idea mental del fenómeno que describe, pues para los estudiantes la imagen mental del mundo natural, se basa en las percepciones sensoriales provenientes de sus experiencias, sin tener en cuenta que estas son filtradas a priori por lo que ya existe en ella (Johnstone et al., 1994).

Básicamente para el estudiante crear una imagen mental de fenómenos que, como en el caso de la química son poco perceptibles debido a sus características microscópicas lo que puede generar barreras que limiten la cognición y contextualización del conocimiento.

Gabel (1998), afirma que las principales dificultades que se presentan en la comprensión del complejo mundo de la química pueden deberse a incomprensiones en las interpretaciones macroscópica y/o microscópica de los fenómenos químicos se relacionan con la falta de conexión entre estos dos niveles de interpretación de la materia. (Citado por Furió 2000, p 300).

Los modelos que se propusieron para explicar cómo la materia se transforma y su relación con el tiempo se basaban en el tipo de interacción a la que se le sometía; Aristóteles concebía la idea de que la las trasformaciones en la naturaleza se producían con diferente rapidez (citado por Justi & Gilbert. 1999).

En el medioevo, la rapidez se asociaba a la facilidad con que cambiaba cierta sustancia, es decir, cuanto más fácilmente una sustancia se transforma en otra, más rápido se produce este proceso. Este punto de vista corresponde a las observaciones relacionadas con los cambios físicos y los cambios de compuestos inorgánicos.

Con base en la revisión del trabajo de Raviolo (2007) donde se plantean modelos con base en el equilibrio químico; se considera su pertinencia en el presente trabajo debido a que explican la evolución histórica del concepto de velocidad de reacción química.

### 3.1.1. Modelo centrado en las fuerzas

Este modelo incluye los estudios que investigaron las fuerzas químicas dentro de un paradigma mecánico. Se distingue en este modelo:

- Afinidades electivas: las fuerzas de atracción y repulsión dependen sólo de la naturaleza de las sustancias (p. ej.: Bergman, Bufón, Boyle)
- Acción de las masas: las fuerzas son proporcionales a las masas (o masas activas para otros) de las sustancias reaccionantes (p. ej.: Wenzel, Berthollet, Guldberg y Waage, en 1864). De este modo ninguna reacción de desplazamiento es completa, dado que se produce equilibrio entre fuerzas opuestas cuya magnitud depende tanto de la diferencia de afinidades, como de las proporciones relativas.

### 3.1.2. Modelo centrado en las velocidades

Se basa en investigaciones de velocidades de reacción, su igualdad en el equilibrio y la determinación cinética de la constante de equilibrio. La velocidad de reacción es proporcional a las masas activas de las sustancias reaccionantes. En el equilibrio químico, el número de moléculas que se están descomponiendo en un determinado momento es igual al número de moléculas que se están formando como productos de reacción.

### 3.1.3. Modelo centrado en la energía

Se basa en la incorporación de análisis matemático en termodinámica al estudio de las reacciones químicas. Proponen en este modelo dos principios:

1. En su origen se consideró que el calor liberado en un proceso químico, era una medida de la afinidad química. Allí el estado de equilibrio se logra cuando un sistema químico produce un trabajo máximo y alcanza un potencial energético mínimo.
2. Con la introducción de una nueva función termodinámica, la entropía, por parte de Clausius en 1865. El estado de equilibrio se logra cuando un sistema químico alcanza un potencial termodinámico (no energético) mínimo. Es decir, un sistema está en equilibrio cuando su energía libre (transformación a presión y temperatura constante) tiene el valor mínimo. Con base en este principio, se consideró las reacciones químicas como procesos en los cuales hay dependencia directa de la velocidad de reacción con la temperatura.

## 3.2. Aspectos históricos

La primera idea sistemática sobre el tiempo en las reacciones químicas fue formulada por Wenzel. En 1777 publicó la teoría las afinidades de sustancias, en el que describía algunas mediciones de los índices de la disolución de los metales en los ácidos. Se encontró que la velocidad a la que se disolvían los metales dependía de concentración y la naturaleza del ácido. A medida que su objetivo era estimar las afinidades químicas, él llegó a la conclusión de que la afinidad de las sustancias a un disolvente común era inversa al momento de la disolución (Quílez p.9, 2004). Sin embargo los hallazgos Wenzel no atrajeron la atención de los contemporáneos, y su trabajo fue olvidado debido a que el interés de la época estaba orientado hacia el descubrimiento de nuevos compuestos, y tenía mucho interés en interpretar el comportamiento químico en términos de cualquier tipo de teoría conceptual (Quílez,2004).

El desarrollo de las teorías que explicaron las *ley de la cinética química* tiene sus inicios en 1850 con Ludwig Wilhelmy quien estudió la inversión de la sacarosa por acción catalítica de algunos ácidos inorgánicos, donde se tuvo en cuenta el tiempo como factor. Posteriormente J.H Van´t Hoff en 1884 desarrolla las bases de la cinética química en un trabajo llamado “Estudios de dinámica química”, donde describe el equilibrio químico como el estudio de reacciones inversas con diferente velocidad de reacción, tomando como base los estudios de Marcellin Berthelot y Péan de Saint-Gilles quien establece que la velocidad de la reacción en cualquier tiempo era proporcional al producto de la concentración remanente de los dos reactivos.

Por otra parte los estudios sobre catálisis se desarrollan gracias a aportes que realizó Ostwalt en 1890 introduciendo la idea de energía de activación. Ese mismo año Mentchtkine publica en sus trabajos la influencia del medio en la velocidad de reacción. Cabe resaltar que Van´t Hoff en su publicación indica que existen colisiones entre moléculas (aunque no resalta la importancia de los choques moleculares), estableciendo además, ecuaciones para reacciones simples, inversas, paralelas y en serie. Siendo los aportes de Van´t Hoff relevantes en la naciente cinética química, a partir de diferentes experimentos algunas teorías postuladas no se cumplían apareciendo gran cantidad de excepciones a sus afirmaciones. Un fenómeno que llamó la atención fue la marcada diferencia entre molecularidad y el orden de reacción. En 1918, Trautz y Lewis cuantificaron la idea mostrando que la rapidez de una reacción era igual a la rapidez de la colisión, por la probabilidad de que la colisión conduzca a la reacción. El modelo resultante se llamó Teoría de colisiones, el cual sigue vigente (Massel, 2001).

En 1927, trabajos realizados por Tolman y posteriormente Kassel en 1932, postularon que el orden de reacción era un parámetro que se determinaba experimentalmente, siendo este un valor que variaba entre cero y tres (tomando expresiones enteras o decimales), sobrepasando excepcionalmente este valor. Los estudios sobre choques moleculares y cinética de gases de Boltzman sirvieron como base para la formulación hecha por Arrhenius en la que la indicaba que la velocidad de reacción era proporcional al número de colisiones entre las moléculas que reaccionaban, postulando que si todos los reactivos alcanzaban la energía de activación, estaban en condiciones de reaccionar. Hinshelwood

relaciona a la constante de velocidad dos factores a considerar: los factores estéricos que "entorpecen" la reacción y la energía de activación.

# 4. Capítulo 2. Aspectos disciplinares del concepto de Ley de velocidad y Velocidad de reacción

## 4.1. Cinética química

La cinética química es el estudio cuantitativo de los sistemas químicos que están cambiando con el tiempo, también comprende el análisis de la velocidad o rapidez con que ocurre una reacción química, los mecanismos de reacciones químicas y los factores que involucrados en este proceso (Atkins et al 2013, p. 235). El concepto de **velocidad de reacción** que actualmente es aceptado por la comunidad científica se conoce como la derivada de la concentración de un reactivo o un producto, respecto al tiempo (Sánchez Piso 2002. p 84), por lo tanto la velocidad instantánea de consumo de los reactivos debe ser igual a la de formación de los productos; así mismo en sistemas cerrados su valor depende de la concentración de los sustratos.

Para una reacción:

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD \quad \textbf{(1)}$$

La rapidez de la reacción se puede considerar como:

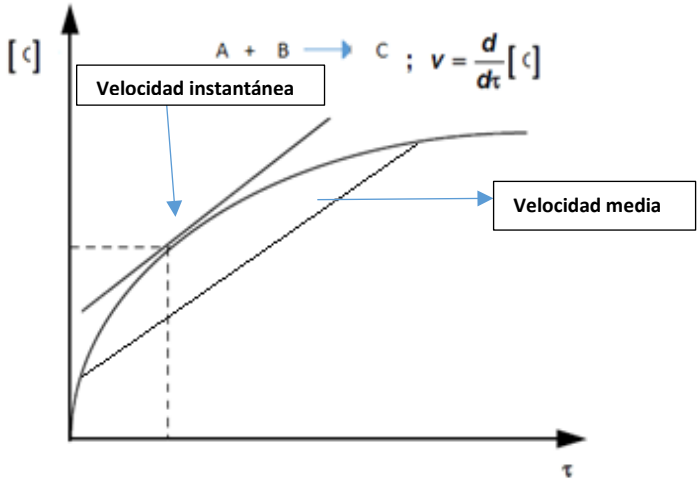
$$V_A = -\frac{d[A]}{dt} \qquad V_B = -\frac{d[B]}{dt} \qquad V_C = \frac{d[C]}{dt} \qquad V_D = \frac{d[D]}{dt} \tag{2}$$

Si cada una de las derivadas se multiplica por el recíproco del coeficiente estequiométrico se obtiene entonces (ecuación.2), la velocidad de reacción común para toda la reacción; los símbolos negativos en las derivadas de los reactivos indican que las velocidades son decrecientes.

Para una reacción hipotética en un sistema homogéneo: $A + B \longrightarrow C$, en un intervalo determinado se puede determinar la **velocidad media** de la reacción, al analizar el aumento de la concentración de C a medida que transcurre el tiempo.

La **velocidad instantánea** se determina a partir de la tangente que toca la curva en el punto. Esto indica la velocidad de reacción a cualquier momento; a medida que el intervalo de tiempo se aproxima a cero, ésta se aproxima a la **velocidad media.**

**Fig. No.4.1: Curva de concentración de producto en función del tiempo para una reacción: A + B $\longrightarrow$ C**



Se deben considerar los factores que afectan la velocidad de reacción, los cuales son:

- Naturaleza de los reactivos
- Temperatura de la reacción
- Presencia de catalizadores
- Superficie de reacción
- Concentración de los reactivos
- Presión

La teoría de colisiones se considera como el modelo que explica las reacciones químicas teniendo en consideración los choques entre átomos o moléculas; siendo los choques efectivos, si se realizan con la orientación adecuada y con la suficiente energía, rompiéndose enlaces y formándose unos nuevos, produciéndose una reorganización molecular. Sin embargo los choques eficaces (o efectivos), sólo son un pequeño porcentaje del número total de colisiones que se dan entre partículas en una reacción química.

## 4.2. Ley de velocidad

La ley de velocidad química permite calcular la velocidad de reacción conociendo las concentraciones iniciales, debido que al incrementar la concentración de los reactantes, la frecuencia de colisión también se incrementa, tal y como explica la teoría de colisiones. La relación entre la velocidad de reacción y las concentraciones del sistema, estando la presión, y la temperatura constantes se conoce como *ley de velocidad o ecuación de velocidad*. Los términos "Ley de Velocidad", "Ecuación Cinética" y "Ecuación de Velocidad" son semejantes y se refieren a la ecuación diferencial que relaciona

la velocidad de reacción con las concentraciones de las sustancias químicas que participan en la misma (Engel & Reid, 2007 p. 444).

La interpretación de los datos cinéticos se realizan con base en la **Ley de acción de masas**: en una disolución la velocidad de una reacción elemental es proporcional a las concentraciones de los reactivos, elevados a las potencias de sus coeficientes estequiométricos, los cuales son independientes de otras concentraciones y reacciones.

Entonces si se tiene una reacción en un sistema homogéneo:

$$A + B \longrightarrow C \quad (3)$$

La ley de velocidad para tal sería:

$$v = -\frac{d[A]}{dt} = k[A][B] \quad (4)$$

$$v = Kc_A c_B \quad \text{o} \quad v = K[A]^m[B]^n \quad (5)$$

Siendo "m" y "n" los órdenes parciales de reacción para cada reactivo, los cuales se determinan experimentalmente; la suma de estos indican el orden global de la reacción.

"K" es la constante específica de velocidad para la reacción a una determinada temperatura, la cual al igual que los órdenes de reacción son independientes de las concentraciones de los reactivos la cual se expresa como $mol.L^{-1}$ o molar (M). La ley de velocidad permite entonces con base en la constante de

velocidad, predecir la velocidad de reacción de un proceso a partir de concentraciones iniciales de los reactivos.

### 4.2.1. Determinación de la ley de velocidad

El principal objetivo de estudio de la cinética química es determinar el mecanismo de las reacciones, para esto se debe determinar la ley de velocidad, los órdenes de reacción con respecto a las distintas especies, la constante de velocidad (k) y la dependencia de esta última con la temperatura. Para tal fin, se determina la variación de las concentraciones de las especies que participan en la reacción con el tiempo experimentalmente.

Según Oliva (2010), para un correcto diseño experimental para determinar la ley cinética, se debe considerar lo siguiente:

I. Que los reactivos se mezclen en una escala de tiempos que permita conocer el tiempo inicial en el que comienza la reacción con el menor error posible. Que sea posible medir como varía la concentración de reactivos y productos con el tiempo después del inicio de la reacción. Para ello es necesario un procedimiento analítico que sea suficientemente rápido y preciso.

