



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO**

**MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**

**QUÍMICA**

**PROPUESTA DIDÁCTICA PARA EL PROCESO DE LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DEL TEMA  
RAPIDEZ DE REACCIÓN**

**TESIS**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:**

**MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**

**PRESENTA:**

**LICENCIADA EN FARMACIA SANDRA LORENA ZENDEJAS TORRES**

**TUTOR**

**DRA. YOLANDA MARINA VARGAS RODRÍGUEZ  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
COMITÉ TUTOR**

**MTRA. ELVA MARTÍNEZ HOLGUÍN  
DR. ADOLFO EDUARDO OBAYA VALDIVIA  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

**CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO 2017**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	8
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
1 INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 Aprendizaje basado en experiencias.....	12
1.2 Modelo de Kolb.....	12
1.3 La cinética química.....	15
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 Objetivo general.....	17
2.2 Objetivos específicos.....	17
3 JUSTIFICACIÓN.....	19
3.1 Por qué utilizar problemas en química y no solo ejercicios.....	21
3.2 Importancia de las reacciones químicas, de su rapidez y su estudio a nivel bachillerato.....	24
3.3 El estudio de la rapidez de reacción y los factores que la modifican en el nivel medio superior.....	27
4 HIPÓTESIS O PROPOSICIÓN.....	29
5 MARCO TEÓRICO.....	30
5.1 La educación media superior.....	30
5.2 Tipos de bachillerato y sus finalidades.....	32
5.3 La educación media superior en México.....	39
5.4 La Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS).....	42

5.5	La formación integral y por competencias, como eje de las reformas educativas .....	49
6	MARCO PEDAGÓGICO.....	50
6.1	El Aprendizaje Basado en la Experiencia .....	50
6.2	Modelo de David Kolb, aprendizaje basado en experiencias. ....	56
6.3	El modelo de aprendizaje mediante experiencia .....	59
6.4	Estilos individuales de aprendizaje .....	61
7	MARCO DISCIPLINAR.....	64
7.1	Cinética química y rapidez de reacción. ....	64
7.2	Teoría de Colisiones. ....	65
7.3	Teoría del estado de transición (TET) .....	67
7.4	Factores que influyen en la rapidez de las reacciones .....	71
7.4.1	Concentración de los reactivos .....	71
7.4.2	Temperatura .....	72
7.4.3	Superficie de contacto .....	75
7.4.4	Catalizadores .....	75
7.4.5	Naturaleza química de los reactivos .....	76
7.5	El término correcto es rapidez de reacción, no velocidad de reacción. ....	77
8	METODOLOGÍA .....	79
8.1	Descripción de la población.....	81
8.1.1	Grupo control. ....	82
8.1.2	Grupo experimental. ....	83
9	PROPUESTA DIDÁCTICA.....	86

9.1	Actividad experimental 1. Efecto de la concentración en la rapidez de una reacción. ....	86
9.2	Actividad experimental 2. Efecto del catalizador en la rapidez de una reacción. ....	89
9.3	Actividad experimental 3. Efecto de la temperatura en la rapidez de una reacción. ....	92
9.4	Actividad experimental 4. Efecto de la naturaleza de los reactivos en la rapidez de reacción. Sacarosa y almidón. ....	95
9.5	Actividad experimental 5. Efecto de la superficie de contacto en la rapidez de reacción. Hierro .....	99
10	RESULTADOS Y ANÁLISIS. ....	102
10.1	Resultados cuantitativos. ....	102
10.2	Resultados cualitativos. ....	120
10.3	Aceptación de Hipótesis de investigación (H <sub>i</sub> ).....	131
	CONCLUSIONES.....	132
	REFERENCIAS.....	137
	ANEXOS.....	142
	Actividades experimentales aplicadas. ....	142
	Diagramas de flujo de actividades experimentales aplicadas. ....	154
	Planes de clase. ....	159
	Clase experimental.....	159
	Clase teórica.....	165
	Fotografías. ....	170
	Clase teórica aplicada .....	175

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Alicia y el Gato Chesire de Las aventuras de Alicia en el país de las maravillas. (Carroll, 2003).....	23
Figura 2. Estilos de aprendizaje según Kolb .....	58
Figura 3. Etapas del aprendizaje.....	60
Figura 4. Estilos de aprendizaje .....	63
Figura 5. Cambio de concentración de reactivos o productos por unidad de tiempo. ....	64
Figura 6. Representación de las colisiones efectivas y no efectivas en la reacción química entre el hidrógeno y el yodo.....	66
Figura 7. Complejo activado del estado de transición. ....	68
Figura 8. Relación entre la temperatura y la constante de rapidez. ....	73
Figura 9. Relación entre $\ln k$ y $1/T$ . ....	75
Figura 10. Diagrama de energía en una reacción exotérica.....	76
Figura 11. Dos trenes que viajan a 50 km/h.....	77
Figura 12. Metodología llevada a cabo. ....	80
Figura 13. Laboratorio de las instalaciones de la EPOEM N° 163. ....	81
Figura 14. Alumnos del grupo experimental de EPOEM N° 163. ....	82
Figura 15. Metodología empleada para el grupo control.....	83
Figura 16. Metodología empleada para el grupo experimental.....	85
Figura 17. Diagrama de energía en una reacción exotérmica. Con catalizadores, la energía de activación disminuye para iniciar más rápido el proceso. ....	89
Figura 18. Molécula del almidón.....	95
Figura 19. Molécula de la sacarosa.....	96
Figura 20. Pre test de un alumno del grupo control. ....	121
Figura 21. Post test de un alumno del grupo control. ....	122
Figura 22. Post test de un alumno del grupo control. ....	123
Figura 23. Pre test de un alumno del grupo experimental. ....	124

Figura 24. Post test de un alumno del grupo experimental. ....	125
Figura 25. Post test de un alumno del grupo control. ....	126
Figura 26. Alumnos del grupo experimental de EPOEM N° 163 y la profesora Sandra Zendejas.....	127
Figura 27. Alumnos del grupo experimental de EPOEM N° 163 atendiendo indicaciones. ....	128
Figura 28. Alumnos del grupo experimental de EPOEM N° 163 realizando experimentación. ....	128
Figura 29. Alumnos de grupo experimental de EMPOEM N° 163 trabajando en sus deberes.....	129
Figura 30. Alumnos de grupo experimental de EPOEM N° 163 realizando la experimentación. ....	129
Figura 31. Alumnos de grupo experimental de EPOEM N° 163 realizando la experimentación. ....	129
Figura 32. Alumnos del grupo control haciendo anotaciones. ....	130
Figura 33. Diagrama de flujo. Efecto de la concentración en la rapidez de una reacción. ....	154
Figura 34. Diagrama de flujo. Efecto del catalizador en la rapidez de una reacción. ....	155
Figura 35. Diagrama de flujo. Efecto de la temperatura en la rapidez de una reacción. ....	156
Figura 36. Diagrama de flujo. Efecto de la naturaleza de los reactivos en la rapidez de una reacción. ....	157
Figura 37. Diagrama de flujo. Efecto de la superficie de contacto en la rapidez de una reacción. ....	158
Figura 38. Preparación de material para clase experimental. ....	170
Figura 39. Preparación de material para clase experimental. ....	170
Figura 40. Preparación de material para clase experimental. ....	171

Figura 41. Material para cada equipo de laboratorio. ....	171
Figura 42. Material e instalaciones de laboratorio de EPOEM N° 163 .....	171
Figura 43. Explicación de práctica de superficie de contacto en la EPOEM N° 163. .....	172
Figura 44. Alumnos del grupo experimental trabajando en sus deberes. ....	172
Figura 45. Alumnos de grupo experimental aclarando dudas. ....	173
Figura 46. Alumnos de grupo experimental escuchando la explicación de la práctica. .....	173
Figura 47. Alumnos de clase experimental realizando su experimento de efecto de la temperatura. ....	174
Figura 48. Alumnos de grupo experimental realizando sus actividades.....	174



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje de aciertos en el grupo control (Grupo 421). .....	104
Gráfico 2. Alumnos que aprobaron y reprobaron en el pre post test del grupo control (Grupo 421).....	105
Gráfico 3. Porcentaje de alumnos que aprobaron y reprobaron en el grupo control (Grupo 421).....	106
Gráfico 4. Porcentaje de aciertos por alumno en pre y post test del grupo experimental (Grupo 403).....	110
Gráfico 5. Alumnos que aprobaron y reprobaron el pre y post test del grupo experimental (Grupo 403).....	111
Gráfico 6. Porcentaje de alumnos que aprobaron y reprobaron el pre y post test del grupo experimental (Grupo 403). .....	112
Gráfico 7. Alumnos que aprobaron y reprobaron en el grupo control y en el experimental .....	117
Gráfico 8. Porcentaje de alumnos que aprobaron y reprobaron en el grupo control y en el experimental.....	117

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores de calidad de la educación media superior .....	39
Tabla 2. Porcentaje de población joven con rezago educativo en cada subpoblación (2005).....	40
Tabla 3. Porcentaje de la población atendible por el subsistema de educación media superior, según el quintil de ingreso neto per cápita, por grupos de edad .....	42
Tabla 4. Estilos de aprendizaje .....	59
Tabla 5. Cantidad recomendada de reactivos para el experimento Efecto de la concentración en la rapidez de una reacción .....	88
Tabla 6. Cantidad de reactivos recomendada para experimento Efecto de un catalizador en la rapidez de una reacción química. ....	91
Tabla 7. Cantidades recomendadas de reactivos para el experimento Efecto de la temperatura en la rapidez de una reacción química. ....	93
Tabla 8. Cuadro de resultados para el experimento Efecto de la superficie de contacto en la rapidez de una reacción química. ....	101
Tabla 9. Porcentaje de aciertos por alumno del grupo control (Grupo 421). ....	102
Tabla 10. Porcentaje de alumnos que aprobaron y reprobaron en el grupo control (Grupo 421).....	104
Tabla 11. Análisis de varianza de un factor para porcentaje de entre pre y post test del grupo control (Grupo 421).....	107
Tabla 12. Análisis de varianza de un factor para porcentaje de aciertos por entre pre y post test del grupo control (Grupo 421). ....	107
Tabla 13. Análisis de varianza de un factor para porcentaje de aciertos por pregunta entre pre y post test del grupo control (Grupo 421). ....	108
Tabla 14. Análisis de varianza de un factor para porcentaje de aciertos por pregunta entre pre y post test del grupo control (Grupo 421). ....	108
Tabla 15. Porcentaje de aciertos por alumno en el grupo experimental (Grupo 403). ....	109

Tabla 16. Porcentaje de alumnos que aprobaron y reprobaron en el grupo experimental (Grupo 403).....	111
Tabla 17. Análisis de varianza de un factor para porcentaje de aciertos por pregunta entre pre y post test. ....	113
Tabla 18. Análisis de varianza de un factor para porcentaje de aciertos por pregunta entre pre y post test. ....	113
Tabla 19. Porcentaje de aciertos por pregunta en el grupo experimental (Grupo 403). .....	114
Tabla 20. Análisis de varianza de un factor para porcentaje de aciertos por pregunta entre el pre y post test del grupo experimental (Grupo 403). ....	115
Tabla 21. Análisis de varianza de un factor para porcentaje de aciertos por pregunta entre el pre y post test del grupo experimental (Grupo 403). ....	115
Tabla 22. Porcentaje de alumnos que aprobaron y reprobaron en el grupo control y en el experimental.....	116
Tabla 23. Análisis de varianza de un factor para porcentaje de aciertos por pregunta entre post test del grupo control y del grupo experimental. ....	118
Tabla 24. Análisis de varianza de un factor para porcentaje de aciertos por pregunta entre post test del grupo control y post test del grupo experimental. ....	118
Tabla 25. Valores de Fisher y probabilidad para grupo control y experimental. ..	119

# 1 INTRODUCCIÓN.

Desde hace mucho tiempo el modelo de educación tradicional ha sido la base de un sistema de enseñanza-aprendizaje, en el que fuimos formados tanto en nuestra educación básica como en la educación superior. A su vez, y probablemente producto de lo anterior, es que durante el quehacer docente hemos seguido desarrollando el mismo modelo en la formación de otros, adoptando una línea con tendencia conductista que tiene como base la figura de la llamada clase magistral. En ella existe como protagonista el experto, es decir, el docente quien posee el conocimiento, la experiencia y prácticamente todas las repuestas a las preguntas que puedan surgir en el alumno, convirtiéndose este último, muchas veces, en un pasivo receptor de información que memoriza y se prepara intensamente, en un corto tiempo para rendir interminables y complejas pruebas de selección múltiple.

Se podría decir entonces, que con la gran carga académica que el estudiante posee, se limita su estudio al objetivo de “aprobar” y solo en algunos casos tiene el tiempo para “aprender” lo realmente importante.

Es una realidad que en nuestra sociedad es necesario adquirir en poco tiempo ciertas competencias acordes a la alta exigencia competitiva de las empresas y las condiciones cambiantes del contexto en el cual se desenvuelven. Por ello, promover habilidades relacionadas con la resolución de problemas, el aprendizaje autónomo y la capacidad para tomar decisiones, auto dirigir sus acciones y analizar su impacto, toman un alto valor.

## 1.1 Aprendizaje basado en experiencias.

El aprendizaje basado en la experiencia, experiencial, fáctico, *"learning by doing"* o *"hands-on learning"* está enmarcado en lo que generalmente se llama aprendizaje activo. El mismo, supone estimular a las personas a descubrir por sí mismas los principios de funcionamiento de los sistemas, procesos, etc. a través de la experimentación y la exploración.

Básicamente consiste en un proceso de aprendizaje en el cual las personas (individualmente o en grupo) realizan determinadas acciones y observan los efectos. Luego, los analizan para entender el impacto de sus actos en ese contexto particular y evalúan si en otros escenarios o situaciones se podrían producir los mismos resultados. De esta manera, pueden inferir los principios que produjeron esos resultados y anticipar los efectos de sus acciones futuras.

*La virtud de las simulaciones es que permiten superar las limitaciones de la práctica en situaciones reales, especialmente en lo relativo a amplitud y profundidad del aprendizaje y a efecto adverso de los errores.* (Santamarina & Llull, 2015).

## 1.2 Modelo de Kolb

Kolb identificó dos dimensiones principales del aprendizaje (Kolb, Rubin, & McIntyre, 1974): la percepción y el procesamiento. El aprendizaje es el resultado de la forma como las personas perciben y luego procesan lo que han percibido.

Kolb describió dos tipos opuestos de percepción:

- ✓ Las personas que perciben a través de la experiencia concreta.
- ✓ Las personas que perciben a través de la conceptualización abstracta (y generalizaciones).

Kolb también encontró ejemplos de ambos extremos:

- ✓ Algunas personas procesan a través de la experimentación activa (la puesta en práctica las implicaciones de los conceptos en situaciones nuevas).
- ✓ Mientras que otras a través de la observación reflexiva.

La yuxtaposición de las dos formas de percibir y las dos formas de procesar es lo que llevó a Kolb a describir un modelo de cuatro cuadrantes para explicar los estilos de aprendizaje.

- ✓ Involucrarse enteramente y sin prejuicios a las situaciones que se le presenten.
- ✓ Lograr reflexionar acerca de esas experiencias y percibirlas desde varias aproximaciones.
- ✓ Generar conceptos e integrar sus observaciones en teorías lógicamente sólidas.
- ✓ Ser capaz de utilizar esas teorías para tomar decisiones y solucionar problemas.

El aprendizaje basado en experiencias se concibe como un ciclo de cuatro etapas.  
(Lozano, 2000)

1. La experiencia inmediata, concreta, es la base de la observación y la reflexión.
2. Observaciones que se asimilan a una “teoría” de la que se pueden deducir nuevas implicaciones para la acción.
3. Implicaciones o hipótesis que sirven entonces de guías para actuar en la creación de nuevas experiencias.
4. El que aprende necesita, si ha de ser eficaz, cuatro clases diferentes de capacidades:
  - a. Capacidad de experiencia concreta (EC)
  - b. Capacidad de observación reflexiva (OR)
  - c. Capacidad de conceptualización abstracta (CA)
  - d. Capacidad de experimentación activa (EA).

Con este tipo de aprendizaje, se desarrollan características tales como (Romero, Rodríguez, & Gómez, 2008):

- ✓ Promover que los estudiantes apliquen los aprendizajes obtenidos en otros cursos para la solución del problema.
- ✓ Procurar que los alumnos disfruten el aprendizaje estimulando su creatividad y responsabilidad en la solución de los problemas reales.
- ✓ Permitir que los equipos de alumnos (3 a 5) trabajen de manera colaborativa para resolver problemas en forma analítica; los profesores participan como tutores en los procesos de discusión y aprendizaje.
- ✓ Permitir que los estudiantes trabajen también individualmente para que obtengan la información que el equipo requiere; posteriormente discutirán la

información con el pleno del equipo y con la asistencia del tutor-profesor o de un experto en el tema.

- ✓ Identificación de problemas relevantes del contexto profesional
- ✓ La conciencia del propio aprendizaje
- ✓ El pensamiento crítico

### **1.3 La cinética química**

La cinética química es un tema central de estudio en Química, Biología, procesos industriales y en una amplia gama de situaciones que no se pueden entender completamente sin un análisis cinético apropiado.

La forma habitual de tratar la cinética comienza introduciendo las ideas básicas relacionadas con los aspectos fenomenológicos de las reacciones. Después de este primer paso macroscópico, se adopta una visión microscópica y se continúa el estudio considerando los cambios moleculares que subyacen en las reacciones químicas. (Fernández, Fernández, & Zorrila, 2000)

Lograr que los alumnos comprendan el concepto de rapidez de reacción, no es tan sencillo, así que realizarlo mediante el aprendizaje basado en experiencias y a partir de los conocimientos que ellos ya tienen, originará que comprendan este concepto con mayor facilidad.

Se trata de que ellos comprendan por qué suceden cosas tales como por ejemplo, la descomposición de los alimentos y cómo es que suceden, es decir, partir de cosas cotidianas y mediante la asignación de problemas o preguntas acerca de este tema que los alumnos tengan. Se pretende formar en los alumnos cierto interés por el



tema y que a la vez, ellos investiguen e integren los conocimientos adquiridos para dar respuesta a las preguntas que se tenían, esto mediante la guía del profesor y de una serie de pasos y/o metodología.

Es así que, en este trabajo se presenta una propuesta didáctica para la enseñanza del tema de rapidez de reacción aplicando los principios del Aprendizaje Basado en Experiencias, la cual incluye una serie de prácticas experimentales, así como un plan de clase para abordar dicho tema.

Con la aplicación de esta propuesta didáctica y la utilización de algunos de los materiales elaborados para la enseñanza del tema de rapidez de reacción se espera facilitar la comprensión del tema por los alumnos; en este trabajo se han utilizado cuestionarios previos y post clase en los que se incluyen cuestionamientos de dicho tema tal cual se abordó en clase, esto como una forma de medir el avance logrado, así como cuestionamientos relacionados a otras áreas de estudio y de su vida cotidiana en las que, directa o indirectamente, se pueda presentar un problema que se relacione con el tema de la rapidez de una reacción química.

## **2 OBJETIVOS.**

### **2.1 Objetivo general.**

Diseñar una propuesta didáctica para favorecer el proceso de la enseñanza y el aprendizaje del tema rapidez de reacción química mediante el modelo basado en la experiencia.

### **2.2 Objetivos específicos.**

- ✓ Elaborar material didáctico para la enseñanza de los conceptos relacionados a la rapidez de reacción, mediante el uso de prácticas experimentales con la finalidad de que los alumnos observen y analicen los factores que modifican la rapidez de una reacción química.
- ✓ Originar que los alumnos analicen los factores que modifican la rapidez de reacción de alimentos y medicamentos, mediante ejemplos y ejercicios para que de esta manera, puedan aplicar los conocimientos adquiridos a su vida cotidiana.
- ✓ Adecuar los reactivos utilizados en las evaluaciones y los materiales didácticos que se utilicen, de modo que no sean demasiado complejos para los alumnos de bachillerato utilizándolos con alumnos de licenciatura, para de esta manera, calibrar y elegir los más adecuados de acuerdo al nivel educativo en el que se está trabajando.
- ✓ Aplicar el material didáctico elaborado con diferentes grupos de alumnos de bachillerato, un grupo control y uno grupo experimental, mediante el uso de evaluaciones diagnósticas y finales para de esta manera analizar cómo impacta la implementación de dicho material en el proceso enseñanza-aprendizaje del tema de rapidez de reacción.

- ✓ Hacer evaluaciones diagnósticas y finales para analizar cómo impacta la implementación del material utilizado en el proceso enseñanza-aprendizaje del tema de rapidez de reacción.

### 3 JUSTIFICACIÓN.

Con la realización de este trabajo se pretende facilitar el estudio y la comprensión del tema de rapidez de reacción en los alumnos.

Dado que se trata de desarrollar este tema desde el enfoque del Aprendizaje Basado en Experiencias, propiciando el aprendizaje significativo del mismo, se pretende apoyar a que los alumnos desarrollen el pensamiento crítico, habilidades para la solución de problemas y actitudes para la colaboración, mientras identifican problemáticas, formulan hipótesis, buscan información, realizan experimentos y buscan la mejor manera de resolver un problema. Con esto se busca facilitar la adquisición activa de nuevos conocimientos, y no solo del relacionado con la rapidez de reacción.

Este tipo de aprendizaje trae consigo, así mismo, el desarrollo de una serie de habilidades y/o competencias, que le permitirán a los alumnos desarrollarse no solo en el ámbito académico, sino también para la vida.

Por otra parte, las contribuciones que se pretende tener se encaminan a tres aspectos en general.

La primera, que al realizar este trabajo, el profesor tenga una guía base de cómo explicar el concepto de rapidez de reacción y el proceso de enseñanza-aprendizaje sea más fructífero.

Segunda, el reconocimiento claro de este concepto también le permitirá al alumno analizar por qué suceden cosas tales como fenómenos o situaciones de la vida cotidiana, como la descomposición de los alimentos, medicamentos, tiempo en el

que se forman compuestos, cómo es que suceden y cómo es que le afectan a ellos mismo, es decir, que por ejemplo en el caso de la descomposición de los alimentos o caducidad de los medicamentos, ellos puedan analizar por qué de dichas fechas y porqué no es recomendable ingerirlos después de esas fechas.

Y tercera, que si el alumno desea estudiar asignaturas que partan de este concepto, como por ejemplo, cinética química, entre otras, no parta de cero, que ya cuente con un marco, tal vez general, pero claro y conciso de los elementos y conceptos de estos temas. O bien, que si desea ingresar a una licenciatura en el que este tema sea de importancia conocerlo, cuente con las herramientas necesarias para aplicar lo que acontezca desprendido del mismo y no presente mayor dificultad para ello.

Ahora bien, algunas de las limitantes que se pudiesen presentar y se pretende evitar, es la falta de interés de los alumnos por estudiar dicho tema, es aquí donde el aprendizaje basado en la experiencia jugará un rol muy importante, introduciendo al alumno al tema con problemas de su interés, relacionados a la rapidez de reacción permitiendo que, guiado por el profesor, vaya resolviendo dichos problema.

Debido a la situación económica en la que se encuentra el país y los pocos recursos que la mayoría de las veces se cuentan para el proceso enseñanza-aprendizaje, se pretende que la aplicación de esta metodología se realice con la menor cantidad de recursos y de fácil adquisición.

### **3.1 Por qué utilizar problemas en química y no solo ejercicios.**

¿Qué es un problema? En la literatura especializada existen muchas definiciones de problema: Newell y Simon (1972) definen un problema como una situación en la cual un individuo desea hacer algo, pero desconoce el curso de la acción necesaria para lograr lo que quiere.

Chi y Glaser (1983) observan un problema como una situación en la cual un individuo actúa con el propósito de alcanzar una meta utilizando para ello alguna estrategia en particular.

Se elige como una buena definición de problema la de Hayes (1981) quien afirma que un problema existe cuando una persona percibe una brecha entre el lugar dónde se encuentra y el lugar dónde desearía estar, pero no sabe cómo cruzar la brecha.

El planteamiento del problema y el deseo del individuo por resolverlo están relacionados con un estado inicial. La meta es lo que se desea alcanzar; la solución del problema, el estado final del proceso. La diferencia entre estos dos estados sería el problema mismo. (Irazoque, 1994).

Se ha escrito mucho, en los últimos años, sobre resolución de problemas “de papel y lápiz”; se ha diferenciado entre ‘problema y ejercicio, con una apuesta a favor de los primeros y una advertencia a no abusar de los segundos. También se ha mostrado la importancia de los problemas cualitativos, a los que se estaba dando poca importancia, y se han priorizado los métodos de resolución heurísticos frente a los que requieren simplemente el uso de un algoritmo. Pero, a pesar de todo ello no parecen haber cambiado mucho los problemas que aparecen en los exámenes de química, continúan estando centrados en la ejecución de cálculos a partir de

fórmulas y ecuaciones químicas que muestran un mundo configurado de una manera muy alejada de la percepción, al cual es muy difícil acceder a partir de conocimientos y cuestiones que son útiles en la vida cotidiana y cuyas reglas de funcionamiento se acaban aprendiendo de memoria. Esta inercia afecta a todo el sistema educativo y quizás por ello la enseñanza comprensiva de la química no llega a desarrollarse satisfactoriamente en el nivel de educación primaria y el interés por la química va disminuyendo tanto en secundaria como en la Universidad. El “problema para aprender” (sinónimo para “problema auténtico”) ha de proporcionar al estudiante una situación similar a la “investigación científica”. (Izquierdo, 2005).

Pero las metas del estudiante que se enfrenta a problemas (de tarea, de examen) son muy diferentes a las del profesor o investigador. Luego, las habilidades que pondrá en juego cada quien dependen de las metas, como lo ilustra el siguiente diálogo (Córdova, 2005):



#### CONVERSACION DE ALICIA CON EL GATO DE CHESHIRE

"¿Podría decirme, por favor, qué camino debo tomar desde aquí?"

"Eso depende, en gran medida, de a dónde quieras ir," dijo el Gato.

"Eso no me importa mucho", dijo Alicia.

"Entonces no tienes problema con el camino que cojas", dijo el Gato.

"-con tal de que llegue a alguna parte ...", añadió Alicia como justificación.

"Oh, seguro que lo harás", dijo el Gato, "con tal de que camines lo bastante".

(Carroll, 2003)

*Figura 1. Alicia y el Gato Chesire de Las aventuras de Alicia en el país de las maravillas. (Carroll, 2003)*



Un problema es siempre una situación novedosa que se desea organizar, estructurar o simplemente olvidar; en consecuencia (perdónese la desmesura) toda la vida es un apasionante (e inevitable) problema.

Afirmamos, por tanto, que la resolución de problemas apunta, ni más ni menos, “*a hacer más agradable, intensa y placentera la vida*”. (Córdova, 2005).

### **3.2 Importancia de las reacciones químicas, de su rapidez y su estudio a nivel bachillerato**

Lamb (1984) menciona diversas razones por las cuales se debería enseñar la cinética química a estudiantes de nivel bachillerato, entre ellas, se encuentran seis razones principales, las cuales son:

1. La teoría es cualitativamente simple.
2. Los estudiantes podrán aplicar su razonamiento científico de una manera significativa.
3. Los experimentos hacen apetecible o deseable la práctica.
4. Los estudiantes desarrollan un sentimiento por la importancia de la estructura química y la acción a nivel molecular.
5. Hay preguntas que los estudiantes tienen y que podrán contestar si se les enseña cinética química.
6. Las ideas desarrolladas en el estudio de cinética son importantes para entender equilibrio químico. (Lamb, 1984)

Hay muchas razones para enseñar cinética, en este caso rapidez de reacción, a nivel temprano y con determinada frecuencia. Si esto se realiza un poco más a fondo de lo que comúnmente se hace, los estudiantes (con un poco más de esfuerzo), podrán entender la cinética química a un nivel educativo más temprano, lo que

podrá abrirles diversos caminos para su formación universitaria y desempeño profesional.

El hombre vive rodeado de muchos cambios químicos, algunos independientes de su voluntad, como son, la fotosíntesis, la corrosión de algunos metales, la descomposición de los alimentos, etc. Muchos otros son provocados por él mismo para vivir en mejores condiciones, como la combustión de los derivados del petróleo, la preparación de fertilizantes, etc. Desde siempre el hombre ha querido entender la naturaleza de los cambios químicos para poder sujetarlos a su voluntad. Conforme logró el conocimiento de las fórmulas, de las leyes que rigen las combinaciones, la química ha permitido que la humanidad disfrute de innumerables ventajas materiales, aunque a veces vayan acompañadas de un deterioro ecológico, que suele ser consecuencia de un uso inadecuado de los cambios químicos. Las reacciones químicas comprenden interacciones entre moléculas, iones y átomos, las cuales producen nuevas moléculas, iones y átomos. Cuando se mezclan ciertas sustancias, ocurren reacciones en las que los átomos se reacomodan para formar nuevas sustancias. Con excepción de algunas reacciones muy complejas (que requieren un mayor conocimiento de las propiedades químicas de las sustancias para comprenderlas), es fácil saber lo que va a ocurrir en una reacción si se conocen los reactivos o si se entiende el mecanismo de reacción.

Generalmente, cuando hablamos de algún proceso químico, se piensa que éste sólo puede ocurrir cuando realizamos una práctica dentro del laboratorio. En pocas ocasiones, se compara lo visto en el laboratorio escolar, con lo que ocurre en la vida diaria. La transferencia de electrones que se observa en las reacciones óxido-reducción, no se restringe a una metodología que se enseña para calcular la

variación de ellos en las sustancias que se oxidan o se reducen. Las reacciones de óxido-reducción, por ejemplo, tienen una mayor trascendencia; se observan o emplean en una enorme diversidad de “cosas”, que tienen relación con la vida diaria, como en la batería y pilas (de auto, NiCd, alcalinas), corrosión y enmohecimiento de metales, muchas de las reacciones metabólicas, etc.

En la experiencia cotidiana observamos cómo al mezclar o calentar sustancias, y algunas veces incluso espontáneamente, se producen cambios en ellas. Dentro de estos cambios podemos encontrar algunos que no modifican la naturaleza de la sustancia original, como por ejemplo el cubito de hielo que se derrite en agua o la disolución de una cucharada de sal en un vaso de agua, ya que seguimos teniendo tanto agua como sal. En otros casos el cambio es mucho más dramático: el resultado puede ser una sustancia absolutamente diferente a la que teníamos al principio. Algunos ejemplos de estos cambios son la combustión de la madera en una hoguera o la aparición de óxido en la superficie de un clavo de hierro.

Ahora bien, algunas veces es necesario e interesa aumentar la rapidez de reacción para obtener determinados productos, como por ejemplo en la síntesis de fármaco, pero por el contrario, no siempre interesa aumentar la rapidez de reacción, de hecho a veces es conveniente ralentizarla, como ocurre en la conservación de los alimentos en un frigorífico. En él la temperatura es significativamente menor que en el exterior y las reacciones de descomposición se producen mucho más lentamente, o en el caso de algunos medicamentos, mediante un inhibidor y/o adición de otro compuesto que retarde la descomposición, por ejemplo la oxidación, mediante la adición de un antioxidante (como ácido ascórbico, entre otros).

Por estas y muchas otras razones es importante realizar el estudio de las reacciones químicas y de la rapidez con la que se llevan a cabo, así como los factores que afectan dichas reacciones, que es lo que se pretende abordar en este trabajo.

El que se aborden estos temas en el bachillerato es fundamental, ya que permitirá a los estudiantes entender más fácilmente los fenómenos que ocurren en su entorno de manera habitual, como la respiración, la descomposición de los alimentos y medicamento (por ende el porqué de sus fechas de caducidad), por qué es que se piden que los alimentos y medicamentos se resguarden a determinadas condiciones de temperatura, presión, humedad, etc. Así como las condiciones en las que se elaboran dichos compuestos, entre otros.

### **3.3 El estudio de la rapidez de reacción y los factores que la modifican en el nivel medio superior.**

Este tema se encuentra en la mayoría de los planes de estudio de nivel bachillerato, ya sea de manera directa o indirecta, por ejemplo:

Colegio de Ciencias y Humanidades de la Universidad Nacional autónoma de México.

- ✓ Química 2. Se encuentra en la Unidad 2. Polímeros.
- ✓ Química 3. Fertilizantes: Productos químicos estratégicos. (Colegio de Ciencias y humanidades, 2015)

Escuela Nacional Preparatoria de la Universidad Nacional Autónoma de México.

- ✓ Química 4. Segunda Unidad: Rapidez y equilibrio de las reacciones químicas.  
(ENP, 2011)

Bachillerato General de la Secretaria de Educación Pública.

Química 1. Bloque VIII: Comprender los procesos asociados con el calor y la velocidad de las reacciones químicas. (Douglas, 2006) (Subsecretaria de Educación Media, 2008)

## 4 HIPÓTESIS O PROPOSICIÓN.

Hipótesis nula ( $H_0$ ): No existe diferencia en los resultados obtenidos por alumnos de bachillerato si en un grupo control se le aplica una clase teórica, tradicional, y en un grupo experimental se aplica la propuesta didáctica sobre el tema de rapidez de reacción.

Hipótesis de investigación ( $H_i$ ): Si se aplica la propuesta didáctica elaborada en la enseñanza del tema de rapidez de reacción a un grupo de alumnos, y a otro grupo se le aplica una enseñanza más tradicional, los alumnos del grupo experimental obtendrán mejores resultados en la comprensión del tema.

## 5 MARCO TEÓRICO

### 5.1 La educación media superior

La educación media superior (EMS) en México enfrenta desafíos que podrán ser atendidos sólo si este nivel educativo se desarrolla con una identidad definida que permita a sus distintos actores avanzar ordenadamente hacia los objetivos propuestos. Actualmente, la EMS en el país está compuesta por una serie de subsistemas que operan de manera independiente, sin correspondencia a un panorama general articulado y sin que exista suficiente comunicación entre ellos. El reto es encontrar los objetivos comunes de esos subsistemas para potenciar sus alcances.

Esto debe ocurrir en un marco que reconozca la importancia de la EMS como un espacio para la formación de personas cuyos conocimientos y habilidades deben permitirles desarrollarse de manera satisfactoria, ya sea en sus estudios superiores o en el trabajo y, de manera más general, en la vida.

En esta misma línea, no se debe perder de vista el contexto social de la EMS: de ella egresan individuos en edad de ejercer sus derechos y obligaciones como ciudadanos, y como tales deben reunir, en adición a los conocimientos y habilidades que definirán su desarrollo personal, una serie de actitudes y valores que tengan un impacto positivo en su comunidad y en el país en su conjunto.

Por su parte, en el ámbito económico, contar con una EMS en todo su potencial será cada vez más un requisito para que los jóvenes logren obtener un empleo razonablemente bien pagado y que les ofrezca posibilidades de desarrollo laboral.

En términos generales, la competitividad de México depende en buena medida del adecuado desarrollo de este nivel educativo. La cobertura y la calidad en la EMS constituyen un supuesto fundamental para que el país pueda dar respuesta a los desafíos que presenta la economía globalizada en un marco de equidad.

Esta visión, que tiene presente las dimensiones individual, social y económica de la EMS, requiere de una mayor valoración de este nivel educativo. Se debe reconocer la importancia del papel que desempeñarán en el país los jóvenes que obtengan el título de bachiller. Ello obliga a definir más claramente el perfil que estas personas deben reunir.

En el proceso de búsqueda del perfil del bachiller no se debe perder de vista que la pluralidad de modelos educativos en la EMS es algo positivo, que permite atender una población diversa con diferentes intereses, aspiraciones y posibilidades, sin que ello invalide objetivos comunes esenciales que se deben procurar. En el propósito de encontrar estos objetivos es necesario conocer, primero, la situación y composición de la EMS en el país, así como los principales retos que deben atenderse. Se deben también valorar las reformas que se han hecho en distintos momentos en los diversos subsistemas de este nivel educativo, las cuales deberán servir como base para una Reforma más amplia, profunda y duradera. Los avances ya realizados y los que ahora se realicen, deberán desembocar en la creación de un Sistema Nacional de Bachillerato (SNB). (Subsecretaría de Educación Media, 2008).



## 5.2 Tipos de bachillerato y sus finalidades

La Educación Media Superior (EMS) se ubica en el nivel intermedio del sistema educativo nacional. Su primer antecedente formal lo constituye la Escuela Nacional Preparatoria creada en 1868 por el profesor Gabino Barreda, como un vínculo entre la educación básica y la superior. Con el paso del tiempo, este nivel dio origen a la educación secundaria de tres años y a la educación media superior. Posteriormente surgieron modalidades para facilitar la incorporación de sus egresados al mercado laboral, producto éstas del desarrollo económico del país y del propio sistema educativo.

Actualmente, existen tres tipos de programa de EMS: el bachillerato general, cuyo propósito principal es preparar a los alumnos para ingresar a instituciones de educación superior, el profesional técnico, que proporciona una formación para el trabajo, y el bivalente o bachillerato tecnológico, que es una combinación de ambas. Los bachilleratos general y tecnológico se imparten bajo las modalidades de enseñanza abierta y educación a distancia. Asimismo, la opción técnica ofrece ya la posibilidad de ingreso a la educación superior.

La diversidad de subsistemas y de programas de estudio, en cuanto a las instancias de gobierno de las que dependen: federal, estatal, autónomas y privadas esas instituciones deben ofrecer una amplia gama de posibilidades de educación y formación: dificultan a los planes de estudio y tiene consecuencias, entre ellas: falta de identidad del nivel educativo, dificultades para la revalidación de estudios y tránsito entre subsistemas, competencia entre instituciones que ha generado ineficiencia en el uso de recursos, y una multiplicidad de perfiles de egreso que convergen a la educación superior y al sector productivo.

Tradicionalmente se ha definido al bachillerato como una etapa de preparación para acceder al nivel universitario y estudiar una licenciatura. Tan es así que por esta asociación, como antesala de la educación superior, todavía existen preparatorias dependientes directamente de universidades. Pero a través del tiempo se ha añadido a esta concepción las de una educación terminal técnica o bivalente también, es decir que capacita para el trabajo y prepara para la educación superior. (Almazán, 2001)

### Bachillerato tecnológico.

Los planteles tecnológicos que dependen de la SEMS representan un universo complejo y heterogéneo, en el que se observan variaciones no sólo entre los distintos tipos de planteles, sino también otras que se derivan de condiciones regionales.

La nueva estructura curricular, que propone un modelo centrado en el aprendizaje sustentado en el constructivismo, incluye tres componentes básicos: Formación Básica, Formación Profesional y Formación Propedéutica.