II. Un control de la temperatura y en algunos casos también de la presión a la que tiene lugar la reacción.

La determinación de la ley de velocidad nivel se realiza (**para la enseñanza en educación media**) a partir del método de velocidades iniciales, como se describe a continuación:

- Realizar la reacción varias veces con diferentes concentraciones de partida de los reactivos
- Las concentraciones se eligen de manera que varios (al menos dos, pero preferiblemente tres o más) ensayos se realicen, manteniendo la concentración constante de un reactivo
- Si se tiene "n" reactivos y se pretende utilizar concentraciones diferentes concentraciones para cada reactivo se tendrá que iniciar la reacción considerando: n (m - 1) + 1 veces.
- Para cada conjunto de datos que presenta un cambio en la concentración de un reactivo, cuando la concentración los otros es constante, se realiza una representación del logaritmo de la tasa inicial (en el eje y) contra el registro de la concentración inicial (en el eje x). La pendiente de esta línea le corresponde al orden de la reacción con respecto a la sustancia reaccionante.

### 4.2.2. Ley de velocidad para reacciones elementales

El análisis del comportamiento con respecto al tiempo de la concentración de los reactivos en reacciones elementales con órdenes simples (ocurren en una sola etapa), se realiza integrando la ley de velocidad para una expresión de velocidad particular.

$$v = -\frac{d[A]}{dt} = k[A]^{0} = k \quad \textbf{(6)}$$

### 4.2.2.1. Reacciones de orden cero

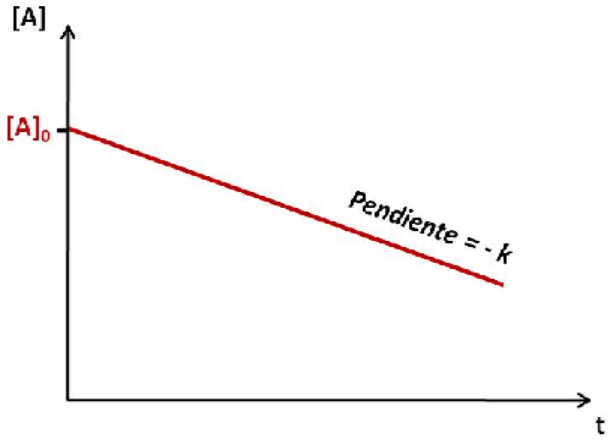
La velocidad de reacción es totalmente independiente de la concentración del reactivo. Para determinar el comportamiento de esta reacción, se escribirá la ecuación No. 6 de manera diferencial y se aplicará integración entre los límites comprendidos entre $T_1$ y $T_2$ a ambos lados de misma.

$$d[A] = -kdt \quad \textbf{(7)}$$

$$\int_{[A]_0}^{[A]_t} d[A] = -k\int_{t_1=0}^{t_2=t} dt \quad \textbf{(8)}$$

$$[A]_t = [A]_0 - kt \quad \textbf{(9)}$$

***Fig. No. 4.2: Gráfico del cambio de la concentración en función del tiempo en una reacción de orden cero***




### 4.2.2.2. Reacciones de primer orden

En una reacción de primer orden la velocidad de reacción es directamente proporcional a la concentración de uno sólo de los reactantes. Este tipo de reacciones se pueden representar como:

$$A + B \longrightarrow C \quad \textbf{(10)}$$

Considerando lo anterior, la velocidad de desaparición de A se puede expresar así:

$$v = -\frac{1}{a}\frac{d[A]}{dt} = k[A] \quad \textbf{(11)}$$

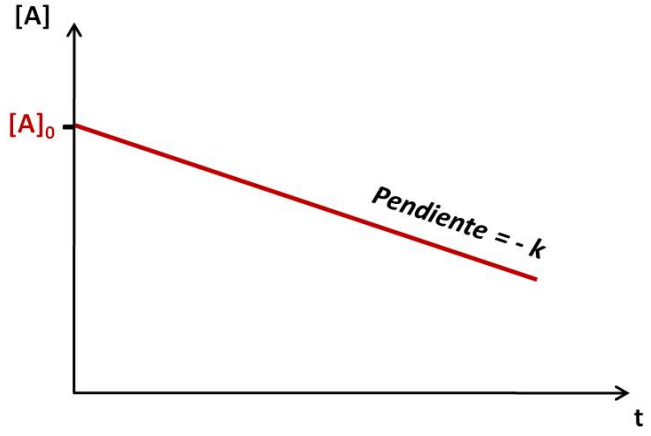
Expresando como una ecuación diferencial, resolviendo y tomando como tiempo inicial, T=0 se tiene:

$$-\int_{[A]_0}^{[A]_t} d[A] = k\int_0^t dt \quad \textbf{(12)}$$

$$-(\ln[A]_t - \ln[A]_0) = kt \quad \textbf{(13)}$$

$$-\ln[A]_t = kt - \ln[A]_0 \quad \textbf{(14)}$$

***Fig. No. 4.3: Gráfico del cambio de la concentración en función del tiempo en una reacción de primer orden***




## 4.2.2.3. Reacciones de segundo orden

La velocidad de una reacción de segundo orden depende de dos términos de concentración, que pueden referirse a la misma especie o a especies químicas diferentes.

El primer tipo corresponde al caso donde se tenga dos reactivos idénticos:

$$A + A \longrightarrow \text{Productos} \quad \textbf{(14)}$$

Se tendrá entonces la expresión:

$$v = -\frac{1}{2}\frac{d[A]}{dt} = k[A]^2 \quad \textbf{(15)}$$

El segundo tipo corresponde a reactivos diferentes

$$A + B \longrightarrow \text{Productos} \quad \textbf{(15)}$$

La reacción es de primer orden con respecto a cada uno de los reactivos

$$v = -\frac{d[A]}{dt} = k[A][B] \quad \textbf{(17)}$$

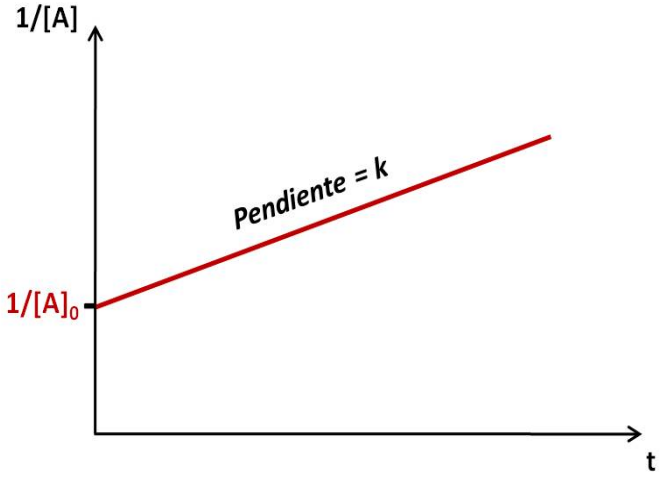
Del mismo modo al resolver la ecuación diferencial en la ecuación No. 17 se tiene:

$$-\int_{[A]_o}^{[A]_t} \frac{d[A]}{[A]^2} = 2k\int_o^t dt \quad \textbf{(18)}$$

$$\frac{1}{[A]_t} = \frac{1}{[A]_o} + 2kt \quad \textbf{(19)}$$

Las unidades de constante para las reacciones de segundo orden son $M^{-1} \cdot t^{-1}$

***Fig. No. 4.4: Gráfico del cambio del recíproco de concentración en función del tiempo en una reacción de segundo orden***




## 4.2.2.4. Vida media

Se denomina tiempo de vida media al tiempo que transcurre para que la concentración de un reactivo disminuya a la mitad**.** Se denota por $t_{1/2}$. Eso quiere decir que es el tiempo que transcurre para que $[A] = [A]_0/2$.

La expresión para la vida media **depende del orden de la reacción**, y se describe en la siguiente tabla:

***Tabla 4.1: Expresión de vida media para orden de reacción cero, uno y dos***

| ORDEN DE REACCIÓN | $t_{1/2}$ |
|---|---|
| 0 | $\frac{[A]0}{2k}$ |
| 1 | $\frac{0,693}{k}$ |
| 2 | $\frac{1}{k[A]0}$ |

En resumen las leyes de velocidad para reacciones de orden cero, uno y dos:

***Tabla 4.2: Leyes de velocidad para reacciones de orden cero, uno y dos***

| Orden de reacción | Ley de velocidad | Unidades de la constante | Relación de [A] respecto al tiempo | $t_{1/2}$ |
|---|---|---|---|---|
| 0 | $v = k$ | $Mt^{-1}$ | $[A] = -kt + [A]_0$ | $\frac{[A]0}{2k}$ |
| 1 | $v = [k]$ | $t^{-1}$ | $Ln[A] = -kt + L[A]_0$ | $\frac{0{,}693}{k}$ |
| 2 | $v = [k]^2$ | $M^{-1}\ t^{-1}$ | $\frac{1}{[A]} = kt + \frac{1}{[A]0}$ | $\frac{1}{k[A]0}$ |

# 5. Capítulo 3. Propuesta didáctica

## 5.1. Método de Aprendizaje Activo (MAA)

Los estudiantes aprenden lo que les importa y recuerdan lo que entienden (Ericksen 1984, p. 51). Por tal razón las clases en donde el docente es quien en casi todos los momentos de una secuencia didáctica habla y es el portador de las respuestas de las inquietudes del auditorio, generalmente no permiten que el estudiante desarrolle habilidades de pensamiento científico, puesto que no demanda de su esfuerzo, su capacidad indagar fenómenos, de análisis de situaciones o de contextualizar los conceptos, alcanzando bajos niveles de comprensión, dándole cabida al aprendizaje memorístico que es de corto plazo.

El aprendizaje activo se define generalmente como cualquier método de enseñanza que involucra a los estudiantes en el proceso de aprendizaje (Prince 2004, p. 1). En resumen, el aprendizaje activo requiere que los estudiantes realicen actividades de aprendizaje significativas y piensen sobre lo que están haciendo. Si bien esta definición podría incluir actividades tradicionales tales como tareas y trabajos propuestos por el docente; en la práctica, el aprendizaje activo se refiere a las actividades que se introducen en el aula. Los elementos básicos del aprendizaje activo son la actividad del estudiante y su participación en el proceso de aprendizaje. El aprendizaje activo entonces, contrasta con la clase tradicional donde los estudiantes reciben información de forma pasiva por parte del instructor (Bonwell, 191).

Al involucrar al estudiante en la construcción del conocimiento, se lo transforma en protagonista del proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que le permite desarrollar una mayor comprensión de los conceptos y métodos concernientes a un tema o conjunto de tópicos. El Método de Aprendizaje Activo **(MAA)** entonces facilita, a partir de diferentes actividades de clase, que el estudiante participe continuamente "haciendo" en vez de estar escuchando una conferencia de distintos conceptos que deben darse como válidos de entrada. El alumno deberá entonces, plantear predicciones que le faciliten completar la información de que dispone y, como paso final, debe comprobar que las inferencias eran apropiadas.

Las estrategias en **MAA** buscan que (Bonwell 1991, p.19):

- ✓ Los estudiantes sean agentes participativos en todo momento en el proceso de enseñanza- aprendizaje.
- ✓ Se ponga menos énfasis en la transmisión de información y más en el desarrollo de habilidades de los estudiantes.
- ✓ Los estudiantes participen en el pensamiento de orden superior (análisis, síntesis, evaluación).
- ✓ Los estudiantes participen en actividades (por ejemplo, leer, discutir, escribir, formular).
- ✓ Se haga mayor hincapié en la exploración de las actitudes y valores de los alumnos.

### 5.1.2. Aspectos de la enseñanza implícitos en los Métodos de Aprendizaje Activo

Para el desarrollo de actividades didácticas de carácter experimental con base en MAA, es importante considerar los siguientes aspectos relacionados con la metodología de enseñanza-aprendizaje.

- El aprendizaje colaborativo: puede referirse a cualquier método de enseñanza en el que los estudiantes trabajan juntos en pequeños grupos hacia un objetivo común (Millis &Cottell, 1998). El elemento central del aprendizaje colaborativo es el énfasis en las interacciones de los estudiantes en lugar de en el aprendizaje como una actividad solitaria.

- Aprendizaje cooperativo: El aprendizaje cooperativo puede definirse como una forma estructurada de trabajo en grupo donde los estudiantes persiguen objetivos comunes, mientras que se evalúa de forma individual (Feden & Vogel, 2003). Este modelo incorpora cinco principios específicos los cuales son la responsabilidad individual, la interdependencia mutua, la promoción de la interacción cara a cara, la práctica adecuada de habilidades interpersonales, y la autoevaluación periódica del funcionamiento del equipo. Si bien existen diferentes modelos de aprendizaje cooperativo (Slavin, 1983), el elemento central que tienen en común es un enfoque en los incentivos de cooperación en lugar de competencia para promover el aprendizaje.

- Aprendizaje basado en problemas (ABP): es un método de instrucción donde se introducen problemas relevantes en el inicio del ciclo de instrucción que utilizan para proporcionar el contexto y la motivación para el aprendizaje que sigue. Es siempre activo y por lo general (pero no necesariamente) de colaboración o cooperativo con base en las definiciones anteriores. ABP normalmente implica cantidades significativas de aprendizaje auto dirigido por parte de los estudiantes (Prince, 2004)

## 5.2. El experimento en Química

El experimento resulta ser una de las experiencias más enriquecedoras para la construcción de conocimiento. Se basa en la observación de uno o diferentes fenómenos, donde a partir de una hipótesis, son analizados con base en supuestos teóricos y cuando es preciso supone medición, que al integrarse en el experimento permitirá hacer relaciones y deducciones más precisas. (Bunge 2004, p. 678).

El trabajo experimental en el laboratorio debe estar diseñado en un ambiente de reflexión constante que contrarreste la tendencia habitual del profesor a usar un recetario de prácticas que el estudiante debe repetir (Gallet, 1998); más bien debe convertirse en una continua reflexión de los saberes de un tópico específico, que involucre diferentes habilidades técnicas que le permitan reconocer y relacionar la experiencia con supuestos teóricos.