- La *Formación Básica* es común a todos los planteles y carreras, y representa el 40% de la carga horaria de los programas. Es el denominador común de los egresados del sistema tecnológico federal. Presta mayor atención que en el pasado al aprendizaje del idioma inglés, el uso de las nuevas tecnologías de la información y el desarrollo sustentable, y se sustenta en la formación integral que incluye elementos de la educación física y artística.
- La *Formación Propedéutica* comprende cursos para facilitar el tránsito de los estudiantes a la educación superior. Este componente puede variar regionalmente, de acuerdo a las necesidades de vinculación y a lo que

requieran las universidades de los distintos estados. Representa el 20% de los cursos.

- *La Formación Profesional* representa el 40% de la carga curricular, es específica de cada carrera y está organizada en cinco módulos, uno en cada semestre del programa a partir del segundo.

### Bachillerato general

El componente básico del currículo del Bachillerato General se refiere al conjunto de habilidades, conocimientos y actitudes mínimos que todo estudiante del subsistema debe adquirir. La reforma refuerza aspectos como el uso de las tecnologías de la información y comunicación y el desarrollo de capacidades para generar aprendizajes a lo largo de la vida. Todos los planteles que imparten el bachillerato general ofrecen la misma formación básica y que consiste en 31 asignaturas.

El bachillerato coordinado por la Dirección General del Bachillerato se ubica en la opción propedéutica y se ofrece en las tres modalidades (escolar, no escolarizada y mixta); asimismo, asume la finalidad de generar en el educando el desarrollo de una primera síntesis personal y social. Sus funciones son las siguientes:

1. *Formativa*. Proporciona al alumno una formación integral que comprende aspectos primordiales de la cultura de su tiempo: conocimientos científicos, técnicos y humanísticos, que le permitan asimilar y participar en los cambios constantes de la sociedad.
2. *Propedéutica*. Prepara al estudiante para pasar al siguiente nivel de educación superior, por medio de los conocimientos de las diferentes disciplinas.

3. *Preparación para el trabajo.* Ofrece al educando una formación que le permita iniciarse en diversos aspectos del ámbito laboral, fomentando una actitud positiva hacia el trabajo y, en su caso, su integración al sector productivo (SEP, 2008). (Briseño, Mejía, García, & Cardoso, 2014).

El componente propedéutico profundiza en ciertos aspectos de la formación básica en cuatro grupos: químico-biológico, físico-matemático, económico-administrativo, y humanidades y ciencias sociales. Se preservó la opción de los estudiantes de elegir uno de estos grupos.

Por su parte, el componente de formación para el trabajo cambió su organización en los planes de estudio de asignaturas a módulos, y se incorporó al enfoque de Educación Basada en Normas de Competencia Laboral. Lo segundo busca que el componente de formación sea “pertinente y flexible”.

Los estudiantes cursan un total de cuatro módulos, a partir de su tercer semestre. Los módulos son autocontenidos, y no necesariamente deben ser cursados en secuencia. Los estudiantes que lo deseen pueden obtener certificados de las competencias que adquieran en estos módulos.

### CONALEP

Desde hace cerca de una década el CONALEP ofrece el título de Profesional Técnico-Bachiller, lo cual ha permitido que los estudiantes de esta institución continúen sus estudios de educación superior. Esto ha conducido a cambios en la vocación del CONALEP, el cual ahora busca no sólo ofrecer una preparación adecuada para el mercado laboral, sino también ofrecer una formación más amplia, con un énfasis en aspectos formativos transversales, que permita a sus egresados

continuar sus estudios exitosamente, o abandonar o modificar las trayectorias profesionales que marcan las distintas carreras del Colegio.

En el 2003 se realizó una reforma académica nacional, la cual busca que los programas del CONALEP sean flexibles, pertinentes y de calidad. Entre las innovaciones principales del nuevo currículo se encuentra el enfoque en competencias, una nueva estructura para los planes de estudios, programas de tutorías y “salidas laterales” que certifican ciertas habilidades de los estudiantes que no terminan sus estudios.

### Bachillerato de la UNAM

Por más de una década, la UNAM ha realizado una reforma en sus dos opciones de bachillerato, el CCH y la ENP, que ha tenido diversos aspectos. Según uno de los principales documentos de este proceso, se observó que “para dar atención a los avances del conocimiento, con frecuencia se incrementan los contenidos curriculares sin que estos incidan en aspectos fundamentales de la formación de los alumnos”, (Universidad Nacional Autónoma de México, 2001) por lo que se optó por ir más allá de la creación de nuevos esquemas curriculares. El componente medular de la reforma ha sido la definición de la base que deben compartir todos los estudiantes que cursen EMS en las opciones educativas de la UNAM, independientemente de los cursos que tomen.

Para este efecto se preparó y discutió el documento de trabajo *Núcleo de Conocimientos y Formación Básicos que debe proporcionar el Bachillerato de la UNAM*. Este documento está inspirado en experiencias en otros países como Argentina, Chile y Francia en los que se han definido las competencias que deben

adquirir los estudiantes de EMS. El documento parte del objetivo común de las opciones de educación media superior dependientes de la Universidad, el cual se articula en torno a una serie de habilidades, conocimientos y actitudes y valores que deben adquirir los estudiantes en cada una de las áreas de estudio que contemplan sus programas.

Se organizan en niveles de complejidad, que van de lo general a lo particular. Los núcleos de conocimientos y formación básicos se refieren a lo esencial, aquello que los alumnos que cursen los programas de bachillerato de la UNAM no pueden dejar de aprender. Los núcleos tienen la misión de servir como base para la adquisición de nuevos conocimientos en el marco de una serie de competencias para la vida.

El documento se concentra en trece áreas, algunas de las cuales son de claro carácter disciplinar, como Física, Química y Filosofía, y otras se refieren más específicamente a habilidades y actitudes, como Investigación Experimental, Formación para la Salud y Formación Ciudadana.

Por su parte, en 2002 el CCH dio un paso más adelante al realizar un ajuste curricular adicional que define los *aprendizajes relevantes* que se busca realicen sus estudiantes en cada una de sus asignaturas. La definición de estos aprendizajes condujo también al desarrollo de estrategias docentes.

En 2006, el bachillerato de la Universidad como conjunto retomó esfuerzos anteriores mediante un programa conducente a replantear los contenidos temáticos de las disciplinas, de manera que estén alineados con los avances más recientes en las distintas áreas del conocimiento, sean pertinentes y puedan integrarse en experiencias de aprendizaje interdisciplinarias. Este trabajo fue realizado por grupos

de expertos de la UNAM, quienes han trabajado también en el desarrollo de materiales didácticos, entre los que destaca la colección de libros de texto Conocimientos Fundamentales y las herramientas multimedia que la acompañan. Estos materiales están diseñados para usarse tanto en el CCH como en la ENP.

El aspecto más notable del proyecto de la UNAM, implementado tras un amplio trabajo de deliberación y concertación entre diversos actores de esta institución, es que no busca uniformar los planes de estudio del CCH y la ENP. Por el contrario, cada una de estas opciones educativas preserva su identidad, definida por su historia y su inserción social, pero se asegura de que los alumnos adquieran una serie de conocimientos y habilidades que se consideran necesarios para su futuro desempeño.

### Bachillerato del IPN

En 2004 se consolidó la reforma del bachillerato tecnológico bivalente del Instituto Politécnico Nacional, en el marco del Nuevo Modelo Educativo de esta institución. El Modelo propone una educación centrada en el aprendizaje, en la que cada estudiante, con la guía de sus profesores, participa en el diseño de su trayectoria educativa. Con este enfoque se busca dejar de lado la concepción del estudiante como receptor de información y convertirlo en el principal agente de su propio desarrollo.

El Modelo se traduce en la flexibilización de planes y programas de estudio, y una mayor libertad de movilidad de los estudiantes entre las distintas unidades académicas del Instituto. Adicionalmente, cada una de las unidades puede adaptar sus programas y planes de estudio a sus características y objetivos.

### 5.3 La educación media superior en México.

En México, en los últimos treinta años hubo un crecimiento sin precedentes de la atención a la demanda de EMS pasó de 25% en 1980 a 64% en 2010 (Tabla 1), debido, principalmente, a que el porcentaje de absorción de la secundaria se incrementó significativamente, pues en el mismo periodo subió de 17% a 97%.

Las cifras anteriores, sin embargo, son menos halagüeñas al constatar que en esas mismas tres décadas los indicadores de calidad de la educación prestada no mejoraron: la eficiencia terminal apenas subió 3% en la opción profesional técnica, y bajó 6% en el bachillerato. Además, los índices de deserción y reprobación permanecieron prácticamente iguales.

*Tabla 1. Indicadores de calidad de la educación media superior*

Indicadores	Fecha	1980-1981	1990-1991	2000-2001	2005-2006	2006-2007	2007-2008*	2008-2009	2009-2010e
Matrícula		1 388.1	2 100.5	2 955.7	3 658.8	3 742.9	3 830.0	3 923.8	4 063.9
% atención a la demanda		25.7	36.0	47.6*	58.6	59.3	60.9	62.3	64.5
Profesional técnico		2.7	6.5	Nd	5.8	5.2	Nd	5.9	6.1
Bachillerato		23.0	29.5	Nd	52.8	54.1	Nd	56.4	58.4
% absorción									
Profesional técnico		9.16	14.4	12.3*	10.4	10.0	10.1	9.9	9.9
Bachillerato		8.8	61.0	81.0*	84.9	Nd	86.0	Nd	86.9
% eficiencia terminal									
Profesional técnico		45.6	37.8	44.5*	47.6	41.4	Nd	46.0	48.8
Bachillerato		68.9	60.1	59.3*	59.6	60.1	61.0	61.7	62.5
Índice de deserción EMS		14.8	18.8	Nd	16.5	16.3	16.3	15.7	15.1
Índice de reprobación EMS		32.7	44.2	Nd	34.7	Nd	Nd	33.3	32.2

(Instituto Nacional para la Evaluación, 2011).



Las cifras del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE), muestran un sistema de EMS atravesado por la desigualdad social estructural: en 2008, poco más de la cuarta parte (26.9%) de la población joven (de 15 a 29 años) tenía rezago educativo, es decir que no había terminado la educación básica. Si a esta población rezagada se la divide por quintil de ingreso neto per cápita, encontramos que en el quintil 1 –el más desfavorecido– 50.7% sufre rezago educativo; mientras que en el quintil 5 éste desciende a 7.3%. Igualmente, si se compara el rezago educativo de los jóvenes por subpoblaciones (Tabla 2) encontramos que en la población rural e indígena se concentra el mayor rezago educativo (50.9% y 52.0%); mientras que en las ciudades y entre la población no indígena se reduce a la mitad (21.0% y 27.6%).

Para completar esta visión general de desigualdad educativa entre los jóvenes de nuestro país podemos decir que, en 2006, menos de la mitad de jóvenes entre 15 y 19 años de edad tenía como actividad principal el estudio; mientras que 28% sólo trabajaba, 17% no hacía nada, y 7% estudiaba y trabajaba. Conforme aumenta la edad descienden los porcentajes de quienes estudian, y ascienden los de quienes sólo trabajan y de los que no estudian ni trabajan. Éstos alcanzan la tercera parte de la población de individuos de 25 a 29 años de edad.

*Tabla 2. Porcentaje de población joven con rezago educativo en cada subpoblación (2005).*

Tamaño de la localidad			Tipo de hogar	
Rural	Semiurbana	Urbana	Hogar indígena	Hogar no indígena
50.9	35.8	21.0	52.0	27.6

Fuente: INEE (2011, p. 60).

(Instituto Nacional para la Evaluación, 2011)

En 2008, el porcentaje de la población atendible por el sistema de EMS que tenía entre 15 y 17 años; es decir, la que tenía educación básica, pero no media superior, era de 67.0%. Si se la compara por quintil de ingreso neto per cápita, encontramos que en el quintil 1, el más desfavorecido, sólo 53.1% estudia algún bachillerato, contra 80.9% en el quintil 5, el mejor acomodado en la escala social. Entre los sexos, se puede apreciar que en general hay un poco más de mujeres estudiando.

En otras palabras, de acuerdo con la Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS, 2013), la tasa de abandono en el país implica que 650 mil alumnos dejan la escuela cada año. El 61% de quienes abandonan la escuela media superior son estudiantes de primer año. Aunque es entre las familias con menores recursos, cuyos padres cuentan con una escolaridad más baja, donde hay mayores posibilidades de abandono, hay tres factores relacionados con el ámbito escolar –la baja asistencia a la escuela, reprobar y tener bajas calificaciones– que orillan significativamente a los alumnos a dejar la escuela.

Ante estas cifras en torno del contexto social en el que se desarrolla la EMS de nuestro país es necesario subrayar:

1. Que es la sociedad la que da sentido a los sistemas educativos, y que las situaciones de desigualdad estructural, como las presentadas, reflejan el poco valor que ella y sus gobiernos han dado a la educación;
2. La magnitud del esfuerzo que los gobiernos deben estar dispuestos a realizar;
3. Que las dificultades individuales de las personas, particularmente de los jóvenes, para permanecer en la escuela están relacionadas con las diferentes oportunidades educativas a las que pueden acceder desde los

distintos ámbitos socioeconómicos, geográficos y culturales; estas oportunidades son tan dispares que segmentan las posibilidades reales de movilidad socioeconómica de las distintas subpoblaciones.

*Tabla 3. Porcentaje de la población atendible por el subsistema de educación media superior, según el quintil de ingreso neto per cápita, por grupos de edad.*

Quintil de ingresos	Con básica y sin media superior			
	15-17 años	15-18 años	18-29 años	15-29 años
I	53.1	50.8	33.3	39.1
II	63.3*	60.5*	40.2*	46.9*
III	68.7	64.7	41.2*	48.3
IV	73.3	67.9	38.5	45.7
V	80.9*	70.8	20.3*	31.5*
Total	67.0	62.6	34.6	42.5

<sup>a</sup>: La población atendible en media superior se refiere a aquella con educación básica y sin media superior.  
 \*: Diferencias estadísticamente significativas del quintil de ingresos previo (diferencia de 95% de confianza).  
 Fuente: INEE (2011, p. 74).

(Instituto Nacional para la Evaluación, 2011).

## 5.4 La Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS)

La Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS) y la conformación de un Sistema Nacional de Bachillerato (SNB) se han puesto en marcha con objeto de dar respuesta a los complejos problemas de este nivel educativo. Esta reforma se

propone responder a una demanda de EMS sin precedentes. (Subsecretaría de Educación Media, 2008).

Del análisis de las características de la oferta de educación media superior en el país de la población en edad de cursarla, así como de los cambios que se han desarrollado en este nivel en años recientes y los que se observan en el mundo se desprende la siguiente propuesta curricular, la cual tiene como objeto la creación de un Sistema Nacional de Bachillerato en un marco de diversidad.

Este sistema busca fortalecer la identidad del nivel en un horizonte de mediano plazo, al identificar con claridad sus objetivos formativos compartidos, que ofrezca opciones pertinentes y relevantes a los estudiantes, con métodos y recursos modernos para el aprendizaje y con mecanismos de evaluación que contribuyan a la calidad educativa, dentro de un marco de integración curricular que potencie los beneficios de la diversidad. Para ello se propone tres principios básicos que deben estar en la base de un consenso global:

- Reconocimiento universal de todas las modalidades y subsistemas del bachillerato.
- Pertinencia y relevancia de los planes de estudio.
- Tránsito entre subsistemas y escuelas. (Subsecretaría de Educación Media, 2008)

A pesar de los esfuerzos del sistema educativo y del Estado por atender de manera creciente a los jóvenes en edad de cursar este nivel educativo y por diversificar e innovar dicho nivel los resultados de los últimos treinta años muestran que hubo un desarrollo no planeado, resultado de la sola atención a la demanda social creciente, pero sin políticas orientadas a mejorar la eficiencia terminal del nivel y la calidad de

la educación. En ese sentido, se puede hablar de una democratización cuantitativa de la enseñanza, porque es claro el aumento del porcentaje del grupo etario que actualmente accede a la educación media superior, mas no se puede hablar de una democratización cualitativa, pues no se ha logrado que la igualdad de oportunidades frente a la escuela sea una realidad. En México no se puede permitir que los itinerarios escolares de los jóvenes dependan solamente de su mérito escolar, cuando es sabido que hay una relación estrecha entre el nivel de ingreso familiar, el nivel sociocultural de la familia y el logro educativo alcanzado (Villa Lever, 2007). Además, hoy la EMS es considerada como condición indispensable para entrar a la vida laboral, por ser, cada vez más, el requisito para ingresar a un trabajo formal o para tener una mejor perspectiva de empleo.

### **Propuestas de políticas educativas**

Habrá que tomar en cuenta que, como resultado de la aceleración del proceso de globalización a escala mundial, se ha transformando el mundo del trabajo, del conocimiento y de la educación. Gracias al avance de los sistemas de comunicación e información, asociados también al desarrollo de una nueva estructura tecnológica basada en la microelectrónica, el conocimiento se ha vuelto un componente estratégico, en la medida en que la información y la innovación son los ejes principales del nuevo sistema globalizado. Son indispensables, en consecuencia, recursos humanos de diferente naturaleza, capaces de adaptarse a las innovaciones, a la obsolescencia rápida de “saberes” y especialidades, a las consecuencias derivadas del masivo movimiento de capitales y de otros factores de producción, así como personas con valores que promuevan la paz y la justicia, con actitudes cívicas relacionadas con la ciudadanía y la responsabilidad comunitaria. En ese contexto, la EMS (Subsecretaria de Educación Media, 2008) deberá poner especial atención en:

1. Que el nivel de escolarización promedio de las jóvenes generaciones no sólo aumente en accesibilidad, sino que mejore de manera efectiva su aprendizaje. Para ello es necesario incidir en la calidad educativa, de la que son piedra angular los docentes, por lo que es fundamental atender su formación continua, así como los planes de estudio.
2. Mejorar la retención en el nivel con ayuda de la figura del tutor, quien propicie que los jóvenes que ingresaron y, por tanto, vencieron las barreras, no abandonen el sistema educativo. Así, evitarán las consecuencias personales, sociales y laborales que marcarán negativamente su proyecto de futuro y limitarán sus posibilidades de acceso a las oportunidades de desarrollo y crecimiento. Por ello es tan importante detectar a los jóvenes en riesgo y propiciar en la institución el desarrollo de políticas de apoyo orientadas hacia ellos.
3. Cuidar que no sean los jóvenes de los sectores más desfavorecidos quienes abandonen el nivel, pues se estaría coadyuvando a que la inequidad del sistema se acreciente. En ese sentido es indispensable tomar en cuenta las desigualdades señaladas, con objeto de que todos los jóvenes tengan realmente, y no sólo potencialmente, las mismas oportunidades educativas. Por tanto, habría que implementar servicios educativos que tomen en cuenta las necesidades de los jóvenes que deben trabajar al mismo tiempo que estudian, de quienes viven en lugares apartados adonde no llegan los servicios educativos –como muchas comunidades rurales e indígenas– o de aquellos que, por diversas dificultades, no estudian ni trabajan, muchos de los cuales se dedican al trabajo doméstico.
4. Favorecer la democratización cualitativa que supone un buen grado de desempeño y de logro educativo entre los jóvenes matriculados, a partir de

factores propios de la escuela, principalmente con maestros bien formados, programas de acompañamiento tutorial, acceso a bibliotecas, videotecas, computadoras e Internet, etcétera, que propicien un ambiente escolar que responda a las nuevas necesidades del conocimiento y, también, como espacio juvenil que aliente a los jóvenes a permanecer en él.

5. Reforzar los vínculos con el mundo del trabajo mediante la participación de sus representantes en los órganos rectores de las instituciones, así como la combinación de estudios y trabajo entre docentes y estudiantes, el intercambio de personal entre el mundo laboral y las instituciones educativas, y la revisión de los planes de estudio para que se adapten mejor a las prácticas profesionales.
6. Aprovechar plenamente las tecnologías de la información y la comunicación con fines educativos, esforzándose al mismo tiempo por corregir las graves desigualdades existentes.
7. Crear nuevos entornos pedagógicos –desde los servicios de educación a distancia hasta los establecimientos y sistemas “virtuales” de enseñanza– capaces de acortar las distancias y establecer sistemas de educación de alta calidad, favoreciendo así el progreso socioeconómico y la democracia.

En el marco de la globalización económica y de las perspectivas que podría ofrecer la construcción de una sociedad de conocimiento para México, la falta de acciones para remediar esta situación colocará a los jóvenes de nuestro país en condiciones de gran vulnerabilidad, si tomamos en cuenta que una parte muy importante de ellos se convertirá en una población económicamente activa sin la preparación mínima requerida tanto para emplearse en los mercados dinámicos e internacionales como para construir una sociedad democrática en la que la participación sea la base de su fuerza. Lo que no se puede dejar de atender es (Villa, 2014):

1. El no ingreso a la EMS o el abandono prematuro de ella, que suponen un problema de injusticia y de desigualdad social.

Los jóvenes que no ingresan a la EMS o que abandonan la escuela antes de terminarla tendrán dificultades para ser adultos con posibilidades reales de encontrar un trabajo bien remunerado y pasarán a formar parte del grupo de jóvenes desempleados, con baja escolaridad, que no estudian ni trabajan. Para ellos, la inequidad de oportunidades educativas se convertirá en exclusión social. Conforme pase el tiempo, esta situación se agravará, en la medida en que se aprobó una ley que hace obligatorio el bachillerato. Por ello, el Estado tiene el deber de proporcionar los medios para que todos los jóvenes en edad de cursar el nivel tengan la posibilidad real de hacerlo, con índices de calidad de la educación impartida aceptables y similares para todos. En este contexto, la función del tutor es importante, porque al estar consciente del contexto que rodea a los jóvenes puede, junto con el estudiante, alimentar su desarrollo humano, sus capacidades y libertades fundamentales.

2. Que hasta ahora el futuro laboral de los jóvenes queda definido por el tipo de EMS frecuentado.

Actualmente, la EMS es considerada como condición indispensable para entrar a la vida, por ser cada vez más un requisito para ingresar a un trabajo formal o para tener una mejor perspectiva de empleo. Según la CEPAL, la educación formal comienza a ser discriminativa para el trabajo a partir de los 12 años de escolaridad, y quienes tienen mayores niveles de escolaridad tienen más posibilidades de obtener una mejor oportunidad de empleo.



La desigualdad social, reflejada en los orígenes socioculturales diferenciados por tipo de modalidad y por las diferentes calidades de educación recibida, ofrece perspectivas de movilidad socioeconómica distinta a partir de la educación, pues hay diferencias estructurales en las oportunidades educativas.

De la misma manera, los distintos planes de estudio –que tienen un grado de heterogeneidad importante, aun cuando ahora se proponga la formación de competencias similares para todos– orientan a los jóvenes hacia salidas socialmente diferenciadas, por tanto, el tipo de EMS frecuentado define su futuro laboral. En otras palabras, es indispensable luchar contra la atención segmentada de este nivel educativo y pensar en una política de reposicionamiento de la EMS en México que dé respuesta a la actual demanda masiva y heterogénea de jóvenes, sin diferenciarlos ni establecer jerarquías entre ellos.

En ese sentido, la propuesta de la RIEMS de un nuevo título de bachillerato –que se pretende nacional y único, con respeto a la diversidad– podrá funcionar sólo si la diversidad curricular deja de estar cruzada por la diferenciación socioeconómica de los estudiantes, y, también, en la medida en que haya resultados de calidad semejantes en los distintos contextos que caracterizan a quienes demandan las distintas opciones.

3. Que, hasta ahora, la EMS no ha sido capaz de plantear respuestas a la demanda masiva y heterogénea de los jóvenes que la solicitan, y tampoco ha resuelto sus problemas de calidad, relevancia y pertinencia.

4. Reducir las diferencias sociales arraigadas en las condiciones originales de algunos grupos de la población.
5. Propiciar la existencia de una autoridad nacional rectora del crecimiento y desarrollo de la EMS que facilite un funcionamiento coordinado y que vigile la operación y el seguimiento de la calidad de la educación impartida.

## **5.5 La formación integral y por competencias, como eje de las reformas educativas**

La formación integral ha sido, desde prácticamente siempre, una de las grandes pretensiones de la educación. En los bachilleratos generales, pero centralmente en los que ofertan bachilleratos tecnológicos o bivalentes, la falta de atención a este objetivo se observó de manera nítida en los diagnósticos realizados años atrás. Los contenidos curriculares en estos últimos han sido básicamente técnicos y dejan muy poco o nulo espacio para la reflexión sobre el ser humano, las circunstancias familiares y sociales en las que se desarrolla y el mundo en el que vive; para comprender y contemplar el arte; o bien para el cuidado de la salud. Dicha situación colocó a los jóvenes que egresan de los bachilleratos bivalentes en un plano de desigualdad frente a quienes sí adquirieron esas competencias. Si bien los jóvenes egresados de centros como el Conalep o el IPN desarrollaron habilidades técnicas muy valiosas, expresaron limitaciones para ejercer tareas de liderazgo, trabajo en equipo y argumentar sus ideas. (Huerta Cuervo, 2014).

## 6 MARCO PEDAGÓGICO.

### 6.1 El Aprendizaje Basado en la Experiencia

Es una realidad que en nuestra sociedad es necesario adquirir en poco tiempo ciertas competencias acordes a la alta exigencia competitiva de las empresas y las condiciones cambiantes del contexto en el cual se desenvuelven. Por ello, promover habilidades relacionadas con la resolución de problemas, el aprendizaje autónomo y la capacidad para tomar decisiones, auto-dirigir sus acciones y analizar su impacto, toman un alto valor.

Para el logro de estas competencias, las teorías pedagógicas concuerdan en que el aprendizaje experiencial es una herramienta muy útil, especialmente en la formación en el trabajo, es donde es importante adquirir conocimiento con eficacia y en corto tiempo.

El aprendizaje basado en la experiencia, experiencial, fáctico, *"learning by doing"* o *"hands-on learning"* está enmarcado en lo que generalmente llamamos aprendizaje activo. El mismo, supone impulsar a las personas a descubrir por sí mismas los principios de funcionamiento de los sistemas, procesos, etc. a través de la experimentación y la exploración. (Santamarina & Llull, 2015).

El aprendizaje Basado en la experiencia básicamente consiste en un proceso de aprendizaje en el cual las personas (individualmente o en grupo) realizan determinadas acciones y observan los efectos. Luego, los analizan para entender el impacto de sus actos en ese contexto particular y evalúan si en otros escenarios o situaciones se podrían producir los mismos resultados. De esta manera, pueden

inferir los principios que produjeron esos resultados y anticipar los efectos de sus acciones futuras.

Este tipo de formación promueve una construcción del conocimiento profunda y aumenta la comprensión y la eficacia y eficiencia en la puesta en práctica de las competencias aprendidas.

Ello se vincula con el aumento de la motivación y la mejora en el uso de las estrategias de aprendizaje, ya que la persona se siente más involucrada en la elaboración del conocimiento.

Además, la evidencia indica que el aprendizaje experiencial incrementa las expectativas de logro y la confianza en las propias habilidades, ayuda a integrar conocimientos entre sí y con experiencias y conocimientos interiores, y promueve la adquisición de mayor cantidad de conocimiento, más profundamente y a más largo plazo.

Ausubel propuso que el aprendizaje más adecuado no es aquel donde lo que debe ser aprendido se presenta en su forma final, sino aquel en que debe ser descubierto por el que aprende, quien ocupa un rol más activo que en los enfoques tradicionales. (Ausubel, 2002)

Bruner propone que el aprendizaje es un proceso activo donde la actividad de procesamiento de la información implica que el que aprende debe construir y reorganizar el conocimiento en su estructura cognitiva por medio de los diferentes niveles de representación. Esto significa que aprende cuando transforma la

información según las reglas con las que se representa su propia experiencia. De allí la importancia del aprendizaje experiencial. (Bruner & Goodman, 1947).

### **El concepto de desarrollo intelectual de Bruner.**

Para Bruner la educación es el resultado global de las influencias familiares, comunitarias, culturales y de formación académica que un determinado grupo humano ofrece a sus miembros. (Bruner & Goodman, 1947).

Por su parte la instrucción consiste en conducir al aprendiz por medio de una secuencia de definiciones y redefiniciones acerca de un problema o cuerpo de conocimientos que aumenta su habilidad para captar, transformar y transferir lo que ha aprendido.

Características de esta teoría:

Es prescriptiva, es decir define reglas y procedimientos para adquirir conocimientos y habilidades. Además, proporciona los criterios para evaluar la enseñanza o el aprendizaje. Dentro de esta parte, pretende que la instrucción sea flexible y dinámica.

Aspectos que deben considerarse:

- La activación: El primer paso para un aprendizaje significativo es lograr que el alumno esté motivado. Según Bruner esta depende en gran medida de la activación que el educador logre despertar en sus estudiantes, mediante una

planificación cuidadosa, con originalidad, imaginación, con integración de la información nueva con la ya conocida, partiendo del conocimiento previo del estudiante y la capacidad de modificar la estrategia cuando se requiera.

- El mantenimiento: No basta con activar al alumno al inicio de la lección debe mantenerse su interés, a lo largo de toda la sesión de estudio.
- La dirección: El aprendizaje debe seguir cierta secuencia en función de la complejidad de los conceptos implicados. Para ello el educador debe estar familiarizado con la teoría subyacente y poder relacionarla con las situaciones prácticas.

Sus elementos constituyentes:

- Especificación de las experiencias que hacen que un individuo tenga predisposición hacia el aprendizaje.
- Especificación de la estructura adecuada de un cuerpo de conocimiento.
- Señalar las consecuencias más efectivas en que deben presentarse los materiales que se van a aprender.
- El ritmo de aprendizaje de cada estudiante.
- Grado de premios recompensas y castigos.

### **¿Cómo se lleva a la práctica el aprendizaje experimental?**

Existen dos vías para llevar a la práctica el aprendizaje basado en la experiencia: la práctica de campo en: 1. Situaciones reales o en 2. Situaciones simuladas. (Santamarina & Llull, 2015).

1. La práctica en situaciones reales tiene la ventaja de dotar de total realismo al aprendizaje. Sin embargo, al planificar una actividad de este tipo nos encontramos con ciertas limitaciones. Por una parte, los errores cometidos por el que aprende pueden afectar adversamente (en cuanto a calidad de producto, productividad, costos, etc.) al proceso en el cual actúa. Por otra, el aprendizaje se restringe a las situaciones admitidas en el proceso real, y por ello el conocimiento adquirido queda limitado. Además, la cantidad de situaciones que se pueden experimentar es pequeña, pues una vez realizada determinada acción es muy difícil, o imposible, retornar el sistema al estado anterior para experimentar con acciones diferentes.
2. Las simulaciones permiten aprender a través del descubrimiento personal y la exploración en un medio artificial similar a la realidad.

De esta forma, se pueden desarrollar y evaluar aquellos tipos de competencias que son mejor aprendidas a través de la experimentación o de la puesta en práctica, como por ejemplo habilidades técnicas, interpersonales y de trabajo en equipo, de gestión de sistemas complejos (empresariales, económicos, industriales, logísticos, ecológicos, sociales, etc.), para afrontar situaciones impredecibles, etc.

Pero también pueden tener desventajas. Por una parte, se trabaja en situaciones imaginarias, y se requiere un diseño muy cuidadoso para dotarlas del mayor realismo posible. Por otra, el desarrollo de los recursos necesarios para algunos tipos de simulaciones puede ser complejo y costoso.

Hay varios tipos de simulaciones aplicables al aprendizaje experiencial. Entre ellas, las sistémicas han demostrado ser muy eficaces, porque permiten:

- ✓ Actuar del mismo modo que en la realidad.
- ✓ Vincular más fácilmente otras experiencias con el nuevo conocimiento.
- ✓ Elaborar núcleos complejos de conocimiento con mayor facilidad, profundidad y retención.
- ✓ Dar lugar a diferentes estilos de aprendizaje.
- ✓ Cometer errores sin provocar daños y aprender a evitarlos y manejar sus consecuencias.
- ✓ Conocer las variables que influyen en el funcionamiento del sistema simulado y sus interrelaciones.

Además, el uso de la computadora en las simulaciones sistémicas posibilita:

- ✓ Efectuar en forma fácil y rápida procesos que en la realidad pueden ser muy complejos.
- ✓ Presentar los resultados de diversas formas: textos, imágenes, sonido, vídeo, etc.
- ✓ Obtener los resultados rápidamente, lo cual facilita la percepción de las relaciones causa-efecto.
- ✓ Ensayar en poco tiempo una amplia variedad de situaciones.
- ✓ Facilitar el trabajo en equipo y la construcción de comunidades de aprendizaje, pues un entorno adecuado permite mantener una comunicación muy activa con los compañeros sin limitaciones de tiempo o lugar.
- ✓ Tener fácilmente al alcance una amplia variedad de fuentes de información, en diferentes formatos.
- ✓ Contar con soporte y asesoría durante la simulación sin interferir con ella.
- ✓ Observar el funcionamiento del sistema paso a paso, para comprender mejor su funcionamiento.



En aprendizaje basado en la experiencia es muy valioso porque permite:

- ✓ Vincular el objeto de aprendizaje con la realidad y la experiencia previa, lo cual aumenta su significatividad y retención.
- ✓ Trabajar en situaciones de intensa cooperación o colaboración.
- ✓ Adquirir habilidades de resolución de problemas, pensamiento lateral y trabajo en equipo.
- ✓ Dar un enfoque integrador a los conocimientos a incorporar.

La virtud de las simulaciones es que permiten superar las limitaciones de la práctica en situaciones reales, especialmente en lo relativo a amplitud y profundidad del aprendizaje y a efecto adverso de los errores.

Por lo tanto, el aprendizaje experiencial y las simulaciones son herramientas muy útiles para abordar situaciones de aprendizaje en las cuales necesitamos la formación de personas con habilidades y competencias sumamente necesarias en la realidad. (Santamarina & Llull, 2015).

## **6.2 Modelo de David Kolb, aprendizaje basado en experiencias.**

David Kolb, era un experto en administración de la Universidad Case Western Reserve, desarrolló un modelo de aprendizaje basado en experiencias. Para Kolb "la experiencia se refiere a toda la serie de actividades que permiten aprender". (Lozano, 2000).

Kolb incluye el concepto de estilos de aprendizaje dentro de su modelo de aprendizaje por experiencia y lo describe como "algunas capacidades de aprender que se destacan por encima de otras como resultado del aparato hereditario de las experiencias vitales propias y de las exigencias del medio ambiente actual. Llegamos a resolver de manera característica los conflictos entre el ser activo y reflexivo y entre el ser inmediato y analítico. Algunas personas desarrollan mentes que sobresalen en la conversión de hechos dispares en teorías coherentes y, sin embargo, estas mismas personas son incapaces de deducir hipótesis a partir de su teoría, o no se interesan por hacerlo; otras personas son genios lógicos, pero encuentran imposible sumergirse en una experiencia y entregarse a ella". (Kolb, Rubin, & McIntyre, 1974)

### **Descripción del modelo.**

Kolb identificó dos dimensiones principales del aprendizaje: la percepción y el procesamiento. Decía que el aprendizaje es el resultado de la forma como las personas perciben y luego procesan lo que han percibido.

Describió dos tipos opuestos de percepción:

- ✓ Las personas que perciben a través de la *experiencia concreta*,
- ✓ Las personas que perciben a través de la *conceptualización abstracta* (y generalizaciones).

Kolb también encontró ejemplos de ambos extremos:

- ✓ Algunas personas procesan a través de la *experimentación activa* (la puesta en práctica de las implicaciones de los conceptos en situaciones nuevas),
- ✓ Mientras que otras a través de la *observación reflexiva*.

La yuxtaposición de las dos formas de percibir y las dos formas de procesar es lo que llevó a Kolb a describir un modelo de cuatro cuadrantes para explicar los estilos de aprendizaje.

- ✓ Involucrarse enteramente y sin prejuicios a las situaciones que se le presenten,
- ✓ Lograr reflexionar acerca de esas experiencias y percibir las desde varias aproximaciones,
- ✓ Generar conceptos e integrar sus observaciones en teorías lógicamente sólidas,
- ✓ Ser capaz de utilizar esas teorías para tomar decisiones y solucionar problemas.



(Kolb D. , 1984)

*Figura 2. Estilos de aprendizaje según Kolb*

De estas capacidades experiencia concreta (EC), observación reflexiva (OR), conceptualización abstracta (CA) y experimentación activa (EA) se desprenden los cuatro **estilos de aprendizaje**.

Kolb se valió de un inventario para medir los puntos fuertes y débiles de las personas, pidiéndoles que ordenaran en forma jerárquica cuatro palabras que se relacionaban con las cuatro capacidades.

La muestra de Kolb consistió sólo en adultos, la mayoría de los cuales habían terminado sus estudios profesionales o estaban a punto de hacerlo.

A continuación se describen los cuatro tipos dominantes de estilos de aprendizaje (Tabla 4):

*Tabla 4. Estilos de aprendizaje*

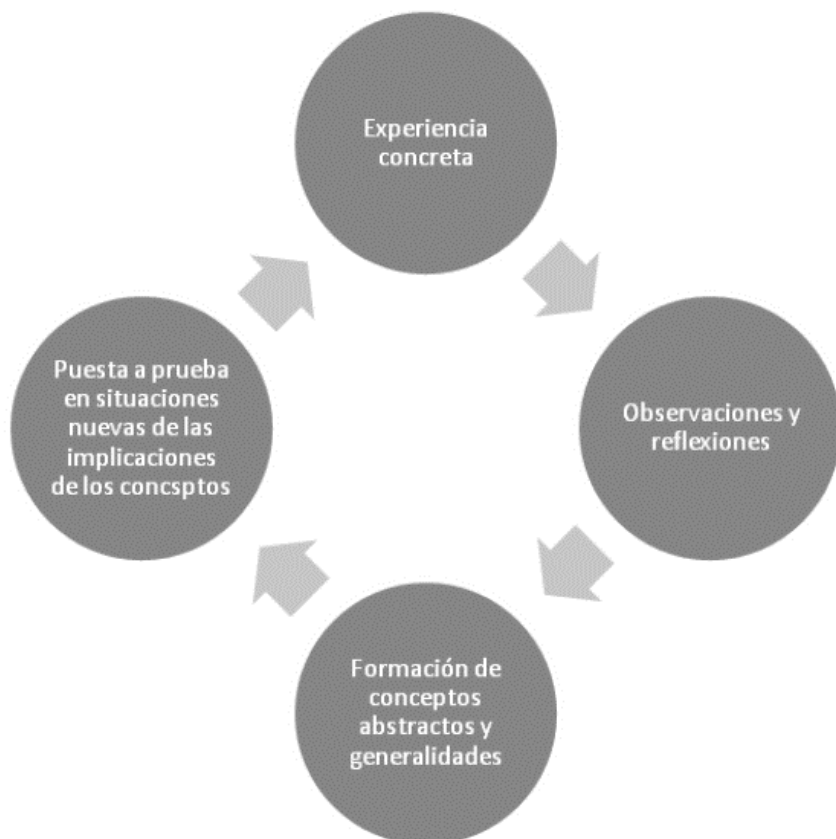
Características del alumno convergente	Características del alumno divergente	Características del alumno asimilador	Características del alumno acomodador
Pragmático	Sociable	Poco sociable	Sociable
Racional	Sintetiza bien	Sintetiza bien	Organizado
Analítico	Genera ideas	Genera modelos	Acepta retos
Organizado	Soñador	Reflexivo	Impulsivo
Buen discriminador	Valora la comprensión	Pensador abstracto	Busca objetivos
Orientado a la tarea	Orientado a las personas	Orientado a la reflexión	Orientado a la acción
Disfruta aspectos técnicos	Espontáneo	Disfruta la teoría	Dependiente de los demás
Gusta de la experimentación	Disfruta el descubrimiento	Disfruta hacer teoría	Poca habilidad analítica
Es poco empático	Empático	Poco empático	Empático
Hermético	Abierto	Hermético	Abierto
Poco imaginativo	Muy imaginativo	Disfruta el diseño	Asistemático
Buen líder	Emocional	Planificador	Espontáneo
Insensible	Flexible	Poco sensible	Flexible
Deductivo	Intuitivo	Investigador	Comprometido

### 6.3 El modelo de aprendizaje mediante experiencia

Existen dos razones para aplicarle la palabra experiencia. (Lozano, 2000)

- a) Histórica: lo vincula con la psicología social de Kurt Lewin en la década del cuarenta y los trabajos sobre sensibilización y formación en el laboratorio de los cincuenta y sesenta.
- b) Importancia de la experiencia: este enfoque diferencia esta postura de otros enfoques cognoscitivistas en el proceso de aprendizaje.