La Química como ciencia empírica necesita del experimento como base de la construcción de los diferentes conceptos que tienen relación con ella. Por tal

razón, el experimento químico debe estar implícito en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

> *Al tener la experiencia práctica los estudiantes desarrollan capacidades de observación, clasificación, comparación, medición, descripción, organización coherente de la información, predicción, formulación de inferencias e hipótesis, interpretación de datos, elaboración de modelos, y obtención de conclusiones (Campanario 1999, p 9).*

Es entonces que el trabajo experimental en química requiere que el docente tenga un diálogo continuo con sus estudiantes, el cual no solamente facilita el conocimiento de los grupos, sino también para obtener información que requieren los estudiantes para hacer del aula y del laboratorio un lugar de desenvolvimiento pleno para todos. Asimismo, el docente debe ser un guía, un asesor, plantear preguntas que promuevan la reflexión en los alumnos, confrontarlos con problemas y experiencias adecuadas que permanentemente promuevan el descubrimiento. (Obaya, 2005.p 44).

A la par de lo anterior, la enseñanza experimental de la química debe promover el desarrollo de destrezas y valores para facilitar que la experiencia tenga valor de aprendizaje significativo tanto en la escuela como en las demás vivencias del estudiante. Estas se describen en la tabla 5.1.

***Tabla 5.1: Valores en que se apoya la enseñanza experimental de la química. Recuperada de Enseñanza experimental de la química,descubrimiento y solución de problemas. Obaya 2005.***

| **Valores en que se apoya la enseñanza experimental de la química.** | |
|---|---|
| 1- | Anhelo de saber y entender. |
| 2- | Discusión de todas las cosas. |
| 3- | Búsqueda de datos y su significado. |
| 4- | Demanda de verificación. |
| 5- | Respeto a la lógica. |
| 6- | Consideración de las premisas. |
| 7- | Consideración de las consecuencias. |

Se han establecido tres aspectos necesarios para que las actividades experimentales en química tengan la flexibilidad y el dinamismo necesarios, para alcanzar los objetivos curriculares y formativos propuestos. Estos son la activación, el mantenimiento y la dirección, los cuales se entenderán como pasos.

- **Paso No. 1: Activación.** Aprender significativamente requiere que el cerebro esté estimulado, es decir que los estudiantes deben estar motivados por desarrollar la actividad experimentales propuestas y por el contenido curricular implícito. Esto depende en gran medida que el docente logre "enganchar" a los estudiantes con los conceptos abordados. Si se desarrollan actividades poco rutinarias y tediosas, del tipo pre-test, manuales o tareas similares.
- **Paso No. 2: Mantenimiento.** El desarrollo de las actividades experimentales requieren que los estudiantes identifiquen variables, deduzcan posibles

resultados, evalúen consecuencias y dificultades. Para esto el docente debe actuar como facilitador y guía, promoviendo la generación de discusiones que permitan generar ideas y compartir conocimiento.

- **Paso No. 3: Dirección.** Debe existir una secuencia lógica entre los métodos a considerar para solucionar una situación problematizadora propuesta y el grado de dificultad de los conceptos implicados. El docente entonces debe estar en capacidad constante de facilitar relaciones entre la teoría y situaciones prácticas, argumentando con un lenguaje que facilite la comprensión por parte del estudiantado.

Comprender implica que un individuo puede resolver problemas pensando acerca de la situación que se enfrenta, realizando los ajustes necesarios con base en los referentes empíricos y teóricos que conozca. La importancia del descubrimiento en el proceso de aprendizaje supone crear un ambiente especial en el laboratorio que le sea favorable. Entre los factores que hay que considerar están la actitud del estudiante, la compatibilidad, la motivación, la práctica de las habilidades y el uso de la información en la resolución de problemas y la capacidad para manejar y utilizar el flujo de información en la resolución de problemas (Obaya, 2005 p.47).

Para tal fin se propone realizar una discusión activa en el aula experimental, donde se apliquen los conceptos abordados a la vida de los estudiantes con base en el planteamiento de problemas, el pedir al alumno que con ejemplos ilustre situaciones analizadas, que señale los puntos esenciales de una lectura hecha o que intente relacionar aspectos teóricos con asuntos prácticos; estas son algunas de las maneras en que el profesor puede provocar una actitud

dinámica, investigativa y motivadora en los estudiantes en su trabajo de laboratorio (Obaya & Delgadillo,2003). Adicionalmente el docente debe solicitar a los estudiantes que relacionen los nuevos saberes con los ya aprendidos.

El aprendizaje por descubrimiento es fundamental en la enseñanza experimental, ya que cuando el educando siente la emoción de descubrir y desarrollar la capacidad de resolver creativamente diferentes problemas, se motiva a seguir aprendiendo y su actitud hacia la asignatura tiende a ser favorable.

La variedad en los trabajos y en las tareas propuestas a los alumnos, la búsqueda de situaciones novedosas que de verdad respondan a sus intereses e inquietudes, en los trabajos de tipo experimental, toda actividad que sea espontáneamente atractiva para ellos, puede facilitar una buena motivación interior que conduzca hacia el aprendizaje por descubrimiento (Obaya, Noé & Delgadillo, 2001).

El aprendizaje por descubrimiento exige que las actividades experimentales estén integradas con la teoría, por tal razón el docente debe planificar y diseñar actividades en las que los estudiantes encuentren aplicación de los conceptos abordados. Así mismo el estudiante que realiza actividades experimentales, debe poder explicar con sus propias palabras el procedimiento que va a realizar (Obaya, 2005 p.48).Para lograr lo anterior es importante que los estudiantes no aprendan un procedimiento de manera mecánica; si se plantean situaciones problema cuya solución requiera el uso operativo de un método o procedimiento, se podrá evidenciar el nivel de aprendizaje y comprensión que los alumnos tienen de este.

Por tal razón adquiere mucha relevancia que se prime el proceso más que el producto en las experiencias de laboratorio, pues interesa más la dinamización de las ideas referidas a la temática del problema que el llegar a una determinada solución (Citado por Obaya, 2005)

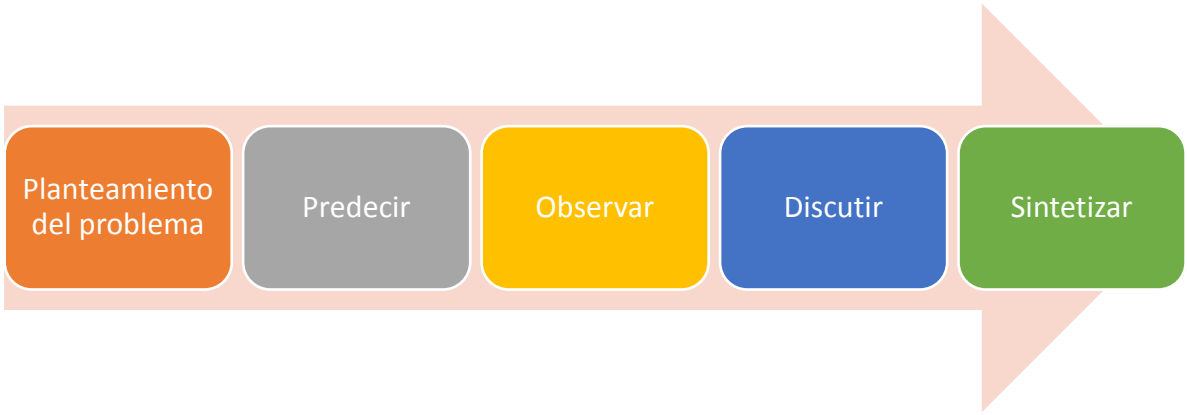
## 5.3. Secuencia didáctica

Se realizó el diseño de la secuencia didáctica en la que se propuso el desarrollo de las actividades experimentales basadas en MAA. Considerando que la secuencia didáctica corresponde son un conjunto de actividades ordenadas, estructuradas, y articuladas para la consecución de unos objetivos educativos que tienen un principio y un final conocidos tanto por el profesorado como por el alumnado (Zavala, 2008, p.16). Se consideró la enseñanza por indagación, la cual es la base de los métodos de enseñanza de aprendizaje activo; Bybee (2009) indica que este tipo de enseñanza facilita la relación entre el razonamiento científico y la capacidad de resolución de problemas, muy contrario de lo que es la enseñanza en la que se transmiten contenidos. El rol de maestro en la secuencia es de orientador del proceso.

### 5.3.1. Modelo de secuencia para la enseñanza implementando Métodos de Aprendizaje Activo

El modelo de secuencia didáctica propuesto en el presente proyecto se basa en Alarcon et.al (2013) en el cual se propone a los estudiantes una situación problematizadora; se presenta a continuación:

***Figura 5.1: Secuencia didáctica para el desarrollo de actividades experimentales basadas en el Método de Aprendizaje Activo MAA***




**a- Planteamiento del problema**

Corresponde a la preparación del entorno experimental, en este momento inicial de la secuencia, el docente plantea el escenario, las circunstancias, las variables y condiciones en que se presentará la situación que será analizada, además se establecen los grupos de trabajo en clase. Cabe resaltar que en el planteamiento del problema debe generar en el estudiante curiosidad, por lo que la presentación debe ser atractiva y motivante para los estudiantes. Así mismo se propone una o varias preguntas "problema", que orientarán las predicciones que realizarán los estudiantes.

**b- Predicciones individuales y grupales**

Es el momento en el que los estudiantes, infieren, debaten, definen roles para el trabajo en grupo, la comunicación de las puestas en común a los demás estudiantes por parte de un interlocutor y se proponen las predicciones (hipótesis) de lo que posiblemente sucederá en la experiencia, las cuales posteriormente se contrastarán con los resultados obtenidos. Esta parte del trabajo no requiere la intervención del docente, más que para indicar el tiempo

de realización que varía según la cantidad de estudiantes, el tamaño de los grupos y otros aspectos propios de las dinámicas de los grupos de estudiantes con que se trabaje.

Se entregan las hojas de predicciones individuales y del grupo, en donde éstas quedarán registradas.

**c- Socialización y registro de las predicciones**

El docente registra en el tablero las predicciones grupales. Se procura no afirmar o refutar lo que los estudiantes propongan, puesto que el propósito de este espacio es que los estudiantes compartan ideas o supuestos a priori la demostración experimental, de tal modo que las predicciones puedan ser contrastadas posteriormente.

**d- Realización de la demostración**

Se procede entonces a la realización de la actividad experimental por parte del docente, puede ser realizada por los estudiantes si el método y los materiales son pertinentes. Es de suma importancia describir las medidas de bioseguridad a tener en cuanta y los riesgos que se pueden llegar a generar por el uso de las sustancias que se utilizarán.

**e- Descripción y registro de resultados**

En la hoja de predicciones grupales los estudiantes tomarán registro de sus observaciones así mismo se plantean preguntas que orienten el registro de resultados. Este espacio permite que los estudiantes contrasten sus predicciones, compartan información, deduzcan y establezcan juicios de valor que les permitan dar sus propias conclusiones.

**f- Síntesis y discusión de resultados**

El docente orienta la discusión abierta en esta parte de la secuencia, ya sea con preguntas dirigidas o estableciendo parámetros para esta; este momento, es el espacio de construcción colectiva de conocimiento puesto que a partir de los resultados obtenidos, se puede retroalimentar, asociar y relacionar la problemática propuesta con el concepto en cuestión (en este caso con velocidad de reacción y ley de velocidad) y extrapolar para extraer consecuencias e hipótesis.

Adicionalmente se les sugiere a los estudiantes que construyan con modelos gráficos, matemáticos o simplemente describan conceptualmente con sus propias palabras el fenómeno.

## 5.4. Marco Metodológico

Para el desarrollo del presente proyecto la modalidad de investigación que tuvo como referencia fue la investigación-acción, la cual se entiende como un proceso donde el docente en su oficio está continuamente reflexionando, realizando trabajo intelectual de las experiencias que se realizan en el aula, como elementos fundamentales de la propia actividad educativa (Herreras, 2004) (Busela, 2004).

El MAA se empleó como herramienta metodológica, en la que los estudiantes, son inmersos en tareas de pensamiento, análisis, síntesis y evaluación de orden superior (Bonwell et al, 1991).

**Población:**

Los datos fueron tomados de una población de 44 estudiantes de grado once del Colegio San Mateo Apóstol de la ciudad de Bogotá, que participaron en la investigación durante el primer trimestre académico escolar del año lectivo 2015-2016.

Éstos se subdividen dos grupos de 22 estudiantes cada uno:

- Grupo de intervención (**GI**), al cual se le implementaron las actividades experimentales usando el **MAA** para la enseñanza de conceptos asociados a la ley de velocidad química
- Grupo de control (**GC**), al que se le enseñó conceptos asociados a la ley de velocidad química con base en un modelo constructivista sin usar las actividades experimentales basadas en **MAA**.

El presente trabajo comprendió las siguientes etapas con el fin de alcanzar los objetivos específicos propuestos:

1. **Revisión teórica e indagación previa**
2. **Aplicación de instrumentos diagnósticos Pre-test:**
   I. Test de conocimientos relativos a cinética química
   II. Test de actitudes hacia la química
3. **Desarrollo de actividades experimentales para la enseñanza del concepto de ley de velocidad basadas en MAA**
4. **Aplicación de instrumentos diagnósticos Post-test:**
   I. Test de conocimientos relativos a cinética química
   II. Test de actitudes hacia la química
5. **Recolección y análisis de resultados obtenidos de instrumentos pre y post**

### 5.4.1. Instrumentos

En esta fase del trabajo se pretende evaluar como primera variable el nivel de conocimiento de los conceptos que presentan los estudiantes acerca de conceptos relacionados con velocidad de reacción y ley de velocidad química; para su diseño se consideraron de los estándares en ciencias naturales del ministerio de educación de Colombia: Estándares *Básicos de Competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales*, (disponible en http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf).

La segunda variable a analizar corresponde a la actitud de los estudiantes hacia la química, se busca analizar si hay cambios positivos en esta, cuando los estudiantes son involucrados en actividades de aprendizaje como las propuestas en los MAA en el presente trabajo.

#### 5.4.1.1. Instrumento test de conocimientos relativos a cinética química

**(Anexo A)**

Se implementó test de ideas previas sobre conocimientos relativos a cinética química (**TCRCQ**); se plantearon 20 preguntas de respuesta múltiple con cuatro opciones de respuesta **(A, B, C** y **D)**.