El núcleo del modelo es una sencilla descripción del modelo de aprendizaje, de cómo se traduce la experiencia en conceptos que se emplean a su vez como guías de elección de nuevas experiencias.



*Figura 3. Etapas del aprendizaje*

El aprendizaje se concibe como un ciclo de cuatro etapas. La experiencia inmediata, concreta, es la base de la observación y la reflexión. Observaciones que se asimilan a una “teoría” de la que se pueden deducir nuevas implicaciones para la acción. Implicaciones o hipótesis que sirven entonces de guías para actuar en la creación de nuevas experiencias. El que aprende necesita, si ha de ser eficaz, cuatro clases diferentes de capacidades: Capacidad de experiencia concreta (EC); de observación reflexiva (OR); conceptualización abstracta (CA) y experimentación activa (EA). (Lozano, 2000)

## 6.4 Estilos individuales de aprendizaje

La mayor parte de las personas desarrollan estilos de aprendizaje que destacan, por encima de otras, algunas capacidades para aprender: esto es el resultado del aparato hereditario de las experiencias vitales propias y de las exigencias del medio ambiente actual. Algunas personas desarrollan mentes que sobresalen en la conversación de hechos dispares en teorías coherentes y, sin embargo, estas mismas personas son incapaces de deducir hipótesis a partir de su teoría, o no interesan por hacerlo, otras son genios lógicos, pero encuentran imposible sumergirse en una experiencia y entregarse a ella. El directivo puede estar interesado principalmente en la aplicación activa de ideas, mientras el naturalista puede desarrollar en alto grado su capacidad de observación. Cada uno de nosotros desarrollamos de manera excepcional estilos de aprendizaje que tiene sus puntos débiles y sus puntos fuertes. (Kolb, Rubin, & McIntyre, 1974)

Hay cuatro estilos dominantes (Kolb, Rubin, & McIntyre, 1974):

### 1. Convergente:

- ✓ Predominio de la conceptualización abstracta (CA) y la experimentación activa (EA)
- ✓ Aplicación práctica de ideas
- ✓ Parece manejarse mejor cuando se trata de pruebas convencionales de inteligencia en las que hay una sola respuesta o soluciones correctas para una pregunta o un problema.
- ✓ Sus conocimientos están organizados de manera tal que puedan concentrarlos en problemas específicos mediante el razonamiento hipotético-deductivo.
- ✓ La investigación de Liam Hudson (1966) acerca de este estilo de aprendizaje demuestra que los convergentes son relativamente insensibles y prefieren tratar con cosas antes que con personas. Tienen intereses técnicos limitados

y optan por especializarse en las ciencias físicas. Este estilo de aprendizaje es el característico de muchos ingenieros.

## 2. Divergente:

Es un estilo opuesto al estilo convergente. Se desempeña mejor en la experiencia concreta (EC) y observación reflexiva (OR). Su punto más fuerte reside en su capacidad imaginativa. Se destaca por la consideración desde muchas perspectivas de las situaciones concretas. Las personas cuentan con él se definen mejor en situaciones que exigen una producción de ideas como la que se da en una sesión de "brainstorming". Los trabajos de Hudson (1996) acerca de este estilo de aprendizaje demuestran que los divergentes se interesan en las personas, y tienden a ser imaginativos y sensibles. Tienen amplios intereses culturales y suelen especializarse en las artes.

Este estilo es característico de los directivos con antecedentes en humanidades y artes liberales. Los directivos de personal suelen caracterizarse por este estilo de aprendizaje.

## 3. Asimilador:

Son las conceptualizaciones abstractas (CA) y la observación reflexiva (OR). Su punto más fuerte se encuentra en su capacidad para crear modelos teóricos. Se destaca en el razonamiento inductivo, en la asimilación de observaciones dispares a una explicación integral. Como el convergente, se interesa menos por las personas y más por los conceptos abstractos, pero menos por la aplicación práctica de las teorías, ya que es más importante que éstas sean lógicamente sólidas y precisas. De manera que este estilo de aprendizaje es más característico de las ciencias básicas que de las aplicadas. Es un estilo que en las organizaciones se encuentren con más frecuencia en los departamentos de investigación y planificación.

#### 4. Acomodador:

Tiene los puntos opuestos a los asimiladores. Se desempeña mejor en la experiencia concreta (EC) y la experimentación activa (EA). Su punto más fuerte reside en hacer cosas, en llevar a cabo proyectos y experimentos y en involucrarse en experiencias nuevas. Suele arriesgarse más que las personas de los tres otros estilos de aprendizaje. Se califica este estilo de acomodador porque tiende a destacarse en las situaciones en las que debe adaptarse a circunstancias inmediatas específicas. En aquellas situaciones en las cuales la teoría o el plan no se avienen a los hechos, es muy probable que descarte la teoría o plan. El acomodador se siente cómodo con las personas, aunque a veces se lo vea impaciente y atropellador. Su formación suele haberse dado en terrenos técnicos o prácticos como el del comercio. Es un estilo que en las organizaciones encuentra en cargos orientados hacia la acción, a mendo en mercadotecnia o ventas.

<b>ACOMODADORES</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Comercio (67)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Historia (34)<ul style="list-style-type: none"><li>• Ciencias políticas (24)</li></ul></li></ul> <b>DIVERGENTES</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Psicología (24)</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Enfermería (13) Ingeniería (234)</li></ul> <b>CONVERGENTES</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Economía (91)</li></ul> <b>ASIMILADORES</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Matemáticas (34)<ul style="list-style-type: none"><li>• Sociología (15)</li></ul></li><li>• Química (27)</li></ul>

(Kolb, Rubin, & McIntyre, 1974)

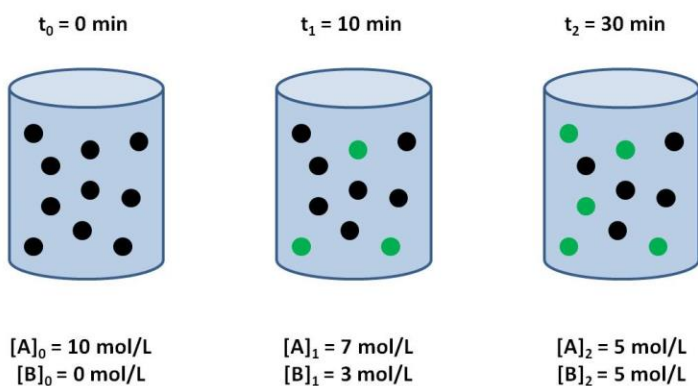
*Figura 4. Estilos de aprendizaje*



## 7 MARCO DISCIPLINAR

### 7.1 Cinética química y rapidez de reacción.

La rapidez de reacción química será definida como el cambio de concentración de los reactivos o productos, por unidad de tiempo, es decir, se considera el tiempo necesario para que los reactivos se conviertan en productos. La parte de la química que se encarga de estudiar la rapidez con que ocurren las reacciones químicas es la *cinética química*, así como de los factores que afectan dicha rapidez. (Enríquez, 2014)



*Figura 5. Cambio de concentración de reactivos o productos por unidad de tiempo.*

La rapidez de reacción se define como la cantidad de sustancia que se transforma en una determinada reacción por unidad de volumen y tiempo. Por ejemplo, la oxidación del hierro bajo condiciones atmosféricas es una reacción lenta que puede tardar muchos años, pero la combustión del butano en un fuego es una reacción que sucede en fracciones de segundo. (Arévalo, 2009)

La cinética química es la parte de la fisicoquímica que estudia la rapidez de las reacciones químicas, la dinámica química estudia los orígenes de los diferentes tipos de rapidez de las reacciones. El concepto de cinética química se aplica en muchas disciplinas, tales como la ingeniería química, enzimología e ingeniería ambiental. (Atkins & de Paula, 2008)

La medida de la rapidez de reacción implica la medida de la concentración de uno de los reactivos o productos a lo largo del tiempo, esto es, para medir la rapidez de una reacción necesitamos medir, bien la cantidad de reactivo que desaparece por unidad de tiempo, bien la cantidad de producto que aparece por unidad de tiempo. La rapidez de reacción se mide en unidades de concentración/tiempo, esto es, en moles/s.

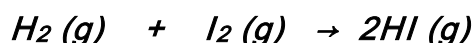
## **7.2 Teoría de Colisiones.**

Para comprender desde el punto de vista submicroscópico, cómo es que una reacción se lleva a cabo, es importante basarse en lo que se conoce como, Teoría de las colisiones, propuesta hacia 1920 por Gilbert N. Lewis (1875-1946). En ella se consideran a las partículas, ya sean átomos, moléculas o iones, como pequeñas esferas sólidas moviéndose de manera totalmente aleatoria. En esta teoría se contempla cumplir con tres condiciones para considerar que las reacciones puedan ocurrir:

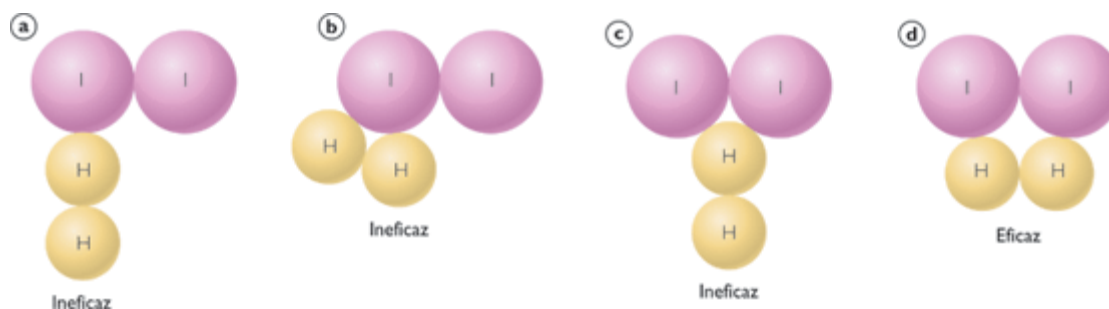
1. Las moléculas, átomos o iones de los reactivos deben chocar entre sí.
2. Los choques entre las moléculas, átomos o iones deben de ser con suficiente energía.
3. Para que exista un reordenamiento en los átomos de las moléculas, átomos o iones de los reactivos, estos deben chocar con una orientación determinada

(orientación correcta), para así formar el “complejo activado”, consecuencia de lo que se conoce como el “estado de transición”, que es un paso previo a la obtención de los productos.

Estas condiciones se pueden explicar en el siguiente ejemplo, en donde se analiza la posible reacción entre el hidrógeno (H<sub>2</sub>) y el Yodo (I<sub>2</sub>), ambas sustancias en estado gaseoso:



En primer lugar las moléculas de ambas sustancias chocan entre sí, pero deben hacerlo de manera efectiva, es decir con la suficiente energía y orientación correcta para que la reacción pueda ocurrir. Obsérvese en la Figura 6, en los casos (a), (b) y (c) el choque entre el hidrógeno y el yodo no es efectivo, consecuentemente no se obtuvo yoduro de hidrógeno (producto de la reacción química). En el caso (d) sucedió lo contrario ya que el choque fue efectivo y por lo tanto si hubo reacción. El modelo de esferas que representan un choque eficaz, también representan el “estado de transición” donde se forma el complejo activado, que finalmente da lugar al reordenamiento de los átomos, es decir la aparición de los productos.



*Figura 6. Representación de las colisiones efectivas y no efectivas en la reacción química entre el hidrógeno y el yodo.*

Para que la reacción entre el hidrógeno y el yodo ocurra adecuadamente es necesario que contengan la energía mínima necesaria, semejante a una barrera energética, que requieren para transformarse en yoduro de hidrógeno. Esta energía mínima necesaria para que los reactivos se transformen en productos, por medio de choques efectivos (con orientaciones correctas), recibe el nombre de energía de activación,  $E_a$ .

#### Principales características y suposiciones.

- Aplica solamente para reacciones bimoleculares en fase gas.
- Los gases consisten de un número muy grande de partículas, que pueden ser átomos o moléculas que están en movimiento aleatorio y continuo.
- La energía cinética promedio de las partículas no cambia con el tiempo siempre y cuando la temperatura permanezca constante.
- La energía de las partículas puede transferirse a través de colisiones.
- La reacción se produce por colisión entre las moléculas de reactivo.
- Considera que las moléculas o átomos son esferas duras y que no hay interacciones intermoleculares. Las fuerzas de atracción y repulsión entre las diferentes partículas son despreciables.
- El complejo activado no juega un papel importante en ésta teoría.
- Las moléculas se moverán en caminos rectos cuyas direcciones cambiarán solo cuando chocan entre sí o contra las paredes del recipiente.

### **7.3 Teoría del estado de transición (TET)**

Propuesta por Eyring. (Atkins & de Paula, 2008)

#### Postulados:

- La reacción tiene lugar cuando las moléculas chocan entre sí.
- Se forma un complejo activado (complejo del estado de transición) de energía relativamente alta.

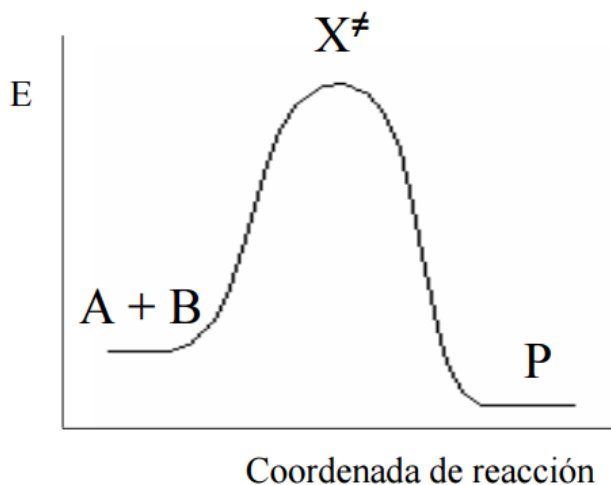
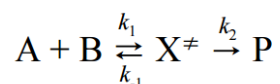


Figura 7. Complejo activado del estado de transición.

- Los reactivos están siempre en equilibrio con el complejo del estado de transición. Esta hipótesis constituye la parte fundamental de esta teoría y es la diferencia con la Teoría de las Colisiones.

$$r = -\frac{d[C]}{dt} = k' C$$



$$k_1[A][B] = k_{-1}[X^\ddagger]$$

- La rapidez de formación de producto es igual a la concentración de complejo activado en la cima de la barrera de energía multiplicada por una constante.

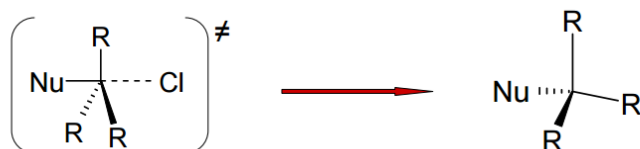
$$r = k_2[X^\ddagger]$$

Bajo la suposición de equilibrio entre los reactivos y el complejo activado, a partir de la expresión de la constante de equilibrio podemos obtener la concentración de  $[X^\ddagger]$

$$K^\ddagger = \frac{k_1}{k_{-1}} = \frac{[X^\ddagger]}{[A][B]} \quad [X^\ddagger] = K^\ddagger[A][B]$$

Por lo tanto, podemos escribir la ecuación de rapidez como:

$$r = k_2 K^\ddagger [A][B]$$



- Si cada complejo activado que se forma se disocia para dar productos, entonces  $k_2 = \nu$

$\nu$  = frecuencia de vibración asociada con el enlace C-Cl

- Es posible que el complejo activado se regrese hacia la formación de reactivos, por lo que solo una fracción de los complejos activados dará lugar a productos.
- Para tener en cuenta esta posibilidad se incluye un término referido como coeficiente de transmisión,  $\kappa$  en la definición de  $k_2$

$$k_2 = \kappa \nu$$

$$r = \kappa \nu K^\ddagger [A][B]$$

Por lo que de acuerdo con la Teoría del Estado de Transición, la constante de rapidez está dada por la expresión:

$$k = \frac{K K_B T}{h} K^\ddagger$$

Coficiente de transmisión,  $\kappa$ , no tiene unidades

$$\frac{\kappa_B T}{h} = \frac{1.380658 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1} 298 \text{ K}}{6.626075 \times 10^{-34} \text{ Js}} = \text{s}^{-1}$$

Para que las unidades sean las mismas a ambos lados de la ecuación se añade el término  $M^{1-m}$ , donde M es la molaridad y m la molecularidad de la reacción.

$$k = \frac{\kappa \kappa_B T}{h} K^\ddagger (M^{1-m})$$

Formulación Termodinámica de la Teoría del Estado de Transición.

$$\Delta G^\ddagger = -RT \ln K^\ddagger$$

$$K^\ddagger = e^{-\Delta G^\ddagger / RT}$$

La constante de rapidez se puede escribir como:

$$k = \frac{\kappa \kappa_B T}{h} K^\ddagger$$

$$k = \frac{\kappa \kappa_B T}{h} e^{-\Delta G^\ddagger / RT}$$

$$\Delta G^\ddagger = \Delta H^\ddagger - T \Delta S^\ddagger$$

La ecuación de rapidez se puede representar como:

$$k = \frac{\kappa \kappa_B T}{h} e^{-\Delta G^\ddagger / RT} = \frac{\kappa \kappa_B T}{h} e^{\Delta S^\ddagger / R} \times e^{-\Delta H^\ddagger / RT}$$

$\Delta S^\ddagger$  y  $\Delta H^\ddagger$  corresponden a la entropía y entalpía molar estándar respectivamente:

$$\underbrace{\frac{\ln k}{T}}_y = \ln \underbrace{\frac{\kappa \kappa_B}{h}}_b + \frac{\Delta S^{0\neq}}{R} - \underbrace{\frac{\Delta H^{0\neq}}{R}}_{mx} \frac{1}{T}$$