Este instrumento se diseñó identificar el nivel de conocimiento de los estudiantes del grupo de intervención (**GI**) y el grupo de control (**GC**) de conceptos relacionados con cinética química y ley de velocidad.

El test se aplicó en momentos pre y post de la implementación de las actividades experimentales para la enseñanza del concepto de ley de velocidad implementando la metodología MAA. Los datos obtenidos al identificar y comparar el cambio conceptual de los estudiantes se analizaron usando ANOVA de un solo factor.

La valoración para cada estudiante que arrojó el **TCRCQ** se estableció de entre **0** y **20**.

El test fue evaluado por 5 docentes de química para determinar la validez del contenido considerando que el juicio de expertos se define como una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones (Escobar & Cuervo 2008).

La variable a medir con este instrumento corresponde a:

- **Nivel de aprendizaje del concepto de ley de velocidad química.**

La confiabilidad del test se determinó a partir de la Prueba de concordancia entre los Jueces o índice de Bellack. Se estableció el porcentaje de acuerdo entre los jueces (docentes de química), a los cuales se les presentó. Para obtener el porcentaje de "acuerdo" entre los jueces se consideró lo siguiente: **(Anexo B)**

**Ta** = total acuerdos entre jueces

**Td** = total de desacuerdos entre jueces

**b** =% de acuerdo entre los jueces.

$$b = \frac{Ta}{Ta+Td}\ x\ 100 \quad \textbf{(20)}$$

$$b = \frac{29}{29+7}\ x\ 100 = \textbf{80.5\%}$$

Se puede considerar un instrumento, confiable si el índice de Bellack presentado es mayor al umbral arbitrario de 80% (Delgado & Rosmel, 2002)

### 5.4.1.2. Test de actitudes hacia la química

**(Anexo C)**

Se aplicó el test de actitudes hacia la química (**TAHQ**), adaptado con base en el artículo *Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes* (Carrizo et al, 2008) la cual presenta fiabilidad y consistencia expresado coeficiente alfa de Cronbach a=0.77

Se propusieron 35 preguntas las cuales se basan en los siguientes aspectos:

- Aprendizaje de la química en el colegio: Ítems 1,2,3,4,5
- Trabajo práctico en química: Ítems 11,12,13,14,15
- Química fuera de la escuela: Ítems 16,17,18,19,20
- Importancia de la química: Ítems 26,27,28,29,30
- Autoconcepto de química: Ítems 6,7,8,9,10
- Futura participación en química: Ítems 21,22,23,24,25
- Pertenencia a la institución educativa: Ítems 31,32,33,34,35

Este test al igual que el **TCRCQ**, se aplicó previo a la implementación de las actividades experimentales con base en **MAA** y como post-test, con la finalidad de reconocer el cambio actitudinal presentado por parte de los estudiantes del grupo de intervención (**GI**), con el cual se implementaron las actividades

experimentales del **MAA** y del grupo control (**GI**); que si bien no se le implementarán actividades mencionadas, la metodología de clase se basa en la **EpC** , siguiendo básicamente un modelo constructivista. Se analizarán los resultados obtenidos realizando análisis de varianza de un factor ANOVA**.**

La variable a medir con este instrumento corresponde a:

- **Actitud hacia la química**

## 5.4.2. Actividades experimentales basadas en el Método de Aprendizaje Activo

Siguiendo la metodología de aprendizaje activo, se propusieron y desarrollaron 3 sesiones experimentales de 90 minutos cada una; para tal efecto se diseñaron dos guías por sesión: **(Ver anexos D a I)**

a. **Guía de la práctica:** En este se realiza la propuesta metodológica de la sesión, recomendaciones de seguridad, así como la descripción de los materiales y reactivos a utilizar; aquí se anotan las predicciones grupales, las observaciones, los resultados experimentales y analíticos obtenidos. En este documento se desarrolla por el grupo y debe ser entregado al finalizar la sesión. El manual de la práctica permite realizar evaluación sumativa (o numérica) de los desempeños de los estudiantes por parte del docente.

b. **Hoja de predicciones individuales:** Este documento se desarrolla de forma individual, los estudiantes a partir de preguntas orientadas llamadas predicciones infieren acerca de lo que sucederá a partir de la situación

problema propuesta. A los estudiantes se les aclara que las predicciones individuales no tendrán valoración numérica, pero serán recogidas al final de la sesión. A partir de este documento el docente realizará evaluación formativa del proceso de enseñanza.

### 5.4.2.1. Actividad No 1: El cambio multicolor

**(Anexo D) (Anexo E)**

**Tipo de práctica:** Demostrativa

**Tema:** Velocidad de reacción media

**Objetivo de aprendizaje:** Identificar la relación concentración- velocidad de reacción media de reacción en la reducción de $KMnO_4$ en medio básico

**Tiempo de realización:** 90 min

***Tabla 5.2: Metas de comprensión para la Actividad No.1***

| METAS DE COMPRENSIÓN | | |
|---|---|---|
| **COGNITIVAS** | **PROCEDIMENTALES** | **ACTITUDINALES** |
| Reconocer la relación entre concentración de reactivos y velocidad media de reacción | Observar cambios químicos, al realizar diluciones de sustancias químicas | Trabajar coordinadamente en equipos de trabajo en ciencias, escuchando discutiendo, definiendo roles, compartiendo información, para la explicación de un determinado fenómeno. |

### 5.4.2.2. Actividad No 2: La espuma ascendente

**(Anexo F) (Anexo G)**

**Tipo de actividad:** Práctica experimental

**Tema:** Ley de velocidad de reacción

**Dirigido a:** Estudiantes de grado once

**Objetivo de aprendizaje:** Determinar la ley de velocidad de descomposición del $H_2O_2$, a partir de la relación tiempo -volumen de producto de reacción

**Tiempo de realización:** 90 min

***Tabla 5.3: Metas de comprensión para la Actividad No.2***

| METAS DE COMPRENSIÓN | | |
|---|---|---|
| **COGNITIVAS** | **PROCEDIMENTALES** | **ACTITUDINALES** |
| Interpretar la constante de proporcionalidad de reacción **"k"** y su relación con los órdenes parciales y global de reacción | Medir volúmenes de reacción obtenidos a partir de la obtención de un gas | Involucrarse activamente en el trabajo experimental, que permite la construcción de conocimiento |

### 5.4.2.3. Actividad No 3: Burning candles

**(Anexo H) (Anexo I)**

**Tipo de actividad:** Práctica experimental

**Tema:** Ley de velocidad de reacción

**Dirigido a:** Estudiantes de grado once

**Objetivo de aprendizaje:** Determinar la ley de velocidad de descomposición en la combustión de una vela, a partir del cambio de su masa

**Tiempo de realización:** 90 min

**Tabla 5.4: Metas de comprensión para la Actividad No.3**

| METAS DE COMPRENSIÓN | | |
|---|---|---|
| **COGNITIVAS** | **PROCEDIMENTALES** | **ACTITUDINALES** |
| Determinar la ley de velocidad para una reacción de orden cero | Analizar datos obtenidos a partir de la variación de pérdida de masa de reactivos con respecto al tiempo | Reconocer la importancia del trabajo experimental en química para la comprobación de hipótesis, la determinación de leyes, y construcción de conocimiento científico |

# 6. Resultados y Discusión

Se realizó el análisis estadístico de los datos obtenidos para evaluar cuál método de enseñanza: Método constructivista empleando metodología de aprendizaje activo y el Método constructivista sin emplear aprendizaje activo, presentaba mejores resultados en estudiantes de grado 11 del colegio San Mateo Apóstol en el nivel de aprendizaje del tema ley de velocidad química y la actitud frente a la química, con un intervalo de confianza del 95%.

Para ello se realizó un análisis de varianza de un factor ANOVA, usando el programa SPSS versión 20. A partir de este se observa que se cumplen los supuestos del método: Normalidad y homogeneidad de varianza, por lo que se procedió a realizar la prueba, de la cual se presentan a continuación los resultados.

Las variables mencionadas anteriormente se evaluaron en el grupo control **(GC)** método constructivista sin emplear aprendizaje activo y el grupo de intervención **(GI)** empleando método constructivista aprendizaje activo, aplicando pre test y post test para cada variable.

## 6.1. Resultados respecto a las actitudes hacia la química

### 6.1.1. Prueba de normalidad de los datos obtenidos pre-test

La distribución de los datos es normal, entonces según la prueba de Shapiro-Wilk para un intervalo de confianza del 95% la hipótesis nula es verdadera, ya que el valor de P (significancia) es mayor a 0,05 en ambos grupos de estudio.

***Tabla 6.1: Prueba de normalidad de datos para el pre-test variable actitud hacia la química***

| PRUEBAS DE NORMALIDAD | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | MÉTODO | Shapiro-Wilk | | |
| | | Estadístico F | gl | P |
| TEST ACTITUD HACIA LA QUIMICA | GI (Interv) | 0,963 | 22 | **0,542** |
| | GC (Control) | 0,925 | 22 | **0,099** |

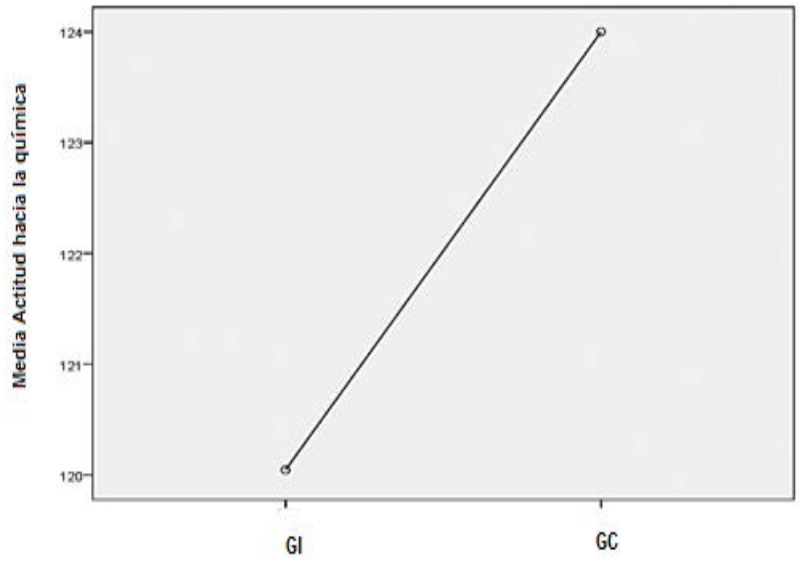
## 6.1.2. ANOVA pre-test para la variable actitud hacia la química

***Tabla 6.2: ANOVA de un factor de los datos obtenidos en el pre-test para evaluar la variable: actitud hacia la química***

| TEST DE ACTITUDES HACIA LA QUÍMICA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | P |
| Inter-grupos | 172,023 | 1 | 172,023 | 0,498 | **0,484** |
| Intra-grupos | 14516,955 | 42 | 345,642 | | |
| Total | 14688,977 | 43 | | | |

Debido a que el valor de P es mayor a 0,05, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control (GC) y el grupo de intervención (GI) en cuanto a la variable actitud frente a la química.

***Gráfico 6.1: Medias respecto a la variable actitud hacia la química pre-test***



El gráfico 6.1 muestra la diferencia entre medias entre los grupos, la cual indica que el **GC** presenta mejor actitud hacia la química, aunque no es significativa respecto al **GI**.

### 6.1.3. Prueba de normalidad de los datos obtenidos post-test

***TABLA 6.3: Prueba de normalidad de datos para el post-test variable actitud hacia la química.***

| PRUEBAS DE NORMALIDAD | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | MÉTODO | Shapiro-Wilk | | |
| | | Estadístico | gl | P |
| TEST ACTITUD HACIA LA QUIMICA | GI (Interv) | 0,918 | 22 | **0,070** |
| | GC (Control) | 0,949 | 22 | **0,306** |

A partir de la prueba de Shapiro-Wilk se encontró normalidad en la distribución de los datos tanto en el GI como del GC.

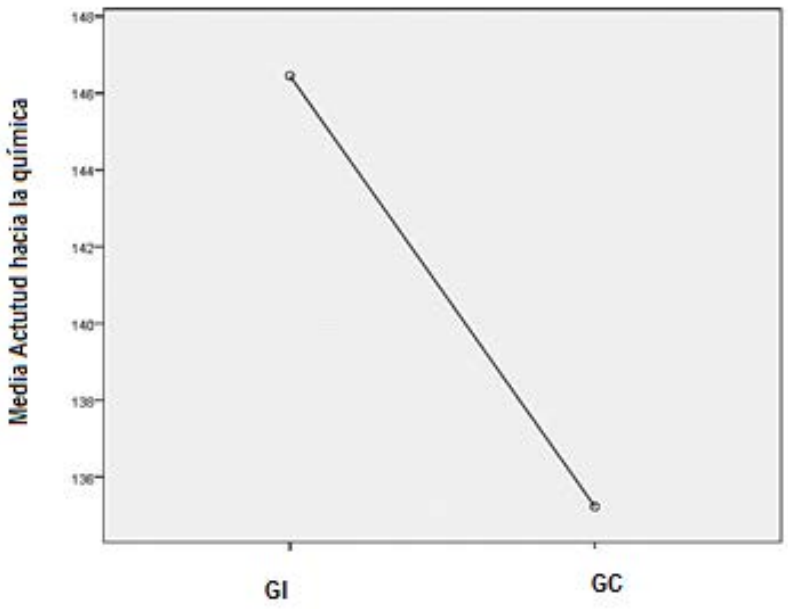
### 6.1.4. ANOVA post-test para la variable actitud hacia la química

***Tabla 6.4: ANOVA de un factor de los datos obtenidos en el post-test para evaluar la variable: actitud hacia la química***

| TEST DE ACTITUDES HACIA LA QUÍMICA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | P |
| Inter-grupos | 172,023 | 1 | 1386,568 | 7,978 | **0,007** |
| Intra-grupos | 14516,955 | 42 | 173,793 | | |
| Total | 14688,977 | 43 | | | |

Se presentan diferencias estadísticamente significativas entre GI y GC frente a la variable actitud hacia la química, ya que $P < 0,05$. Además, la significancia varía con respecto al pre-test aplicado a priori a la implementación de las actividades experimentales con base en MAA, lo cual se evidencia en el gráfico de diferencia de medias para el post-test.