## 7.4 Factores que influyen en la rapidez de las reacciones

La rapidez con la que ocurre una reacción química depende de varios factores (Obaya & Vargas, 2005)

- Concentración de reactivos.
- Temperatura
- Superficie de contacto
- Catalizadores
- Naturaleza química de los reactivos

### 7.4.1 Concentración de los reactivos

Cuando incrementamos la concentración de reactivos en una reacción se observa con facilidad que las reacciones son aceleradas. A mayor concentración mayor número de partículas (moléculas, iones o átomos) por unidad de volumen, hay por lo tanto más colisiones y más eventos de reacción. Si los reactivos están en disolución o son gases encerrados en un recipiente, cuanto mayor sea su concentración, más alta será la rapidez de la reacción en la que participen, ya que, al haber más partículas en el mismo espacio, aumentará el número de colisiones. El ataque que los ácidos realizan sobre algunos metales con desprendimiento de hidrógeno es un buen ejemplo, ya que este ataque es mucho más violento cuanto



mayor es la concentración del ácido. La variación de la rapidez de reacción con los reactivos se expresa, de manera general, en la forma:

$$r = k [A]^\alpha [B]^\beta$$

Donde  $\alpha$  y  $\beta$  son coeficientes que no coinciden necesariamente con los coeficientes estequiométricos de la reacción general antes considerados. La constante de rapidez  $k$ , depende de la temperatura

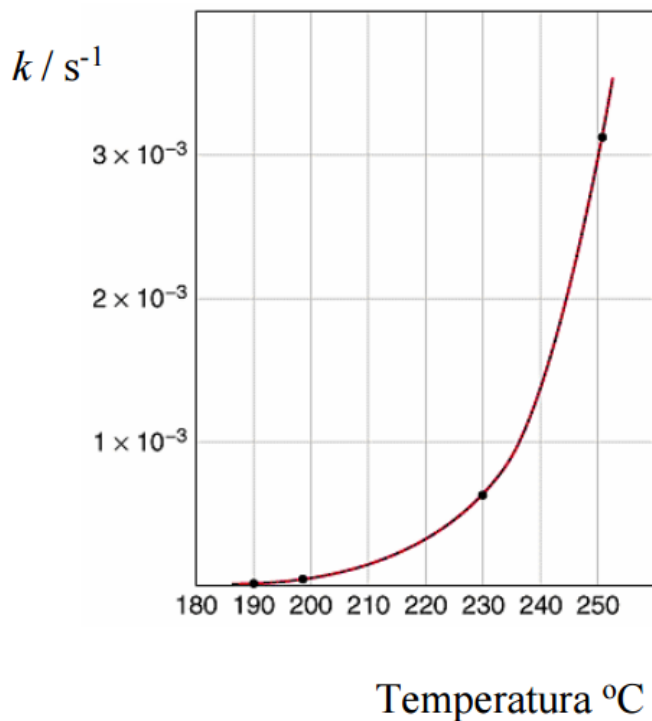
#### 7.4.2 Temperatura

Al aumentar la temperatura, también lo hace la rapidez a la que se mueven las partículas y, por tanto, aumentará el número de colisiones y la violencia de estas. El resultado es una mayor rapidez en la reacción. Se dice, de manera aproximada, que por cada 10 °C de aumento en la temperatura, la rapidez se duplica. Esto explica por qué para evitar la putrefacción de los alimentos los metemos en la nevera o en el congelador. Por el contrario, si queremos cocinarlos, los introducimos en el horno o en una cazuela puesta al fuego.

Es casi intuitivo que si se desea que una reacción proceda más rápidamente, se le caliente. Por eso fue sorprendente descubrir que algunas reacciones químicas tienen un coeficiente de temperatura negativo; esto es, un aumento de temperatura desacelera la reacción. En Biología esto sucede comúnmente. Pocos organismos o procesos bioquímicos pueden resistir temperaturas por encima de 50 °C por largo tiempo.

A diferentes temperaturas, una misma reacción tiene lugar a distintas rapidezces, por tanto, la constante de rapidez ( $k$ ) debe ser dependiente de la temperatura.

La ecuación de Arrhenius define la relación entre la temperatura y la constante de rapidez.



*Figura 8. Relación entre la temperatura y la constante de rapidez.*

*El análisis matemático muestra que la dependencia de la constante de rapidez con la temperatura, sigue una ecuación del tipo:  $A$  y  $B$  son constantes que dependen de la reacción estudiada.*

En 1889 Arrhenius expresó esta relación entre la  $k$  y la **temperatura** de la siguiente forma:

Representa la fracción de colisiones moleculares que tienen una energía igual o mayor que  $E_a$ .

Ecuación de Arrhenius  $k = A e^{-E_a/RT}$

Frecuencia de las colisiones entre las moléculas de reactivo

$A$  y  $E_a$  son característicos de cada reacción

Donde:

- ✓  $k$  es la constante de rapidez
- ✓  $R$  es la constante de los gases,  $8.3145 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$
- ✓  $E_a$  es la energía de activación en  $\text{J/mol}$ ,
- ✓  $T$  es la temperatura absoluta en Kelvin.
- ✓  $A$  es el factor pre-exponencial cuyas unidades son iguales a las de la constante de rapidez.

Aplicando logaritmo natural a la ecuación de Arrhenius:

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$$

Se observa que  $\ln k$  es una función lineal del inverso de  $T$ .

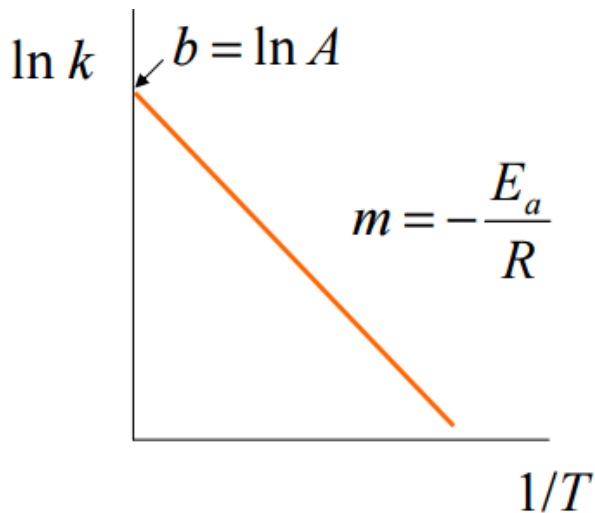


Figura 9. Relación entre  $\ln k$  y  $1/T$ .

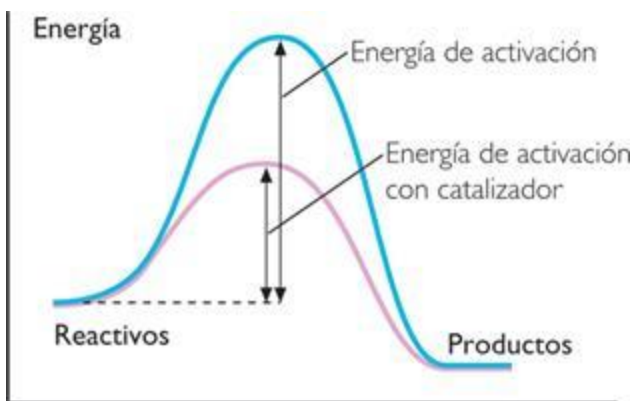
#### 7.4.3 Superficie de contacto

Si aumentamos la superficie de contacto, aumentamos la rapidez de reacción, ya que tenemos más lugares por donde se lleven a cabo más choques efectivos. Si los reactivos están en estado líquido o sólido, la pulverización, es decir, la reducción a partículas de menor tamaño, aumenta enormemente la rapidez de reacción, ya que facilita el contacto entre los reactivos y, por tanto, la colisión entre las partículas. Por ejemplo, el carbón arde más rápido cuanto más pequeños son los pedazos; y si está finamente pulverizado, arde tan rápido que provoca una explosión.

#### 7.4.4 Catalizadores

Los catalizadores son sustancias que pueden acelerar o retardar (inhibidores) el curso de una reacción, sin que sean partícipes de ella, es decir, su naturaleza no cambia durante el proceso químico. Los catalizadores modifican la  $E_a$  de una reacción determinada. Si el propósito es acelerar la reacción, el catalizador hace

que la  $E_a$  sea menor; pero si lo que se quiere es retardarla, se utiliza un inhibidor, éste aumentará la  $E_a$ .



*Figura 10. Diagrama de energía en una reacción exotérmica.*

Con catalizadores, la energía de activación disminuye para iniciar más rápido el proceso.

La presencia de un catalizador disminuye la energía de activación, pero no cambia la energía de los reactivos (inicial) ni la de los productos (finales).

#### **7.4.5 Naturaleza química de los reactivos**

Dependiendo del tipo de reactivo que intervenga, una determinada reacción tendrá una energía de activación:

- Muy alta, y entonces será muy lenta.
- Muy baja, y entonces será muy rápida.

Así, por ejemplo, si tomamos como referencia la oxidación de los metales, la oxidación del sodio es muy rápida, la de la plata es muy lenta y la rapidez de la oxidación del hierro es intermedia entre las dos anteriores.

## 7.5 El término correcto es rapidez de reacción, no velocidad de reacción.

Es importante conocer por qué el término correcto es “rapidez de reacción” y no “velocidad de reacción”.

La velocidad es una magnitud vectorial y la rapidez una magnitud escalar.

La velocidad es una magnitud vectorial; esto significa que tiene en cuenta la dirección, el vector hacia donde apunta, puede ser negativo o positivo. Si dos trenes salen de la misma estación (Figura 11) y, viajan a la velocidad de 50 Km/h, pero uno va hacia el este y el otro al oeste, entonces, tiene la misma velocidad, pero en una hora llegan a un lugar diferente. Si el tren que viajaba con una velocidad de 50 Km/h, pero un sale de un punto y regresa al mismo punto, entonces, podemos decir que su velocidad fue nula o cero.

$$\begin{aligned} \text{Velocidad promedio} &= \frac{\text{desplazamiento}}{\text{tiempo transcurrido}} = \frac{\text{posición final} - \text{posición inicial}}{\text{tiempo transcurrido}} \\ &= \frac{m}{s} \end{aligned}$$



Figura 11. Dos trenes que viajan a 50 km/h.

Ahora, la rapidez es una magnitud escalar; esto significa que mide una fuerza o una cantidad. Otro ejemplo de magnitud escalar es la masa, significa que miden algo.

¿Cuánto pesa algo? ¿Cuánta rapidez tiene algo? Supón un tren que recorre 50 kilómetros en una hora, su rapidez es de 50 km/h, sin importar la dirección en la que iba el tren y sin importar si este regreso o no al mismo punto. Metros sobre segundo y kilómetros sobre hora son las unidades del sistema internacional con que conocemos la rapidez. (Douglas, 2006)

$$rapidez = \frac{distancia}{tiempo} = \frac{m}{s}$$

Si se traslada este término a la reacción química, se sabe que para conocer qué tan rápido se está llevando a cabo una reacción química se debe cuantificar la cantidad o concentración de producto formado por unidad de tiempo (concentración/tiempo, M/s); por tanto no se toma en cuenta la dirección, entonces el término correcto a utilizar será “**rapidez**”.

## 8 METODOLOGÍA

Se elaboró material didáctico para el tema de rapidez e reacción, el cual consistió de una presentación en PowerPoint y prácticas experimentales.

Posteriormente se desarrolló el material de evaluación: un pre test y un post test.

Se aplicó la estrategia didáctica a un grupo control y a un grupo experimental.





Figura 12. Metodología llevada a cabo.

## 8.1 Descripción de la población.

Escuela Preparatoria Oficial del Estado de México N° 163. Lázaro Cárdenas.

- Ubicación: Calle Parque Zoquipan s/n, Jardines del Alba, 54750 Cuautitlán Izcalli, México.
- Tipo de Bachillerato: General.
- Grado: Segundo año.
- Ciclo escolar: 2015-2016



*Figura 13. Laboratorio de las instalaciones de la EPOEM N° 163.*

*Tabla 5. Población en EPOEM N° 163.*

Escuela Preparatoria Oficial N° 163		
Grupo	Grupo control (421)	Grupo experimental (403)
N° de alumnos	11	11
N° de alumnas	12	13
Total de alumnos	23	24



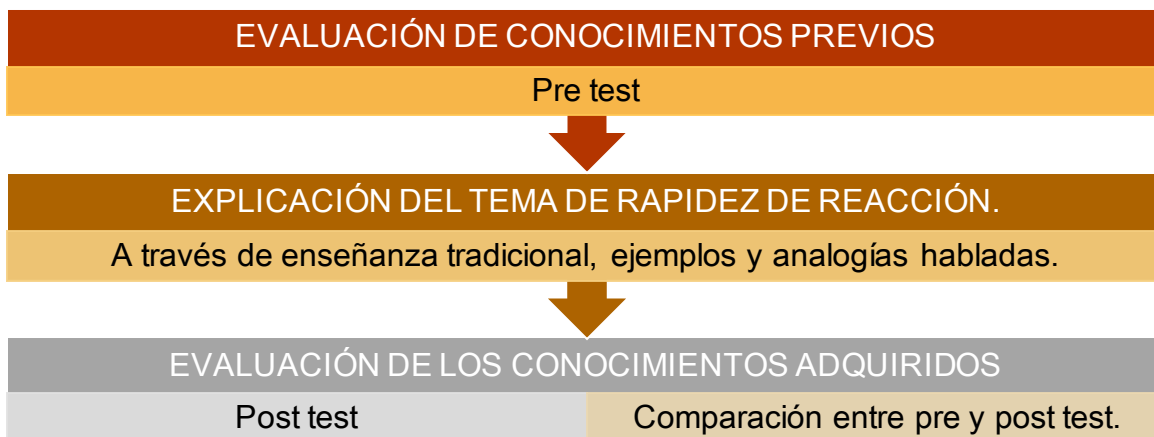
*Figura 14. Alumnos del grupo experimental de EPOEM N° 163.*

### **8.1.1 Grupo control.**

La metodología para ambas escuelas fue la misma, para el grupo control, se aplicó un pre test para poder conocer los conocimientos con los que ya contaban acerca del tema de rapidez de reacción.

Con este grupo se empleó una clase tradicional con la ayuda de un pizarrón y plumones solamente. Se les permitía participar preguntando acerca de sus dudas y haciendo aportaciones a la clase.

Posteriormente, se aplicó un post test con el que se evaluaron los conocimientos adquiridos.



*Figura 15. Metodología empleada para el grupo control.*

### 8.1.2 Grupo experimental.

La metodología también fue la misma para los grupos experimentales.

Al inicio de la clase, se aplicó un pre test para poder conocer los conocimientos con los que ya contaban acerca del tema.

Se dio una breve explicación acerca del tema y los factores que modifican la rapidez de una reacción química. Los alumnos podían preguntar y hacer aportaciones.

Se llevaron a cabo 4 experimentos por equipos:

- Factores que modifican la rapidez de una reacción química. Concentración
- Factores que modifican la rapidez de una reacción química. Catalizador
- Factores que modifican la rapidez de una reacción química. Temperatura
- Factores que modifican la rapidez de una reacción química. Naturaleza de los reactivos.

Mientras los alumnos terminaban su último experimento, el profesor realizó una experiencia de cátedra por mesa del experimento “Factores que modifican la rapidez de una reacción química. Superficie de contacto”.

Al terminar los experimentos, se llevó a cabo la discusión de resultados de manera grupal.

Posteriormente, se aplicó un post test con el que se evaluaron los conocimientos adquiridos.

Y finalmente se les pidió a los alumnos que contestaran de tarea las preguntas de análisis de resultados indicadas en cada práctica experimental.

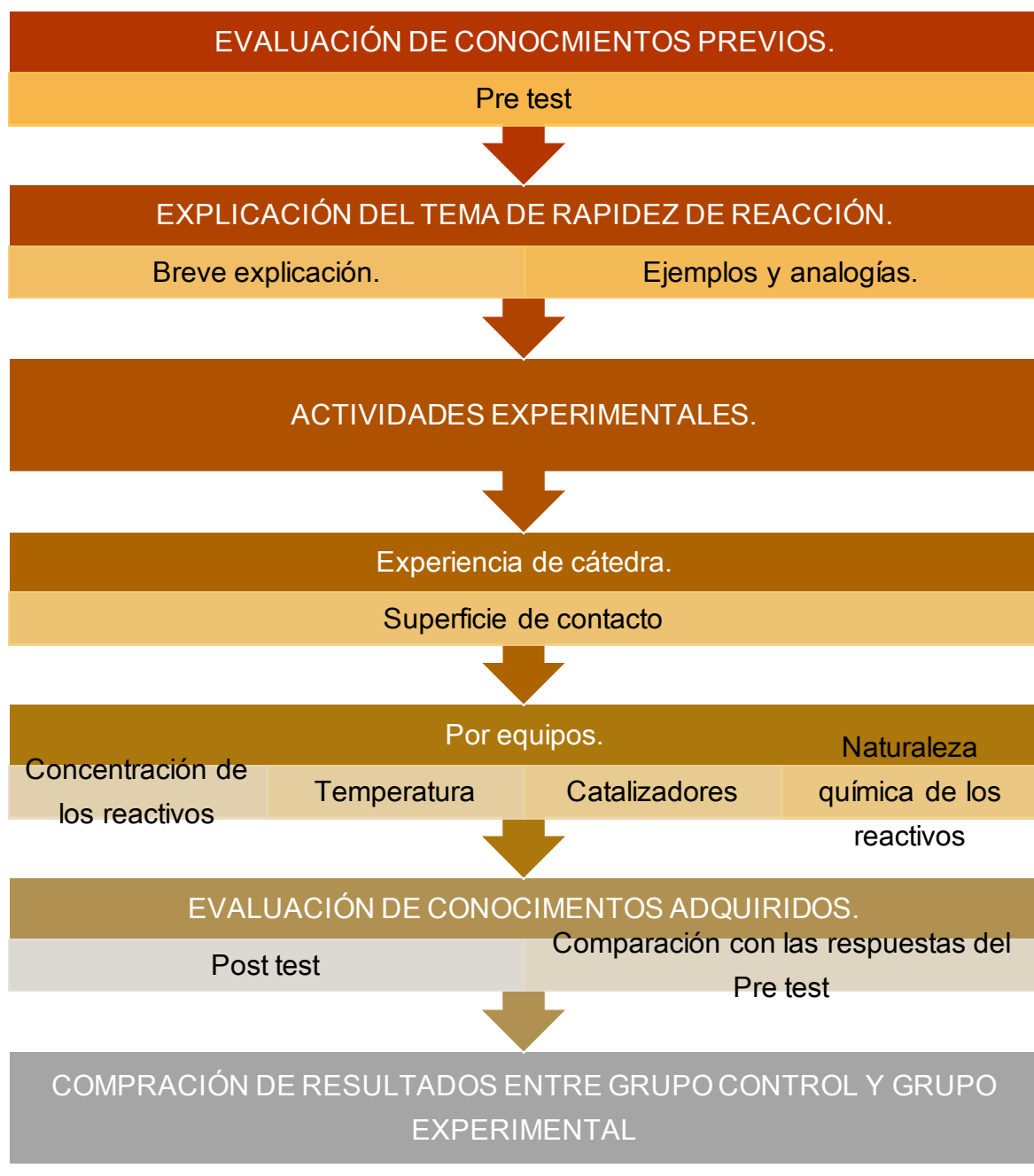


Figura 16. Metodología empleada para el grupo experimental.