***Gráfico 6.2: Medias respecto a la variable actitud hacia la química post-test***




Con base en el gráfico de medias, se observa que la implementación de MAA para la enseñanza del concepto de ley de velocidad de reacción en el GI presenta la tendencia de respecto a la actitud de los estudiantes hacia la química con respecto al método constructivista sin emplear métodos aprendizaje activo.

## 6.2. Resultados nivel de aprendizaje del concepto de ley de velocidad química

### 6.2.1. Prueba de normalidad de los datos obtenidos pre-test

***Tabla 6.5: Prueba de normalidad de datos para el pre-test variable nivel de aprendizaje del concepto de ley de velocidad química.***

| PRUEBAS DE NORMALIDAD | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | MÉTODO | Shapiro-Wilk | | |
| | | Estadístico | gl | P |
| TEST ACTITUD HACIA LA QUIMICA | GI (Interv) | 0,960 | 22 | **0,485** |
| | GC (Control) | 0,950 | 22 | **0,321** |

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de intervención GI y el grupo control GC en cuanto a la variable aprendizaje del concepto de ley de velocidad ya que P > 0,05.

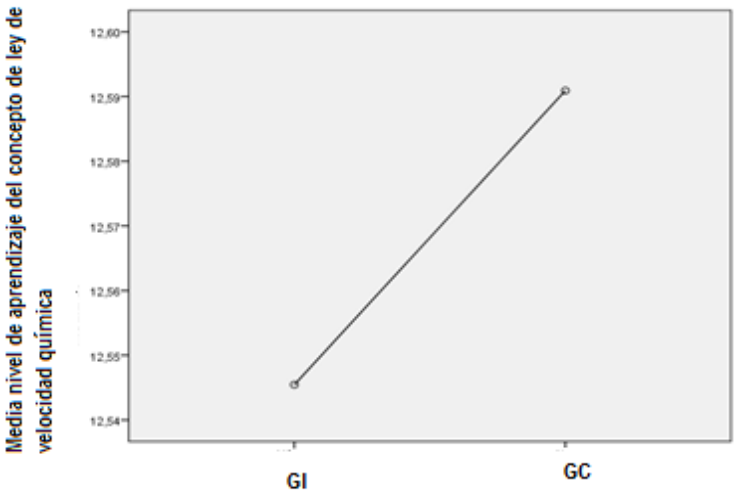
## 6.2.2. ANOVA pre-test para la variable nivel de aprendizaje del concepto del ley de velocidad de reacción

***Tabla 6.6: ANOVA de un factor de los datos obtenidos en el pre-test para evaluar la variable nivel de aprendizaje del concepto de ley de velocidad química.***

| TEST DE ACTITUDES HACIA LA QUÍMICA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | P |
| Inter-grupos | 0,023 | 1 | 0,023 | 0,005 | **0,942** |
| Intra-grupos | 176,773 | 42 | 4,209 | | |
| Total | 176,795 | 43 | | | |

Se evidencia un valor de P > 0,05 lo que indica que no hay diferencias estadísticamente significativas ente el GI y GC antes de implementar las actividades experimentales basadas en el MAA para la enseñanza del concepto de ley de velocidad de reacción. Sin embargo, con el gráfico de medias el grupo control inicialmente se encuentra en mejor nivel de compresión sobre el tema, que el grupo que será de intervención, tal y como se presenta en el gráfico 6.3.

***Gráfico 6.3: Medias respecto a la variable nivel de aprendizaje del concepto de ley de velocidad química. Pre-test***



### 6.2.3. Prueba de normalidad de los datos obtenidos post-test

La distribución de los datos es normal, entonces según la prueba de Shapiro-Wilk para un intervalo de confianza del 95% la hipótesis nula es verdadera, ya que el valor de P es mayor a 0,05 en los dos grupos de estudio.

***Tabla 6.7. Prueba de normalidad de datos para el post-test variable nivel de aprendizaje del concepto de ley de velocidad química.***

| PRUEBAS DE NORMALIDAD | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | MÉTODO | Shapiro-Wilk | | |
| | | Estadístico | gl | P |
| TEST ACTITUD HACIA LA QUIMICA | GI (Interv) | 0,200 | 22 | **0,113** |
| | GC (Control) | 0,194 | 22 | **0,103** |

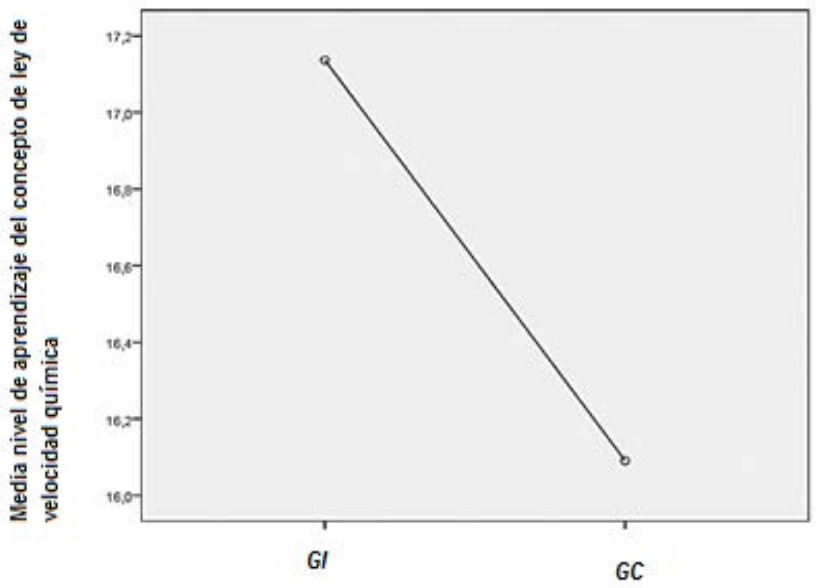
### 6.2.4. ANOVA post-test para la variable nivel de aprendizaje del concepto de ley de velocidad

***Tabla 6.8. ANOVA de un factor de los datos obtenidos en el post-test para evaluar la variable nivel de aprendizaje del concepto de ley de velocidad química.***

| NIVEL DE APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE LEY DE VELOCIDAD | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | P |
| Inter-grupos | 12,023 | 1 | 12,023 | 3,357 | **0,074** |
| Intra-grupos | 150,409 | 42 | 3,581 | | |
| Total | 162,432 | 43 | | | |

Las diferencias presentadas entre los grupos no son estadísticamente significativas entre GI y el GC frente a la variable nivel de aprendizaje del concepto de ley de velocidad de reacción, ya que P > 0,05. Sin embargo se muestra una tendencia hacia un mayor aprendizaje del concepto de ley de velocidad de reacción por parte del GI después de la implementación de las actividades experimentales basadas en el método de aprendizaje activo (MAA), tal y como se muestra en el gráfico 6.4.

***Gráfico 6.4.: Medias respecto a la variable nivel de aprendizaje del concepto de ley de velocidad química. Post-test***




## 6.3. Discusión

Esta investigación tuvo como propósito el diseño e implementación de una estrategia experimental con base en el método de aprendizaje activo, así como la identificación del cambio a nivel conceptual y actitudinal de estudiantes de grado once a los que se les involucró en actividades de enseñanza-aprendizaje del concepto de ley de velocidad química.

De los resultados obtenidos, se puede deducir que los estudiantes que son involucrados a partir de metodologías de aprendizaje activo, presentan un incremento significativo en el nivel de aprendizaje y particularmente un cambio positivo hacia la ciencia, lo que impacta favorablemente los ambientes de aula, lo que se evidenció en las experiencias del autor al desarrollar las actividades ya mencionadas con los estudiantes del grupo de intervención; lo anterior se apoya en los hallazgos de Popoola, (2002) y Omoshehin (2004) que establecen que el

aprendizaje activo y colaborativo son estrategias que promueve un mejor rendimiento y productividad que los métodos de enseñanza tradicional.

El estudio también reveló que el cambio del nivel de aprendizaje del grupo de intervención, respecto al grupo de control no estadísticamente significativo, aunque los resultados del post test del test del nivel de aprendizaje respecto a las medias (Gráfico 6.4), demuestran que se presenta una tendencia mayor del **GI** hacia el aprendizaje del concepto abordado que el **GC**. Lo anterior se evidencia además, al comparar los resultados presentados en la diferencias de medias del pre y post (Gráfico 6.3 y Gráfico 6.4).

En cuanto al porcentaje de respuestas correctas a las preguntas en el post-test **TCRCQ** que se examinaron en ambos grupos, se observa una diferencia estadísticamente significativa en la proporción de respuestas correctas a preguntas del pre y post-**TCRCQ** entre el grupo de intervención y el grupo de control. Por ejemplo en la pregunta 17 del test, se les pide a los estudiantes que analicen los cambios en la velocidad de reacción al aumentar o disminuir la concentración de los reactivos con base en la ecuación de velocidad o ley de velocidad dada; en el grupo control **(GC)** el 70,98% de los estudiantes respondieron correctamente, mientras que en el grupo de intervención **(GI)** el acierto fue del 91,87%. En la pregunta 19 se les pidió a los estudiantes indicar cómo se puede obtener el orden parcial de reacción con respecto a un reactivo, en el pre-**TCRCQ** el porcentaje de acierto entre ambos grupo fue muy similar: 35%,7 GI y 39,2% GI); sin embargo en el post-**TCRCQ** las diferencias fueron marcadas presentándose 87,37% de acierto en el GI y 70,89% de acierto en el GC.

## 6.4. Recapitulación: cumplimiento de los objetivos

A partir de los resultados obtenidos en el presente trabajo y la experiencia empírica del desarrollo del mismo, se puede afirmar que se alcanzan los objetivos de investigación propuestos, en cuanto se desarrolló una secuencia didáctica para la enseñanza de ley de velocidad química, implementando actividades experimentales basadas en la metodología de aprendizaje activo **(ver anexos D-I)**, así como la comparación del nivel de aprendizaje del concepto en mención y las actitudes hacia la química, a través de la aplicación de los instrumentos de investigación descritos, tal como se describe a continuación:

**Tabla 6.9. Cumplimiento de objetivos**

| Objetivo de investigación | Descripción de la acción metodológica |
|---|---|
| Diseñar e implementar una estrategia didáctica de carácter experimental para la enseñanza-aprendizaje del concepto de ley de velocidad, con base en el Método de Aprendizaje Activo para estudiantes de grado once del Colegio San Mateo Apóstol de Bogotá | Se desarrollaron a partir de la revisión teórica las actividades experimentales con base en el Método de aprendizaje activo para la enseñanza del concepto. Estas se implementaron en el primer periodo académico del año lectivo 2015 -2016 en el colegio San Mateo apóstol en Bogotá |
| Identificar los saberes previos de los estudiantes sobre los conceptos relacionados con Ley de velocidad química | Se aplicó instrumento diagnóstico (Anexo A)**,** el cual permitió reconocer e nivel de conocimiento de los estudiantes respecto al concepto de ley de velocidad química |
| Adaptar experimentos en química a los métodos de aprendizaje activo que permitan ilustrar los conceptos de velocidad de reacción y ley de velocidad de reacción | A partir de la revisión bibliográfica respecto a la experimentación en química para la enseñanza (pg. 39) y la Secuencia didáctica para el desarrollo de actividades experimentales basadas en el Método de Aprendizaje Activo (pg. 45) se diseñaron los experimentos para la enseñanza de ley de velocidad química (ver anexos D a I) |

| | |
|---|---|
| Implementar la metodología de método de aprendizaje activo para la enseñanza el concepto de ley de velocidad | La metodología de MAA, fue implementada a 22 estudiantes del colegio San Mateo apóstol, quienes se les denominó grupo de intervención. |
| Comparar el nivel de los resultados de aprendizaje (logro y actitud frente a la química) del concepto de ley de velocidad química | Se realizó a partir de un análisis usando ANOVA de un factor, identificando el valor P (significancia) y presentando además, gráficos de diferencia de medias entre grupos |

El presente trabajo de investigación, así como los resultados aquí descritos fueron presentados como ponencia para VII Congreso de Profesores de Ciencias, a realizarse en la ciudad de Bogotá los días 12 al 14 de Octubre del 2016.

# 7. Conclusiones y Recomendaciones

## 7.1. Conclusiones

Con base en la experiencia producto del desarrollo e implementación del presente proyecto, se puede afirmar que trascender de prácticas experimentales de tipo "receta" a actividades que involucren al estudiante constantemente con su aprendizaje (como las que se propusieron en MAA), donde él desarrolle habilidades que le permiten reconocer la naturaleza del conocimiento científico (NOS); tal como mencionan Marchlewicz & Wink (2011): " *La comprensión adecuada de la NOS permitirá a los estudiantes tomar decisiones más informadas sobre cuestiones basadas en la ciencia en su vida diaria. Es decir, los estudiantes deben entender cómo los químicos desarrollan y aplican las teorías, leyes y otras ideas*". En el caso de este proyecto, que los estudiantes comprendan que la ley de velocidad química no es sólo una colección de datos e información que alguien escribió, sino más bien son empíricos con base en preguntas e hipótesis, que se relacionan con sus experiencias cotidianas y que además tienen relevancia en contextos industriales, biológicos, farmacológicos entre otros más.

Con base en el análisis de los datos obtenidos a partir de los instrumentos aplicados e implementar actividades experimentales con base en MAA, se pudo evidenciar cambio positivo como tendencia respecto al aprendizaje de ley de velocidad química en el grupo de intervención (GI), a pesar que las diferencias entre las medias presentadas no sean significativas; en el caso de la actitud

hacia la química se encontraron diferencias estadísticamente significativas, lo que permite inferir que el método favorece ambientes de aula que faciliten el proceso de enseñanza- aprendizaje.

A pesar de que estadísticamente, no se presentaron diferencias significativas en el grupo de intervención (GI) respecto al grupo de control (GC) en el aprendizaje de ley de velocidad química, sino más bien una tendencia de cambio en el grupo de intervención, se encuentra a partir de la interpretación de datos la relación en su incremento y significancia. Se confirma entonces tal como propone Carrizo et.al (2012), que el cambio actitudinal hacia la química por parte de los estudiantes, se influencia por el escaso trabajo experimental durante toda la vida escolar y el deseo de recibir un mayor volumen de prácticas de este tipo.

## 7.2. Recomendaciones

La implementación de actividades que se basan en Métodos de Aprendizaje Activo, favorecen no sólo el aprendizaje de conceptos particulares en química, sino otras habilidades relacionadas con la formación integral de los estudiantes. Por lo que la investigación en MAA para la enseñanza en química (y en las demás ciencias), puede facilitar a docentes su práctica y cumplir con los objetivos planteados en la enseñanza en ciencias.

El presente trabajo aborda el desarrollo e implementación de actividades experimentales siguiendo la metodología MAA para un concepto en particular (ley de velocidad) de la unidad temática de cinética química, por la cual se

propone para estudios posteriores al presente proyecto, el desarrollo de este tipo de actividades para la enseñanza de toda la unidad temática; con el fin identificar diferencias significativas en el aprendizaje en la población sujeta a estudio.

Los instrumentos diseñados en la presente propuesta, deben someterse a ajustes dependiendo del contexto institucional que se pretendan aplicar. Esta es una invitación a seguir avanzando en la didáctica de la química, puesto que no todos los contextos educativos son homogéneos, así como las necesidades educativas; sin embargo la educación en ciencias naturales tiene las mismas pretensiones y objetivos entre ellas, el desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica que fortalezca el avance científico y tecnológico nacional, orientado con prioridad al mejoramiento cultural y de la calidad de la vida de la población, a la participación en la búsqueda de alternativas de solución a los problemas y al progreso social y económico del país (Ley General de Educación de Colombia art. 10 1994).

# 8. Bibliografía


- Adesoji, F. A., & Ibraheem, T. L. (2009). Effects of Student Teams Achievement Divisions Strategy and Mathematics Knowlegde on Learning Outcomes in Chemical Kinetics. The Journal of International Social Research, 2(6), 16-25.
- Alarcón, M., Lakhdar, Z., Culaba, I., Lahmar, S., Lakshminarayanan, V., Mazzolini, A., Maquiling, j. &Niemela, J. (2013).Active learning in optics and photonics (ALOP): A model for teacher training and professional development. Recuperado el día 15 de abril del 2013, del sitio Web: http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/ALOP.pdf
- Arias, Fidias (2006). El proyecto de investigación: Introducción a la científica. (5º. ed.) Episteme
- Akinlaye, F. A. 1998. Teacher Directed Inquiry, guided discussion and students' learning outcomes in some aspects of social studies. Ph.D. Thesis. Dept. of Teacher Education. University of Ibadan, Ibadan.
- Atkins P., De Paula J. Physical Chemistry. (2013). W.H. Freeman and company. 6th edition.
- Alarcon, M., Arthurs, E., Ben Lakhdar, Z., Culaba, I., Lakshminarayanan, V., Maquiling, J., Mazzolini, A., Niemela, J., Sokoloff, D., "Active Learning in Optics and Photonics: Achievements and Outcomes to Date," Presented at the 2007 ETOP Conference, Ottawa, Canada.
- Bausela, E. (1992). La docencia a través de la investigación–acción. Revista Iberoamericana de Educación, 20/, 7-36

- Bonwell, C.; Eison, J. (1991). Active Learning: Creating Excitement in the Classroom AEHE-ERIC Higher Education Report No. 1. Washington, D.C.: Jossey-Bass.
- Brown T., LeMay Jr., Bursten B. (2012), Química. La ciencia central. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana SA.
- Bunge, Mario. (1985). "La Investigación científica. Su estrategia y su filosofía". Editorial Ariel, Barcelona. 1985.
- Bybee W.(2009).A commissioned paper prepared for a workshop on exploring the intersection of science education and the development of 21st century skills; Submitted to The National Academies Board on Science Education.
- Campanario, JM. (1999). "¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas", en Revista de Investigación y Experiencias Didácticas Barcelona. Vol 17. No 2. pg. 190-192.
- Carrizo, J. Casas, J. Molina, M. (2008). Estudio transversal de las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grado quinto a undécimo. Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes. Bogotá.
- Delgado,Y ;Orfila, R. (2002). Conduciendo la Investigación. Editorial Comala. Caracas.
- Oliva (2010). Química Física I. Universidad autónoma de Madrid.
- Engel T., Reid P. (2007).Introducción a la fisicoquímica: Termodinámica, Ed.Pearson México 7 ed. 2007
- Ericksen, S. (1984). The Essenceof Good Teaching. San Francisco: Jossey-Bass.

- Escobar J., Cuervo Á. (2008). Avances en medición, validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. Universidad El Bosque. Colombia
- Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales, (disponible en http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf).
- Feden, P., and R. Vogel. (2003), Methods of Teaching: Applying Cognitive Science to Promote Student Learning, McGraw Hill Higher Education.
- Furió, C. y Ortiz, E. (1983). Persistencia de errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico. Enseñanza de las Ciencias, 1(1), pp. 15-20.
- Gabel, D.L , The complexity of chemistry and implications for teaching. En B. Fraser y K. Tobin (ed.) International Handbook of Science Education, Kluwer, London, 1998. Gil D.
- Gallet, C. (1998). Problem solving teaching in the Chemistry Laboratory: Leaving the Cooks, Journal of Chemical Education, pg. 72-77.
- Herreras B. Esperanza. (2004). La docencia a través de la investigación–acción Revista Iberoamericana de Educación. Disponible en http://rieoei.org/profesion25.htm
- Johnstone, A.H.(1993) The development of Chemistry teaching. Journal of Chemical Education, 70, 701-703, 1993.
- Justi, R. Gilbert, J. (1999). History and philosophy of science through models: the case of chemical Kinetics; Science an Education 8, 287-307

- Kaya E., Geban Ö. (2102) Facilitating Conceptual Change in Rate of Reaction Concepts Using Conceptual Change Oriented Instruction, Education and Science 2012, Vol. 37, No 163
- Massel, R. (2001). Chemical kinetics and catalysis. Estados Unidos: John Wiley & Sons.
- Marchlewicz S. and Wink D. (2011). Using the Activity Model of Inquiry To Enhance General Chemistry Students' Understanding of Nature of Science .JOURNAL CHEMICAL EDUCATION 2001 ED.88 May 23.
- Millis, B., and P. Cottell, Jr. (1998), "Cooperative Learning for Higher Education Faculty," American Council on Education, ORYX Press.
- Montenegro Ignacio, "Aprendizaje y desarrollo de las competencias" En: Colombia 2003. ed:Editorial Magisterio ISBN: v. 1 pp 29
- Obaya, A., Noé, M. y Delgadillo, G. (2001). Estudio exploratorio de actitudes en la enseñanza experimental. Educación Química, pg.38-41.
- Obaya, A. y Delgadillo, G. (2003). La investigación como principio didáctico en el laboratorio de Química Industrial. Educación Química.
- Obaya Adolfo -Valdivia Enseñanza experimental de la Química (2005). Descubrimiento y solución de problemas. Educación química Volumen: XVI, Número: 1, Año: 2005. Disponible en: http://educacionquimica.info/include/downloadfile.php?pdf=pdf836.pdf &download=1
- Omoshehin, M. F. (2004). Effects of a training programme in cooperative learning of pre-service teachers'classroom practice and pupils learning

outcomes in social studies. Ph.D. Thesis. Dept. ofTeacher Education. University of Ibadan, Ibadan.

- Popoola, A. A. (2002). Effect of heuristic problem-solving and programmed instructional strategies on senior secondary school students' learning outcome in mathematics in Ekiti State, Nigeria. Ph.D. Thesis. Dept. of Techer Education. University of Ibadan, Ibadan.
- Pozo, J.I.; Gómez Crespo, M.A. (1998): Aprender y enseñar ciencias. Madrid. Morata.
- Prince M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. Journal of Engineering Education, 2004, Vol. 9, pp 223-231
- Quílez J. (2004). A historical approach to the development of chemical equilibrium through the evolution of the affinity concept: Some educational suggestions chemistry education: research and practice 2004, Vol. 5, No. 1, pp. 69-87
- Sánchez J. (2001)Una propuesta de enseñanza para la cinética química en cuarto de e.s.o. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Santiago de Compostela
- Sánchez J., Domínguez J. (2002) Revisión sobre la investigación sobre la enseñanza de cinética química. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Santiago de Compostela
- Slavin, R. (1983). "Cooperative Learning. Research on Teaching Monograph Series," ERIC Digest ED242707.
- Zavala Vidiella, Antoni. (2008). "La práctica educativa. Cómo enseñar". México, Ed. Graó.

# Anexo A: Instrumento test de conocimientos relativos a cinética química

**COLEGIO SAN MATEO APÓSTOL**

**TEST DE CONOCIMIENTOS RELATIVOS SOBRE A CINÉTICA QUÍMICA**

**Nombre:** _____ **Grado:** _____

**A continuación usted encontrará una serie de preguntas relacionadas a cinética química, marque o subraye la respuesta que usted considere correcta.**

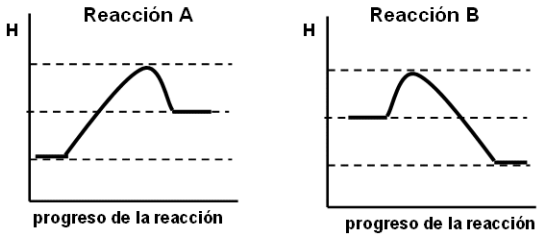
1- Una reacción química corresponde a

A- un proceso donde se produce una mezcla entre reactivos y productos
B- se intercambian sustancias químicas
C- forman productos a partir de uno o varios reactivos
D- se descomponen las sustancias para formar mezclas

2- La energía de activación puede definirse como:

A- La diferencia entre el contenido energético del complejo activado y el de los productos de la reacción.
B- La diferencia entre el contenido energético del complejo activado y el de los reactivos.
C- La diferencia entre el contenido energético de los reactivos y el de los productos de la reacción.
D- Ninguna de las anteriores.

3- La figura representa la variación de entalpía durante el transcurso de dos reacciones químicas A y B. Señala la afirmación que es cierta:




A- La reacción A es exotérmica y la B endotérmica.
B- La variación de entalpía, en valor absoluto, es la misma para las dos reacciones.

C- La energía de activación es la misma para las dos reacciones en las que los reactivos se transforman en productos.
D- Al aumentar la temperatura de la reacción A, aumenta la cantidad de productos formados

4- A la vista de la reacción química representada por la ecuación

$$\mathbf{2\ KMnO_{4\,(ac)} + 16\ HCl_{(ac)} \rightarrow 2\ KCl_{(ac)} + 2\ MnCl_{2\,(ac)} + 5\ Cl_{2\,(g)} + H_2O_{(g)}}$$

, y teniendo en cuenta que es una reacción rápida, podemos asegurar (señala la afirmación correcta) que:

A- Para que la reacción se lleve a cabo debe chocar 1 moléculas de KMnO4 con 8 de HCl.
B- Para que la reacción se lleve a cabo deben chocar 2 moléculas de KMnO4 con 16 de HCl.
C- La energía de activación debe ser muy alta.
D- La ecuación global no representa cómo ocurre la reacción en realidad.

5- Si en la reacción **a A + b B → Productos** de orden 2 con respecto al reactivo A y de orden 1 con respecto al reactivo B, podemos afirmar con toda seguridad (señala la afirmación correcta) que:

A- Al duplicar la concentración inicial del reactivo A, la velocidad de la reacción se cuadruplica.
B- Al duplicar la concentración inicial del reactivo B, la velocidad de la reacción se duplica.
C- Al duplicar la concentración inicial del reactivo A, la velocidad de la reacción se duplica.
D- Al duplicar la concentración inicial del reactivo B, la velocidad de la reacción se reduce a la mitad.

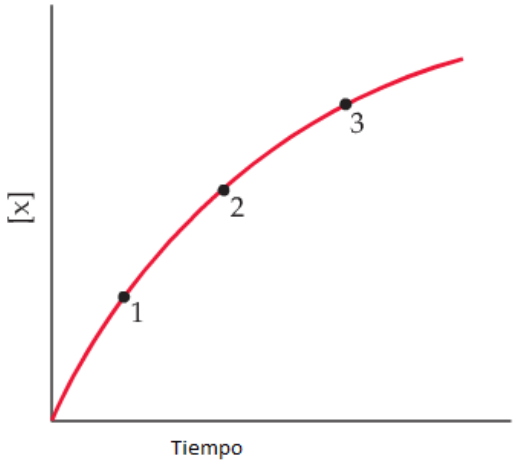
6- ¿Qué nombre recibe la energía necesaria para que se produzca un cambio químico?