Nota: Los planes de clase pueden ser consultados en la sección de anexos.

## 9 PROPUESTA DIDÁCTICA

### 9.1 Actividad experimental 1. Efecto de la concentración en la rapidez de una reacción.

La rapidez con la que ocurre una reacción química depende de varios factores:

1. Concentración de reactivos
2. Temperatura
3. Superficie de contacto
4. Catalizadores
5. Naturaleza química de los reactivos

Cuando incrementamos la **concentración de reactivos** en una reacción se observa con facilidad que las reacciones son aceleradas. A mayor concentración mayor número de partículas (moléculas, iones o átomos) por unidad de volumen, hay por lo tanto más colisiones y más eventos de reacción. Si los reactivos están en disolución o son gases encerrados en un recipiente, cuanto mayor sea su concentración, más alta será la rapidez de la reacción en la que participen, ya que, al haber más partículas en el mismo espacio, aumentará el número de colisiones. El ataque que los ácidos realizan sobre algunos metales con desprendimiento de hidrógeno es un buen ejemplo, ya que este ataque es mucho más violento cuanto mayor es la concentración del ácido. La variación de la rapidez de reacción con los reactivos se expresa, de manera general, en la forma:

$$r = k [A]^{\alpha} [B]^{\beta}$$

Donde  $\alpha$  y  $\beta$  son coeficientes que no coinciden necesariamente con los coeficientes estequiométricos de la reacción general antes considerados. La constante de rapidez  $k$ , depende de la temperatura.

## **OBJETIVO.**

Formar un halogenuro de alquilo mediante la reacción de acetona y yoduro para demostrar cómo afecta la concentración de los reactivos en la rapidez de dicha reacción.

## **EXPERIMENTACIÓN.**

### **Materiales y reactivos.**

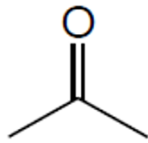
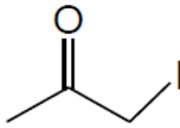
- ✓ Agua destilada.
- ✓ Ácido Clorhídrico 2M.
- ✓ Acetona.
- ✓ Yodo comercial de curación.
- ✓ 1 frasco vial con tapa.
- ✓ 4 cuentagotas.
- ✓ Agitador magnético.
- ✓ 2 barras magnéticas.

### **Procedimiento.**

De acuerdo a la tabla que se muestra a continuación, en un frasco vial con tapa, colocar la cantidad de reactivo que se indica conforme al orden sugerido:

1. Agua.
2. Ácido Clorhídrico 2M.
3. Acetona.
4. Agitar 5 min. Con un agitador magnético.
5. Agregar las gotas de yodo indicadas.
6. Medir el tiempo que tarda en cambiar el color de la solución.



No. De experimento.	Reactivo					→	Producto
		H <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O	I <sub>2</sub>			
1.	2 gotas	1 gota	6 gotas	1 gota		El color de la solución desaparece cuando se forma el halogenuro de alquilo.	
2.	5 gotas	1 gota	3 gotas	1 gota			

*Tabla 5. Cantidad recomendada de reactivos para el experimento Efecto de la concentración en la rapidez de una reacción*

### ANÁLISIS.

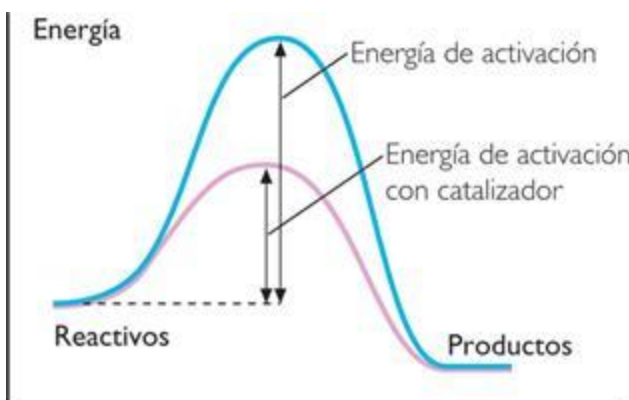
1. ¿Qué sistema tardó más tiempo en cambiar de color?
2. ¿Qué sistema tardó menos tiempo en cambiar de color?
3. ¿Qué sistema llevaba más concentración de acetona?
4. ¿Qué sistema llevaba menos concentración de acetona?
5. Relacionando la concentración de acetona y el tiempo en que hubo cambio de color, ¿Qué puedes concluir?
6. ¿Cómo puedes explicar esto molecularmente?

### OBSERVACIONES Y RESULTADOS.

## 9.2 Actividad experimental 2. Efecto del catalizador en la rapidez de una reacción.

La rapidez con la que ocurre una reacción química depende de varios factores:

1. Concentración de reactivos
2. Temperatura
3. Superficie de contacto
4. Catalizadores
5. Naturaleza química de los reactivos



*Figura 17. Diagrama de energía en una reacción exotérmica. Con catalizadores, la energía de activación disminuye para iniciar más rápido el proceso.*

Los catalizadores son sustancias que pueden acelerar o retardar (inhibidores) el curso de una reacción, sin que sean partícipes de ella, es decir, su naturaleza no cambia durante el proceso químico. Los catalizadores modifican la  $E_a$  de una reacción determinada. Si el propósito es acelerar la reacción, el catalizador hace que la  $E_a$  sea menor (Figura 18); pero si lo que se quiere es retardarla, se utiliza un inhibidor, éste aumentará la  $E_a$ .

La presencia de un catalizador disminuye la energía de activación, pero no cambia la energía de los reactivos (inicial) ni la de los productos (finales), es decir, el rendimiento de la reacción.

## EXPERIMENTACIÓN.

### Materiales y reactivos.

- |                               |                           |
|-------------------------------|---------------------------|
| ✓ Agua destilada.             | ✓ 1 frasco vial con tapa. |
| ✓ Ácido Clorhídrico 2M.       | ✓ 4 cuentagotas.          |
| ✓ Acetona.                    | ✓ Agitador magnético.     |
| ✓ Yodo comercial de curación. | ✓ 2 barras magnéticas.    |

### Procedimiento.

De acuerdo a la tabla que se muestra a continuación, en un frasco vial con tapa, colocar la cantidad de reactivo que se indica conforme al orden sugerido:

1. Agua.
2. Ácido Clorhídrico 2M.
3. Acetona.
4. Agitar 5 min. Con un agitador magnético.
5. Agregar las gotas de yodo indicadas.
6. Medir el tiempo que tarda en cambiar el color de la solución.

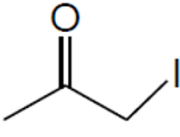
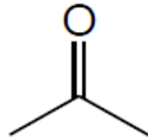
No. De experimento.	Reactivo					→	
		H <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O	I <sub>2</sub>			
1.	2 gotas	1 gota	6 gotas	1 gota		El color de la solución desaparece cuando se forma el halogenuro de alquilo.	
2.	2 gotas	2 gotas	5 gotas	1 gota			

Tabla 6. Cantidad de reactivos recomendada para experimento Efecto de un catalizador en la rapidez de una reacción química.

## ANÁLISIS.

1. ¿Qué sistema tardó más tiempo en cambiar de color?
2. ¿Qué sistema tardó menos tiempo en cambiar de color?
3. ¿Qué sistema llevaba más cantidad de catalizador (HCl)?
4. ¿Qué sistema llevaba menos cantidad de catalizador (HCl)?
5. Relacionando la cantidad de catalizador y el tiempo en que hubo cambio de color, ¿Qué puedes concluir?
6. ¿Cómo puedes explicar esto molecularmente?
7. ¿Cómo te das cuenta que se ha formado el producto (halogenuro de alquilo)?

## OBSERVACIONES Y RESULTADOS.

### 9.3 Actividad experimental 3. Efecto de la temperatura en la rapidez de una reacción.

La rapidez con la que ocurre una reacción química depende de varios factores:

1. Concentración de reactivos
2. Temperatura
3. Superficie de contacto
4. Catalizadores
5. Naturaleza química de los reactivos

Al aumentar la **temperatura**, también lo hace la rapidez a la que se mueven las partículas y, por tanto, aumentará el número de colisiones y la violencia de estas. El resultado es una mayor rapidez en la reacción. Se dice, de manera aproximada, que por cada 10 °C de aumento en la temperatura, la rapidez se duplica. Esto explica por qué para evitar la putrefacción de los alimentos los metemos en la nevera o en el congelador. Por el contrario, si queremos cocinarlos, los introducimos en el horno o en una cazuela puesta al fuego.

#### EXPERIMENTACIÓN.

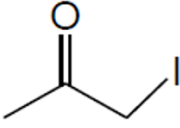
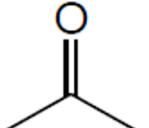
##### Materiales y reactivos.

- ✓ Agua destilada.
- ✓ Ácido Clorhídrico 2M.
- ✓ Acetona.
- ✓ Yodo comercial de curación.
- ✓ 1 frasco vial con tapa.
- ✓ 4 cuentagotas.
- ✓ Agitador magnético.
- ✓ 2 barras magnéticas.

## Procedimiento.

De acuerdo a la tabla que se muestra a continuación, en un frasco vial con tapa, colocar la cantidad de reactivo que se indica conforme al orden sugerido:

1. Agua.
2. Ácido Clorhídrico 2M.
3. Acetona.
4. Agitar 5 min. Con un agitador magnético.
5. Agregar las gotas de yodo indicadas.
6. Medir el tiempo que tarda en cambiar el color de la solución.
7. En el experimento 2, calentar a 40°C y comenzar a medir el tiempo.

No. De experimento.	Reactivo					→	
		H <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O	I <sub>2</sub>			
1.	2 gotas	1 gota	6 gotas	1 gota		El color de la solución desaparece cuando se forma el halogenuro de alquilo.	
2.	2 gotas	1 gota	6 gotas	1 gota			

*Tabla 7. Cantidades recomendadas de reactivos para el experimento Efecto de la temperatura en la rapidez de una reacción química.*

## ANÁLISIS.

1. ¿Qué sistema tardó más tiempo en cambiar de color?
2. ¿Qué sistema tardó menos tiempo en cambiar de color?

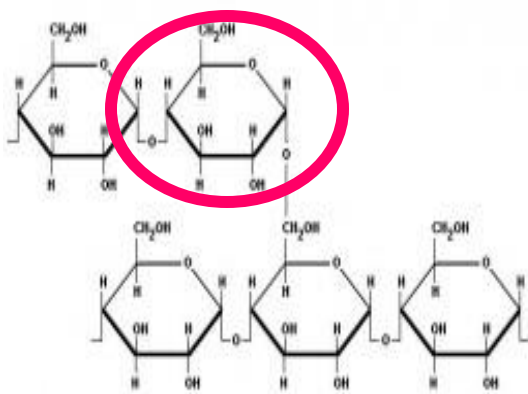
3. Relacionando la temperatura y el tiempo en que hubo cambio de color,  
¿Qué puedes concluir?
4. ¿Cómo puedes explicar esto molecularmente?

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS.**

## 9.4 Actividad experimental 4. Efecto de la naturaleza de los reactivos en la rapidez de reacción. Sacarosa y almidón.

La **levadura** seca es la forma inactiva de un hongo unicelular que, cuando tiene condiciones favorables para vivir y alimento en forma de carbohidratos, comienza a degradarlos. Uno de los productos de la respiración es el dióxido de carbono.

La **harina (almidón)** es el polvo fino que se obtiene del cereal molido y de otros alimentos ricos en almidón.

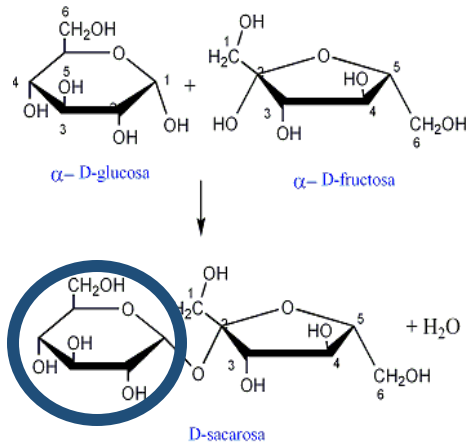


*Figura 18. Molécula del almidón.*

Se puede obtener harina de distintos cereales. Aunque la más habitual es harina de trigo, también se hace harina de centeno, de cebada, de avena, de maíz o de arroz (cereal proveniente de Asia). Existen harinas de leguminosas (garbanzos, judías) e incluso en Australia se elaboran harinas a partir de semillas de varias especies de acacias (harina de acacia).

El denominador común de las harinas vegetales es el almidón, que es un carbohidrato complejo, es un polímero natural compuesto por monómeros de glucosa mediante enlaces éter.



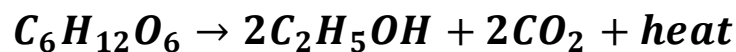


*Figura 19. Molécula de la sacarosa.*

Se denomina **azúcar**, en el uso más extendido de la palabra, a la sacarosa, cuya fórmula química es  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , también llamada “azúcar común” o “azúcar de mesa”.

La **sacarosa** es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa, que se obtiene principalmente de la caña de azúcar o de la remolacha.

La reacción que se lleva a cabo entre un carbohidrato y la levadura, se llama **fermentación**, que de forma general se representa como:



El denominador común de las harinas vegetales es el almidón, que es un carbohidrato complejo, es un polímero natural compuesto por monómeros de glucosa mediante enlaces éter.

La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa, que se obtiene principalmente de la caña de azúcar o de la remolacha. La formación de  $\text{CO}_2$  en la bolsa que contiene sacarosa y levadura es mayor que en la que contiene almidón debido a que la rapidez de la primera es mayor que la

de la segunda y que debido a la estructura, será más fácil romper la unión entre dos moléculas que entre muchas.

## **OBJETIVO.**

Llevar a cabo la degradación de almidón (polisacárido) y sacarosa (di sacárido) mediante la reacción de estos componentes con almidón para así poder comparar la rapidez y concentración de CO<sub>2</sub> que se forma.

## **EXPERIMENTACIÓN.**

### **Materiales y reactivos.**

- ✓ 1 probeta de 100 mL.
- ✓ Agua de la llave
- ✓ Termómetro.
- ✓ Parrilla eléctrica
- ✓ Un recipiente de plástico o charola para material.
- ✓ 2 bolsas de plástico herméticas para emparedado.
- ✓ Plumón o etiquetas.
- ✓ 2 paquetes de levadura seca.
- ✓ Cronómetro.
- ✓ Harina.
- ✓ Sacarosa.

### **Procedimiento.**

1. En dos bolsas herméticas para emparedado etiquetar una como sacarosa y la otra como almidón.
2. Llenar con agua caliente 2/3 partes de un recipiente de plástico y ajustar la temperatura hasta 40 o 50°C.

3. Verter un paquete de levadura seca y una cucharada del carbohidrato correspondiente en cada una de las bolsas de plástico. Mezclar bien el contenido.
4. Trabajando rápido, medir y añadir 50 mL del agua caliente del recipiente de plástico cada una de las bolsas, mezclar perfectamente el contenido. Eliminar todo el aire que se pueda de las bolsas, sellarlas y tomar el tiempo.
5. Colocar las bolsas en el recipiente de agua caliente. Medir el tiempo requerido para que el CO<sub>2</sub> llene por completo cada una de las bolsas. Si esto no ocurre en 20 min en alguna de las bolsas, determina la fracción de la que se ha llenado con gas.

### **ANÁLISIS.**

1. De acuerdo con los datos obtenidos, clasifica la rapidez con la que la levadura degrada cada tipo de carbohidrato.
2. ¿Qué molécula es más grande, la de la sacarosa o la del almidón?
3. Relacionando el tamaño de las moléculas de sacarosa y almidón, ¿Por qué se esperaría que estos carbohidratos se degradaran a distintos tiempos?

### **RESULTADOS Y OBSERVACIONES.**

## 9.5 Actividad experimental 5. Efecto de la superficie de contacto en la rapidez de reacción. Hierro

### INTRODUCCIÓN.

La rapidez con la que ocurre una reacción química depende de varios factores:

1. Concentración de reactivos
2. Temperatura
3. Superficie de contacto
4. Catalizadores
5. Naturaleza química de los reactivos

Si aumentamos la **superficie de contacto**, aumentamos la rapidez de reacción, ya que tenemos más lugares por donde se lleven a cabo más choques efectivos. Si los reactivos están en estado líquido o sólido, la pulverización, es decir, la reducción a partículas de menor tamaño, aumenta enormemente la rapidez de reacción, ya que facilita el contacto entre los reactivos y, por tanto, la colisión entre las partículas. Por ejemplo, el carbón arde más rápido cuanto más pequeño son los pedazos; y si está finamente pulverizado, arde tan rápido que provoca una explosión.

Para que ocurra una reacción química, los reactivos deben de entrar en contacto, o sea, las moléculas deben tocarse. Si la reacción es con un sólido, se efectúa más rápido si el sólido está finamente dividido ya que se incrementa la superficie de contacto.

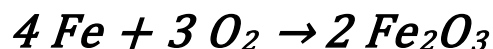
Por ejemplo, en los aserraderos rara vez se preocupan en cuanto a que los montones de troncos se incendien espontáneamente; pero las pilas de aserrín pueden prender en llamas y, por lo tanto, deben mantenerse húmedas.

## ¿El hierro arde?

Si se pone una barra de hierro encima de una vela no arde... conclusión: **el hierro no arde. FALSO.**

Se sabe el hierro reacciona con el oxígeno (se oxida), y al fin y al cabo una combustión es una oxidación, aunque algo más rápida. El problema con la vela y la barra es que hay poca energía, mucho metal y que el metal conduce el calor con rapidez, así que no se calienta lo suficiente.

¿Qué pasa si tomamos un hilo fino de metal? ¿Ardería? La respuesta es sí. No se evacua el calor suficientemente y la temperatura sube tanto que se produce la combustión. La reacción química que se lleva a cabo en la combustión del hierro es la siguiente:



## OBJETIVO.

Hacer que el hierro arda al fuego para demostrar como la rapidez de esta reacción se ve modificada por la superficie de contacto, esto a partir de modificar el tamaño de partícula que se emplea.

## EXPERIMENTACIÓN.

### Materiales y reactivos.

- ✓ 1 clavo.
- ✓ 1 pinza para crisol
- ✓ 1 mechero o lámpara de alcohol
- ✓ Hierro en polvo, Fe (limadura de hierro)

### Procedimiento.

6. Sujetar el clavo con la pinza y acercarlo a la llama del mechero y dejarlo ahí aproximadamente un minuto y realizar observaciones.

7. Arrojar un poco del polvo de hierro a la flama del mechero y realizar las observaciones correspondientes.

## RESULTADOS Y OBSERVACIONES.

En la siguiente tabla anota tus observaciones.

Situación A		Situación B	
Descripción	Observaciones	Descripción	Observaciones
Se acerca el clavo a la llama del mechero y se deja aproximadamente un minuto.		Se arroja un poco del polvo de hierro a la flama del mechero.	

*Tabla 8. Cuadro de resultados para el experimento Efecto de la superficie de contacto en la rapidez de una reacción química.*

## ANÁLISIS DE RESULTADOS.

1. ¿A qué se deben estas diferencias?

## 10 RESULTADOS Y ANÁLISIS.

### 10.1 Resultados cuantitativos.

#### Grupo control (Grupo 421).

En el grupo control (Tabla 11), el promedio de aciertos en el pre test fue de 42.39%, mientras que en el post test fue de 68.41%, evidentemente se nota un progreso en el promedio grupal entre ambos exámenes debido que a pesar de que la que clase que se les impartió a los alumnos de este grupo, fue del tipo tradicional, aun así recibieron dicha instrucción, además de que los alumnos no solo actuaron como pasivos receptores si no que se les permitió participar e intervenir durante la explicación del tema.