A- Energía constante
B- Energía de activación
C- Energía de enlace
D- Energía de formación

7- El nombre de la sustancia que se forma “temporalmente”, antes de formarse el producto final se conoce como

A- Intermedio
B- Catalizador
C- Grupo funcional
D- Complejo activo

Conteste las preguntas 8 y 9 con base en siguiente diagrama donde se graficó concentración de una sustancia X contra el tiempo transcurrido:




8- X corresponde a un

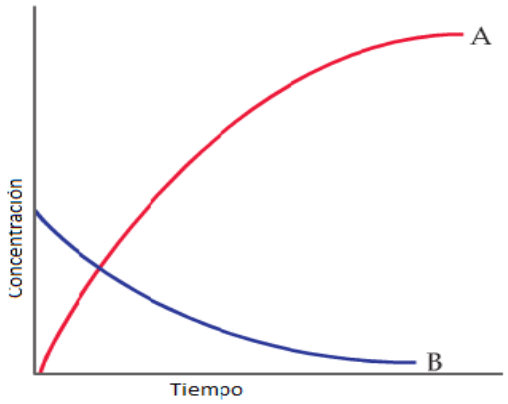
A- catalizador
B- producto
C- reactivo
D- intermedio

9- La velocidad de reacción

A- es lenta
B- es constante
C- es rápida
D- no cambia

Conteste la pregunta 10 con base en el siguiente contexto

Se está haciendo un estudio relacionado con la velocidad de una reacción química, midiendo a la vez la concentración del reactivo y el producto, el cual arrojó los siguientes resultados:



10- La ecuación química que explica los resultados obtenidos es:

A- $A \longrightarrow B$
B- $2B \longrightarrow A$
C- $B \longrightarrow A$
D- $2A \longrightarrow B$

11- indica la afirmación correcta sobre los órdenes de velocidad

A- Coinciden con los factores estequiométricos
B- Se determinan experimentalmente
C- Son siempre mayor a cero
D- Son números enteros

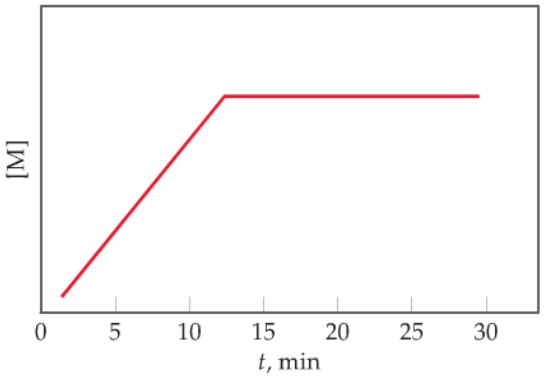
12- ¿Cuál es el campo de estudio de la cinética química?

A- El térmico de las reacciones químicas
B- Las proporciones en que se combinan sustancias
C- La influencia de campos eléctricos en las reacciones químicas
D- El tiempo en que tardan en producirse las reacciones químicas

13- ¿Cuál de los siguientes factores **NO** afecta la velocidad en que se produce un cambio químico?

A- La estequiometría
B- El estado físico de los reactivos
C- La temperatura
D- La concentración de reactivos

Tú diseñas la reacción **K + L** $\longrightarrow$ **M** y los resultados experimentales arrojaron el siguiente gráfico (concentración de M en función del tiempo):




14- Entre tiempo t= 0 Minutos y T= 15 minutos la velocidad de reacción es

A- Inversamente proporcional al tiempo
B- Es constante durante todo el lapso de tiempo
C- Aumenta y después se hace constante
D- Disminuye durante todo el lapso de tiempo

15- La constante de velocidad reacción indica

A- el tiempo en que transcurre una reacción química
B- la proporcionalidad entre la velocidad y la concentración de reactivos
C- la diferencia entre la concentración de reactivos y productos
D- el orden global de reacción

16- Un catalizador actúa sobre los estados intermedios del mecanismo de la reacción

A- disminuyendo la energía de activación
B- aumentando la energía inicial de los reactivos
C- aumentando la energía de activación
D- aumentando la energía inicial de los productos

17- La ley de velocidad de la reacción: **A + B —> C + D** es igual a v = k [A][B]. El sistema se somete a los siguientes cambios:

1. Un aumento en la concentración de A
2. Un aumento en la concentración de B
3. Un aumento en la temperatura

¿Cuál o cuáles de los cambios propuestos aumentará la velocidad de la reacción?:

A- Sólo el 1 y el 2
B- Sólo el 1 y el 3
C- Sólo el 3
D- El 1, el 2 y el 3

18- Indica cuál de las siguientes afirmaciones es falsa:

A- Para un producto, a medida que avanza la reacción, la velocidad aumenta
B- Para un reactivo, a medida que avanza la reacción, la velocidad aumenta
C- Para un reactivo, a medida que avanza la reacción, la velocidad disminuye
D- Para un producto, a medida que avanza la reacción, la velocidad es igual

19- El orden parcial de cualquier sustancia en una ecuación de velocidad

A- no se puede determinar
B- se determina experimentalmente
C- se determina teóricamente
D- es igual a los coeficientes estequiométricos

20- Salvo raras excepciones, la velocidad de una reacción aumenta

A- al aumentar la temperatura
B- al disminuir la temperatura
C- si la presión permanece constante
D- al disminuir la presión

# Anexo B: Escala de valoración por jueces del instrumento test de conocimientos relativos a cinética química

**ESCALA DE CALIFICACIÓN**

Estimado (a):

Teniendo como base los criterios que a continuación se presenta, se le solicita dar su opinión sobre el instrumento de recolección de datos que se adjunta:

Marque con una (X) en SI o NO, en cada criterio según su opinión.

La variable a evaluar: **Nivel de aprendizaje del concepto de ley de velocidad química.**

| CRITERIOS | Si | No | OBSERVACIÓN |
|---|---|---|---|
| 1. El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación. | | | |
| 2. El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio. | | | |
| 3. La estructura del instrumento es adecuado | | | |
| 4. Los ítems del instrumento responde a la operacionalización de la variable. | | | |
| 5. La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento. | | | |
| 6. Los ítems son claros y entendibles. | | | |
| 7. El número de ítems es adecuado para su aplicación. | | | |

Sugerencias:_____

_____

_____

Firma del evaluador:

_____

| **Criterios** | **Jueces** | | | | | **Valor de P** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | J1 | J2 | J3 | J4 | J5 | |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 5 |
| 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 |
| 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 7 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 |
| **Total** | 6 | 5 | 5 | 6 | 6 | 28 |

Ta = total acuerdos entre jueces

Td = total de desacuerdos entre jueces

b =% de acuerdo entre los jueces.

$$b = \frac{29}{29+7}\ x\ 100 = \mathbf{80.5\%}$$

# Anexo C: Cuestionario de actitudes relacionadas hacia la química

**COLEGIO SAN MATEO APÓSTOL**

## Cuestionario de actitudes relacionadas hacia

Este cuestionario contiene enunciados y afirmaciones acerca de las actitudes en química. Se desea saber su opinión personal en cada uno de los casos, para los cuales no existe una respuesta correcta o única, solo lo que piensas y sientes.

Lee atentamente cada enunciado y señala con una **X**, en el cuadro respectivo, tu respuesta

Posees las siguientes opciones:

**TA= totalmente de acuerdo.**
**A= de acuerdo.**
**I= no estoy seguro (a), indecisión.**
**D= en desacuerdo.**
**TD= totalmente en desacuerdo**.

**Edad: _____ Género: Masculino__ Femenino__ Grado: ___**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | En la clase de química aprendemos cosas interesantes en química | TA | A | I | D | TD |
| 2 | En casa, reviso mis apuntes tomados en las clases de química. | TA | A | I | D | TD |
| 3 | Las clases de químicas son interesantes. | TA | A | I | D | TD |
| 4 | Me gustaría tener más clases de química en la semana. | TA | A | I | D | TD |
| 5 | Me agrada más la clase de química que otras asignaturas o materias. | TA | A | I | D | TD |
| 6 | La química me parece difícil. | TA | A | I | D | TD |
| 7 | Me creo bueno (a) en química. | TA | A | I | D | TD |
| 8 | Obtengo buenas notas en química. | TA | A | I | D | TD |
| 9 | Aprendo química con rapidez. | TA | A | I | D | TD |
| 10 | En mis clases de química, comprendo todos los | TA | A | I | D | TD |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | contenidos | | | | | |
| 11 | El trabajo experimental en química es emocionante. | TA | A | I | D | TD |
| 12 | Me gusta el trabajo experimental en química porque me genera expectativas y preguntas. | TA | A | I | D | TD |
| 13 | El trabajo en química es agradable porque me permite trabajar en grupo. | TA | A | I | D | TD |
| 14 | Me gusta el trabajo experimental en química porque me genera expectativas y preguntas. | TA | A | I | D | TD |
| 15 | El trabajo experimental en química es agradable porque me permite trabajar en grupo. | TA | A | I | D | TD |
| 16 | Me gusta hablar de cosas relacionadas con química fuera del colegio | TA | A | I | D | TD |
| 17 | Me gustaría realizar cosas relacionadas con química fuera de clase | TA | A | I | D | TD |
| 18 | Es emocionante e interesante aprender sobre los nuevos avances y descubrimientos en química. | TA | A | I | D | TD |
| 19 | Me gustaría leer libros y revistas que hablen de química de divulgación de descubrimientos relacionados con química | TA | A | I | D | TD |
| 20 | Me gustaría visitar museos científicos. | TA | A | I | D | TD |
| 21 | Me gustaría estudiar carreras que se relacionen con química en el futuro | TA | A | I | D | TD |
| 22 | Me gustaría tener un empleo relacionado con química | TA | A | I | D | TD |
| 23 | La química está presente en todo lo que me rodea | TA | A | I | D | TD |
| 24 | Me agradaría volverme un profesor de química. | TA | A | I | D | TD |
| 25 | Me gustaría ser un científico. | TA | A | I | D | TD |
| 26 | La química es importante para la sociedad. | TA | A | I | D | TD |
| 27 | La química hace la vida más fácil y confortable. | TA | A | I | D | TD |
| 28 | Los beneficios de la química son más importantes que los efectos perjudiciales. | TA | A | I | D | TD |
| 29 | El desarrollo de la química en el país puede aliviar la pobreza. | TA | A | I | D | TD |
| 30 | El trabajo de los químicos es emocionante. | TA | A | I | D | TD |
| 31 | Me agrada el ambiente escolar de mi colegio | TA | A | I | D | TD |
| 32 | Las actividades que realizamos en el colegio me parecen aburridas. | TA | A | I | D | TD |
| 33 | Me siento parte de esta institución educativa. | TA | A | I | D | TD |
| 34 | Me llevo bien con mis profesores. | TA | A | I | D | TD |
| 35 | Doy todo lo necesario para tener buen rendimiento en el colegio. | TA | A | I | D | TD |

# Anexo D: Hoja de Predicciones: *El cambio multicolor*

**COLEGIO SAN MATEO APÓSTOL**

**"EL CAMBIO MULTICOLOR"**

**Hoja de Predicciones**

Nombre: _____

Grado: _____ Fecha: _____

**HOJA DE PREDICCIONES:**

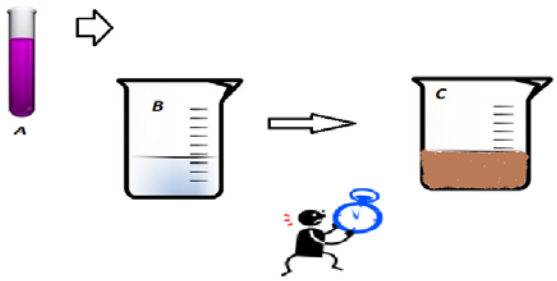
***Tenga en cuenta que las predicciones no serán tenidas en cuenta para su nota final***

**Instrucciones**:

Esta hoja será recogida en cualquier momento por el profesor o el monitor de la clase. Escriba su nombre para registrar su asistencia y participación en estas demostraciones. Tenga en cuenta que sus predicciones no serán tenidas en cuenta para la evaluación. Siga las instrucciones del docente. En la hoja de resultados que se adjunta, puede escribir sus comentarios y llevársela para estudios posteriores

1. Se mezclan inicialmente dos soluciones distintas ***A y B*** (adicionando A en B), se medirá el tiempo desde el comienzo de la adición de ***A*** hasta que, como producto de la mezcla, la solución resultante ***C*** cambie de hasta que la disolución resultante tenga un color estable.

2. Se repite la prueba tres veces, ahora disminuyendo la concentración de ***B*** a la mitad en cada ensayo. Se mide el tiempo en cada prueba de la misma manera desde la adición de ***A*** hasta que la solución ***C*** presente color pardo.




| ***Ensayo No.1*** |
|---|
| |
| |
| |
| |

| | |
|---|---|
| A medida que se realiza cada mezcla analice las siguientes situaciones:<br><br>**Predicciones:**<br><br>A. Qué cree que pasará al mezclar las sustancias A y B?<br>B. ¿En qué variará el resultado de cada ensayo al ir disminuyendo la concentración de B a la mitad?<br><br>Describa lo que espera observar, ordene las cuatro pruebas de acuerdo al tiempo gastado (mayor a menor) desde la adición de la sustancia ***A*** a la sustancia ***B,*** hasta la formación de la disolución ***C****, en la tabla que se encuentra a continuación.* | **Escriba a continuación sus predicciones:** |

# Anexo E: Guía de la práctica No.1: *El Cambio Multicolor*

***COLEGIO SAN MATEO APÓSTOL***

***"EL CAMBIO MULTICOLOR"***

**Experiencia práctica No.1**

**GUÍA DE LA PRÁCTICA**

**Tipo de actividad:** Demostrativa

**Tema:** Velocidad de reacción media (cinética química)

**Objetivo de aprendizaje:** Identificar la relación concentración- velocidad de reacción media de reacción en la reducción de $KMnO_4$ en medio básico

**Tiempo de realización:** 90 min

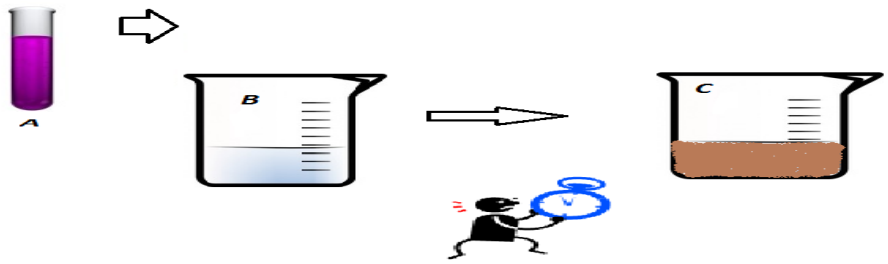
**Materiales:** Disolución de Permanganato de potasio ($KMnO_4$) y disolución azucarada con soda cáustica (NaOH), 4 vasos de vidrio (o beakers), 4 tubos de ensayo, cronómetro, agua.

**Nota importante:** El $KMnO_4$ es un agente altamente oxidante, aunque se encuentra muy diluido, puede manchar piel y ropa.

1. **Planteamiento del problema:** Descripción del experimento

A. Se mezclan inicialmente dos soluciones distintas ***A y B***, adicionando A en B.

B. Se repite la prueba tres veces, ahora disminuyendo la concentración de ***B*** a la mitad en cada ensayo. Se mide el tiempo en cada prueba de la misma manera desde la adición de ***A*** hasta que la disolución resultante tenga un color estable.




**Predicciones individuales y grupales:**

Realice las discusiones de grupo y entrégueselas al profesor.

A medida que se realiza cada mezcla analice las siguientes situaciones:

A. ¿Qué sucederá al mezclar las sustancias ***A y B***?

B. ¿Cómo cree que varía el tiempo total gastado de cada ensayo al ir disminuyendo la concentración de ***B*** a la mitad?

Describa lo que espera observar, ordene las cuatro pruebas de acuerdo al tiempo gastado (mayor a menor) desde la adición de la sustancia ***A*** a la sustancia ***B,*** hasta la formación de la disolución ***C****, en la tabla que se encuentra a continuación.*

| ***Ensayo No.1*** |
|---|
| |
| |
| |
| |

2. **Socialización de las predicciones:**

Los grupos socializarán sus predicciones, se elegirá un relator por grupo que las anote en el tablero, se recogerá la hoja de predicciones. Estas predicciones no tendrán calificación numérica.

3. **Registro de las predicciones grupales:** Un relator en el tablero anota las predicciones discutidas en los grupos
4. **Realización de la demostración:** Se realiza la demostración experimental por parte del docente
5. **Descripción y registro de resultados:** Describir lo observado durante la demostración experimental, con base en las siguientes cuestiones planteadas:
   - ¿Cómo fue la variación en los tiempos de reacción?
   - ¿Qué relación puede establecerse para determinar la velocidad de reacción?
   - ¿Qué explicación puede darse a la aparición de distintas coloraciones durante la reacción?
   - Proponga una relación matemática que describa el cambio de la concentración de reactivos respecto, al cambio en el tiempo transcurrido de la reacción.

# Anexo F: Hoja de Predicciones: La espuma ascendente

**COLEGIO SAN MATEO APÓSTOL**

***"LA ESPUMA ASCENDENTE"***

**Hoja de Predicciones**

Entregue esta hoja cuando sea requerida por el profesor

Nombre: _____

Grado: _____ Fecha:_____

**HOJA DE PREDICCIONES:**

**Tenga en cuenta que las predicciones no serán tenidas en cuenta para su nota final**

**Instrucciones**: Esta hoja será recogida en cualquier momento por el profesor o el monitor de la clase.

Escriba su nombre para registrar su asistencia y participación en estas demostraciones. Tenga en cuenta que sus predicciones no serán tenidas en cuenta para la evaluación. Siga las instrucciones del docente. En la hoja de resultados que se adjunta, puede escribir sus comentarios y llevársela para estudios posteriores

| **Planteamiento del problema**: | **Escriba a continuación sus predicciones:** |
|---|---|
| Se dispone de $H_2O_2$ comercial al 4% v/v, se adicionan 10 mL a una probeta que contiene 10mL de jabón espumoso y 0,5 g de levadura activa en polvo; el mismo proceso se realiza con concentraciones de H2O2 al 3,5% v/v - 3,0%v/v y 2,5%v/v. Se medirá el tiempo en cada experiencia cuando cese la producción de espuma.<br><br>**Predicciones grupales**<br>**a-**¿En cuál de los tres ensayos se la reacción química terminara más pronto?, ¿Qué factor influiría en esto?<br>**b-**¿Cómo cree que será la relación entre el volumen de la espuma en función del tiempo?<br>**c-**¿Qué papel en la reacción puede estar teniendo la levadura adicionada en la reacción química?<br>**d-**El gas formado es oxígeno; ¿se puede comprobar con algún tipo de ensayo durante el experimento que efectivamente se está formando tal gas?<br><br> | |

# Anexo G: Guía de la práctica No.2: ***La Espuma Ascendente***

**COLEGIO SAN MATEO APÓSTOL**

***"LA ESPUMA ASCENDENTE"***

**Experiencia práctica No.2**

***GUÍA DE LA PRÁCTICA***

**Tipo de actividad:** Práctica experimental

**Tema:** Ley de velocidad de reacción

**Dirigido a:** Estudiantes de grado once

**Objetivo de aprendizaje:** Determinar la ley de velocidad de descomposición del H2O2, a partir de la relación tiempo -volumen de producto reacción

**Tiempo de realización:** 90 min

**Materiales:** $H_2O_2$ al 4% v/v, agua destilada, levadura, 1 jeringa, 2 vasos plásticos medianos y 1 probeta, computador por grupo con programa Excel

1. **Planteamiento del problema:**
   - Se dispone de $H_2O_2$ comercial al 4% v/v, se adicionan 10 mL a una probeta que contiene 10mL de jabón espumoso y 0,5 g de levadura activa en polvo; el mismo proceso se realiza con concentraciones de $H_2O_2$ al 3,5% v/v - 3,0%v/v y 2,5%v/v. Se medirá el tiempo en cada experiencia cuando la espuma haya alcanzado 10 mL más que el volumen inicial de la mezcla jabón- $H_2O_2$- levadura.

**2. Predicciones individuales y grupales:**

- Los estudiantes en un tiempo 20 min realizarán las predicciones de manera individual, con base en las siguientes cuestiones:

**a-** ¿En cuál de los 5 ensayos se alcanzará la altura de 10 mL más rápido?, ¿Qué factor influiría en esto?

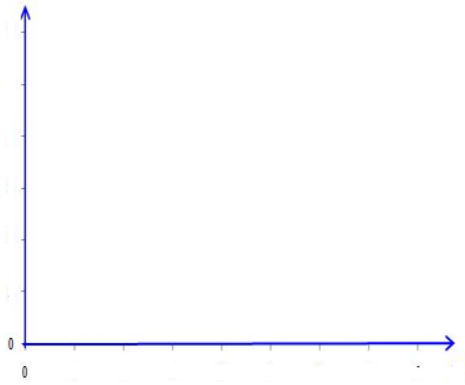
**b-** ¿Cómo cree que será la relación entre el volumen de la espuma en función del tiempo?

**c-** ¿Qué papel en la reacción puede estar teniendo la levadura adicionada en la reacción química?

**d-** El gas formado es oxígeno; ¿se puede comprobar con algún tipo de ensayo durante el experimento que efectivamente se está formando tal gas?

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

**e-** Dibuje una gráfica **Volumen vs tiempo** con la relación que usted espera en cada ensayo



3. **Socialización de las predicciones:**

- Los grupos socializarán sus predicciones, se elegirá un relator por grupo que las anote en el tablero.

4. **Realización de la práctica:**

- Cada grupo de estudiantes a partir del manual de la práctica, desarrolla la experiencia y consigna sus resultados en la hoja respectiva.

Se les solicitará a los estudiantes que graben la experiencia, con el fin de que puedan observar y anotar cada ensayo

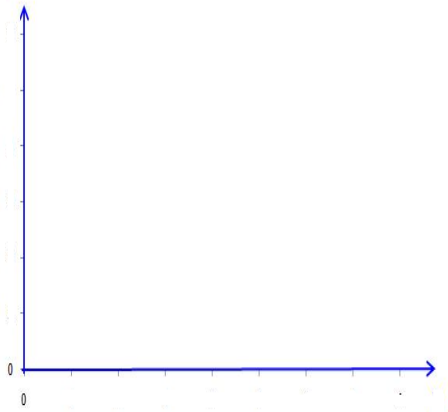
5. **Descripción y registro de resultados:**

- En la tabla que se encuentra a continuación anote los datos obtenidos

**Tabla 1. Volumen Vs tiempo en cada ensayo realizado**

| $H_2O_2$ (4,0%) | | $H_2O_2$(3,5%) | | $H_2O_2$ (3,0%) | | $H_2O_2$ (2,5%) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Volumen | Tiempo | Volumen | Tiempo | Volumen | Tiempo | Volumen | Tiempo |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

- Grafique a continuación los datos obtenidos en cada ensayo **Volumen vs tiempo**



- Compare sus predicciones con los resultados obtenidos

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

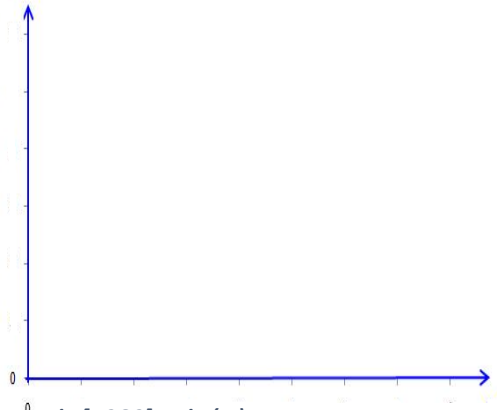
**6. Síntesis, extrapolación de resultados y discusión**

- **Actividad No. 1**: Halle la pendiente de cada una de las rectas teniendo en cuenta los primeros dos puntos obtenidos en las gráficas
- **Actividad No**.2: Con las pendientes halladas complete la siguiente tabla, para eso determine el logaritmo natural de las concentraciones

| Concentración $H_2O_2$ | m (pendiente de cada dilución) | ln[$H_2O_2$] | ln(m) |
|---|---|---|---|
| **4%** | | | |
| **3,5%** | | | |
| **3,0%** | | | |
| **2,5%** | | | |

**Tabla 2. ln [$H_2O_2$] Vs ln (m)**

- **Actividad No.3:** Grafique **ln [$H_2O_2$] Vs ln (m)** a continuación y en el programa Excel del su computador, ingrese los datos de la tabla, realice regresión lineal para conocer la pendiente y el intercepto con la ecuación de la gráfica que arroja el programa.




*ln [H2O2] Vs ln (m)*

# Anexo H: Hoja de Predicciones: ***BURNING CANDLES***

**COLEGIO SAN MATEO APÓSTOL**

***"BURNING CANDLES"***

**HOJA DE PREDICCIONES**

Entregue esta hoja cuando sea requerida por el profesor

Nombre: _____

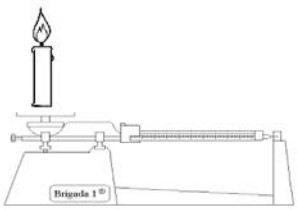
Grado: _____ Fecha: _____

**HOJA DE PREDICCIONES:**

**Tenga en cuenta que las predicciones no serán tenidas en cuenta para su nota final**

**Instrucciones**:

Esta hoja será recogida en cualquier momento por el profesor o el monitor de la clase. Escriba su nombre para registrar su asistencia y participación en estas demostraciones. Tenga en cuenta que sus predicciones no serán tenidas en cuenta para la evaluación. Siga las instrucciones del docente. En la hoja de resultados que se adjunta, puede escribir sus comentarios y llevársela para estudios posteriores

| | |
|---|---|
| **Planteamiento del problema**: Se tiene una vela en una balanza (ya tarada), posteriormente se prende el pabilo y se toma el cada la medida del peso en intervalos de 30 segundos, durante 10 minutos.<br>  <br> <br>A medida que se realiza cada mezcla analice las siguientes situaciones:<br><br>**Predicciones:**<br><br>a- ¿Existirá algún patrón en el cambio de la masa de la vela al encenderse esta?<br>b- ¿Qué factor(es) pueden influir en la combustión de la vela | **Escriba a continuación sus predicciones:** |

# Anexo I: Guía de la práctica No.3: ***BURNING CANDLES***

**COLEGIO SAN MATEO APÓSTOL**

***"BURNING CANDLES"***

**Experiencia práctica No.3**

***GUÍA DE LA PRÁCTICA***

**Tipo de actividad:** Práctica experimental

**Tema:** Ley de velocidad de reacción

**Dirigido a:** Estudiantes de grado once

**Objetivo de aprendizaje:** Determinar la ley de velocidad de descomposición de la combustión de una vela a partir del cambio de su masa

**Tiempo de realización:** 90 min

**Materiales:** Una vela, encendedor y una balanza de tres brazos

1. **Planteamiento del problema:**

- Se tiene una vela en una balanza (ya tarada), posteriormente se prende el pabilo y se toma el cada la medida del peso en intervalos de 30 segundos, durante 5 minutos.

2. **Predicciones individuales y grupales:**

- Los estudiantes 20 min realizarán las predicciones de manera individual, con base en las siguientes cuestiones:

a- ¿Existirá algún patrón en el cambio de la masa de la vela al encenderse esta?

b- ¿Qué factor(es) pueden influir en la combustión de la vela

3. **Socialización de las predicciones:**

- Los grupos socializarán sus predicciones, se elegirá un relator por grupo que las anote en el tablero.

4. **Realización de la práctica:**

- Cada grupo de estudiantes a partir del manual de la práctica, desarrolla la experiencia y consigna sus resultados en la hoja respectiva.

Se les solicitará a los estudiantes que graben la experiencia, con el fin de que puedan observar y anotar cada ensayo

5. **Descripción y registro de resultados:**

- En la tabla que se encuentra a continuación anote los datos obtenidos

| Tiempo (s) | Masa de la vela (m) | Δm | Δm/m Tasa de pérdida de masa |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

**Tabla 1. Datos obtenidos masa vs tiempo transcurrido**

- Grafique a continuación datos obtenidos en cada ensayo **Δm/m**

- Compare sus predicciones con los resultados obtenidos

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

## 6. Síntesis, extrapolación de resultados y discusión

- **Actividad No. 1**: Con base en los resultados y el gráfico obtenido; ¿Cómo fue el cambio de masa de la vela a medida que amentaba el tiempo?

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____