*Tabla 9. Porcentaje de aciertos por alumno del grupo control (Grupo 421).*

Alumno	Pre test (%)	Post test (%)
1	33.33	53.33
2	41.67	66.67
3	33.33	93.33
4	50.00	80.00
5	58.33	80.00
6	50.00	60.00
7	50.00	86.67
8	58.33	80.00
9	33.33	93.33
10	16.67	40.00
11	41.67	86.67
12	33.33	66.67

13	41.67	80.00
14	33.33	73.33
15	66.67	60.00
16	25.00	66.67
17	50.00	60.00
18	41.67	53.33
19	41.67	53.33
20	41.67	60.00
21	33.33	53.33
22	50.00	60.00
23	50.00	66.67
<b>PROMEDIO</b>	<b>42.39%</b>	<b>68.41%</b>

Se muestra el progreso entre el antes y el después de la clase impartida en el grupo control, como se puede observar (Gráfico 1), todos los alumnos mostraron mejoría, la mayoría de los alumnos tuvieron un progreso pequeño, pero también hubo alumnos con los que el progreso fue más notorio, tal es el caso del alumno 3, el cual obtuvo un 33.3% de aciertos en el pre test y un 93.3% en el post test.



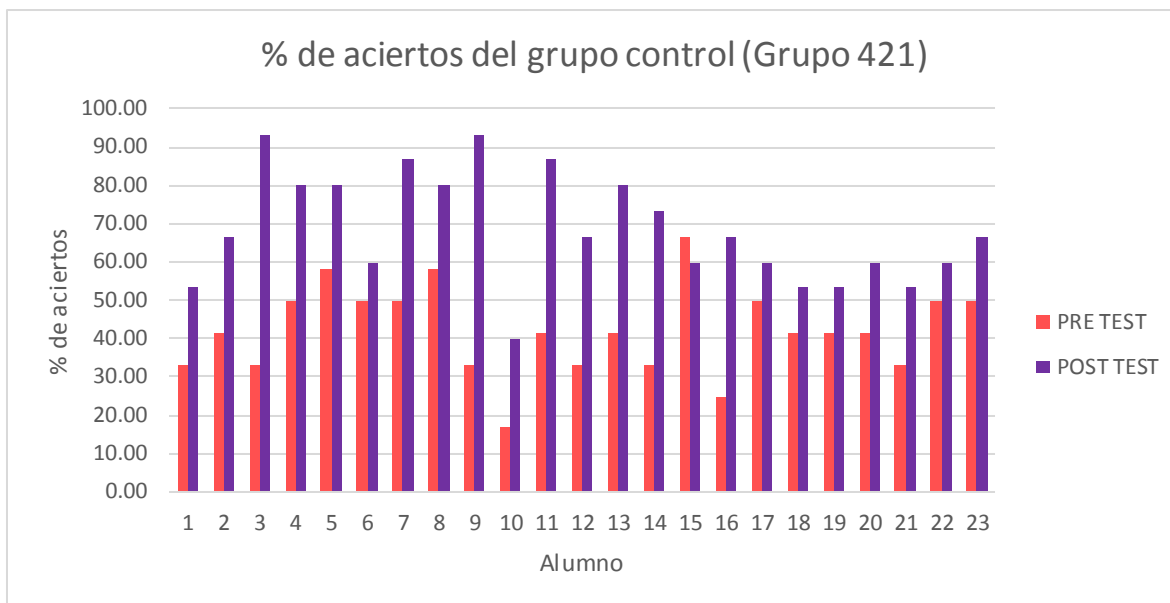


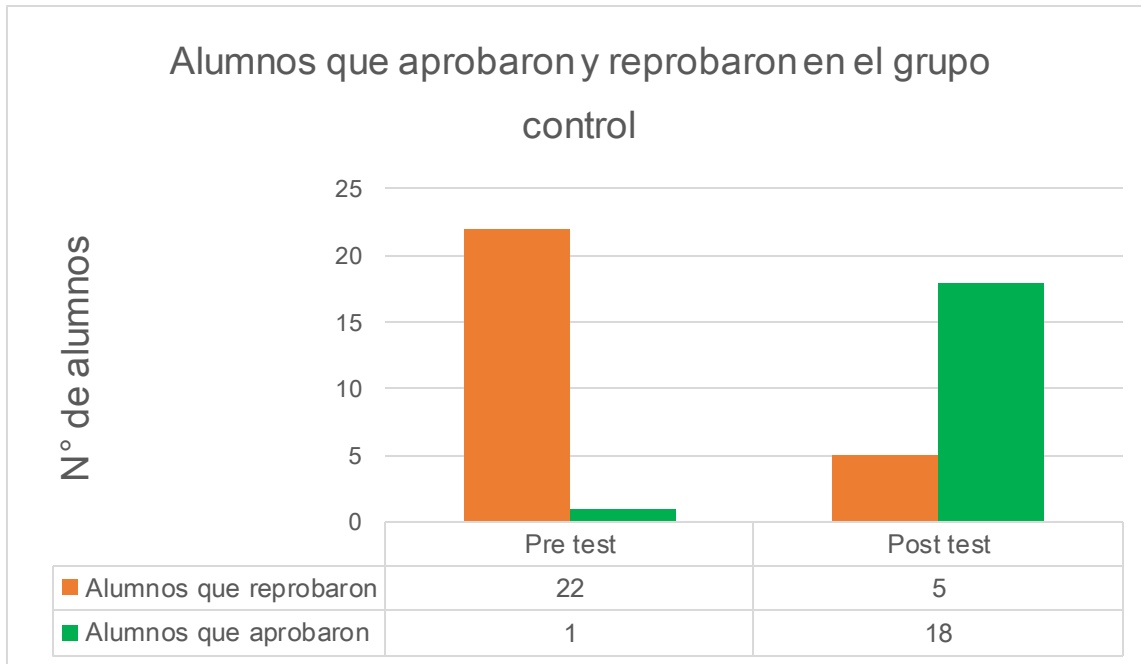
Gráfico 1. Porcentaje de aciertos en el grupo control (Grupo 421).

Se observó que en el pre test 22 alumnos de 23, obtuvieron calificaciones reprobatorias y solo 1 alumno obtuvo calificación aprobatoria (Tabla 13); mientras que en el post test, el índice de reprobación se redujo notablemente, dando como resultado 5 alumnos con calificación reprobatoria y 18 alumnos con calificación aprobatoria (Gráfico 2), es decir, de tener un porcentaje de reprobación del 95.65%, se redujo al 21.73% (Gráfico 3).

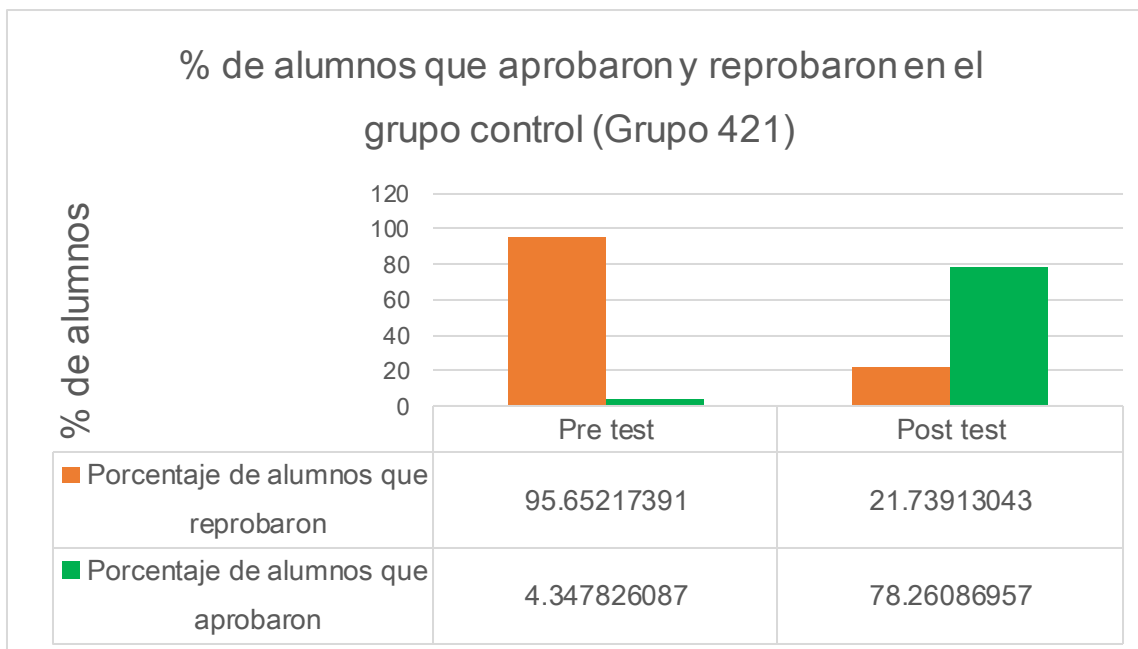
Es evidente que se haya presentado un avance debido a que no importa qué tipo de clase se les haya impartido, sino que se les impartió una clase sobre el tema.

Tabla 10. Porcentaje de alumnos que aprobaron y reprobaron en el grupo control (Grupo 421).

	Pre test (%)	Post test (%)
<b>Alumnos que reprobaron</b>	22	5
<b>Alumnos que aprobaron</b>	1	18
<b>Porcentaje de alumnos que reprobaron</b>	95.6521	21.7391



*Gráfico 2. Alumnos que aprobaron y reprobaron en el pre post test del grupo control (Grupo 421).*



*Gráfico 3. Porcentaje de alumnos que aprobaron y reprobaron en el grupo control (Grupo 421).*

Se realizó un análisis estadístico (ANOVA) (Tabla 13) a partir de los resultados obtenidos en los exámenes aplicados. Se observa un promedio grupal de 42.39% en el pre test y un 68.4% en el post test.

Por otro lado, se obtuvo un valor de probabilidad menor al 0.05% y un valor de Fisher calculado del 45.92 frente a un valor de 4.0617 (Tabla 14) para el valor de Fisher obtenido de tablas, esto quiere decir que, mientras más grande sea el valor de F calculado que el valor de F obtenido de tablas, habrá una mayor diferencia entre ambos grupos, en este caso el pre test y el post test, es decir, que hubo al menos un factor que se modificó entre dichos grupos, en este caso, dado a que se trata del grupo control, el factor que se modificó es la impartición de la clase, al momento de que los alumnos contestaran el pre test, ellos no habían tenido ninguna clase en la que se abordara el tema tal cual, mientras que al momento de contestar

el post test, ellos ya habían estado presentes en la clase del tema de Rapidez de reacción química y los factores que la modifican.

Este resultado indica que, a pesar de que se trató de una clase teórica y en parte tradicional, dicha clase fue asimilada por los alumnos.

*Tabla 11. Análisis de varianza de un factor para porcentaje de entre pre y post test del grupo control (Grupo 421).*

#### RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Pre test	23	975	42.3913	132.0267
Post test	23	1573.3333	68.4057	206.9389

*Tabla 12. Análisis de varianza de un factor para porcentaje de aciertos por entre pre y post test del grupo control (Grupo 421).*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	7782.6690	1	7782.669	45.92	2.433E-08	4.0617
Dentro de los grupos	7457.2463	44	169.4828			
Total	15239.915	45				

Se realizó un análisis de varianza para el porcentaje de aciertos por pregunta en el pre y post test (Tabla 15), el porcentaje de aciertos fue de 48.18% en el pre test y de 67.82% (Tabla 15) en el post test, es un avance, esto significa que los alumnos lograron adquirir ciertos conocimientos sobre el tema estudiado, sin embargo, se obtuvo una probabilidad de 0.1054, es decir, mayor a 0.05 y un valor para el factor de Fisher calculado de 2.82, menor al valor de Fisher de tablas que fue de 4.24 (Tabla 16), lo cual quiere decir que, si se toma como referencia los aciertos por pregunta, no hubo una diferencia significativa entre ambos exámenes.

*Tabla 13. Análisis de varianza de un factor para porcentaje de aciertos por pregunta entre pre y post test del grupo control (Grupo 421).*

#### RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Pre test	12	578.2609	48.1884	1218.2792
Posttest	15	1017.3913	67.8261	669.1871

*Tabla 14. Análisis de varianza de un factor para porcentaje de aciertos por pregunta entre pre y post test del grupo control (Grupo 421).*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2570.9235	1	2570.9235	2.822	0.1054	4.2417
Dentro de los grupos	22769.6912	25	910.7876	7		
Total	25340.6147	26				

### Grupo experimental. Grupo 403.

El grupo al que se le aplicó la propuesta didáctica obtuvo un promedio de aciertos en el pre test de 47.57%, mientras que el post test obtuvo 76.94% (Tabla 17).

Todos los alumnos tuvieron mejoría en sus respuestas (Gráfico 4), hubo casos en los que la diferencias entre el pre y post test no fue mucha, como lo es el caso de los alumnos 13 y 24, sin embargo en ambos casos lograron aprobar el post test; así como también hubo casos en los que la diferencia si fue muy notoria, como lo es con el alumno 11, el cual pasó de tener un promedio del 25% en el pre test a uno del 86.67% o bien del alumno 21, el cual pasó de tener un promedio de 8.33 a 60%, a pesar de que aprobó con 60 el post test, es una diferencia considerable entre el antes y el después de la clase.

*Tabla 15. Porcentaje de aciertos por alumno en el grupo experimental (Grupo 403).*

Alumno	Pre test (%)	Post test (%)
1	41.67	73.33
2	50.00	73.33
3	33.33	60.00
4	50.00	73.33
5	41.67	60.00
6	50.00	86.67
7	41.67	80.00
8	50.00	86.67
9	58.33	93.33
10	58.33	93.33
11	25.00	86.67
12	33.33	60.00

13	58.33	73.33
14	41.67	80.00
15	66.67	73.33
16	50.00	80.00
17	58.33	93.33
18	50.00	86.67
19	58.33	66.67
20	58.33	80.00
21	8.33	60.00
22	50.00	73.33
23	50.00	86.67
24	58.33	66.67
<b>PROMEDIO</b>	<b>47.57</b>	<b>76.94</b>

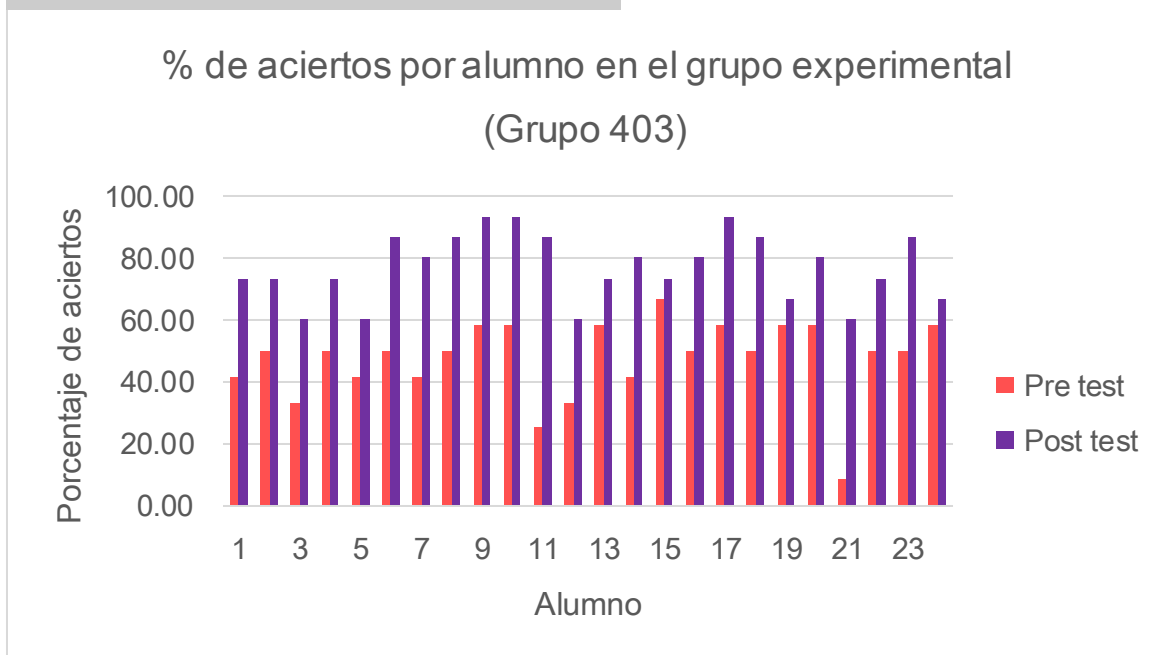
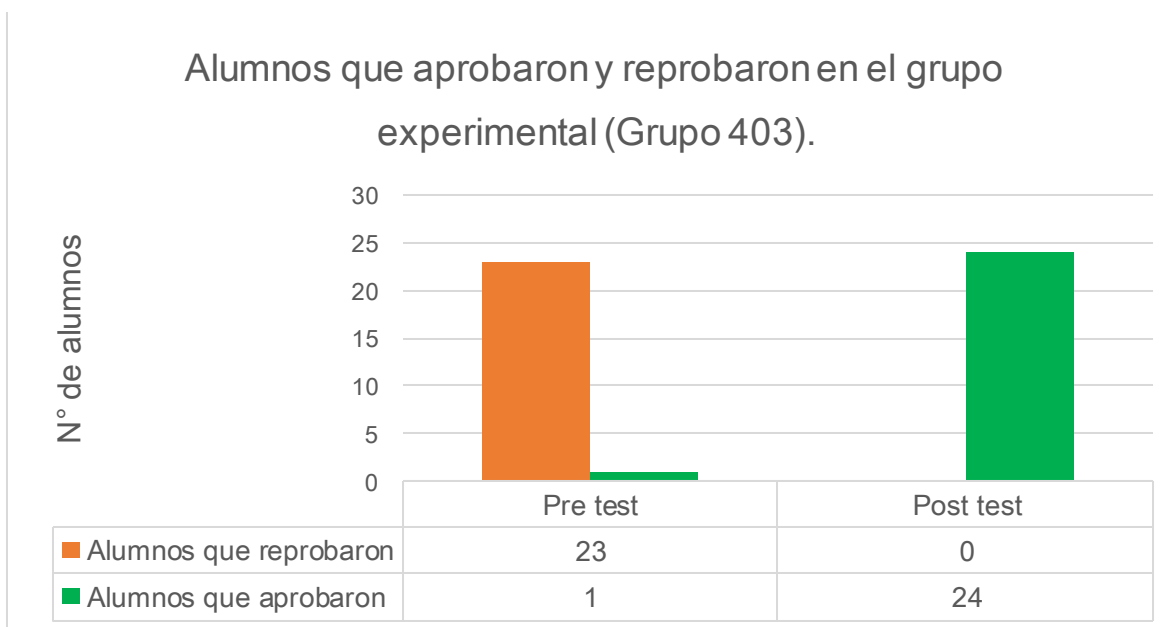


Gráfico 4. Porcentaje de aciertos por alumno en pre y post test del grupo experimental (Grupo 403).

Solo un alumno aprobó el pre test y 23 lo reprobó (Tabla 18), es decir el porcentaje de alumnos que reprobó el pre test fue del 95.83% (Gráfico 6), mientras que en el post test ningún alumno reprobó (Gráfico 5 y 6).

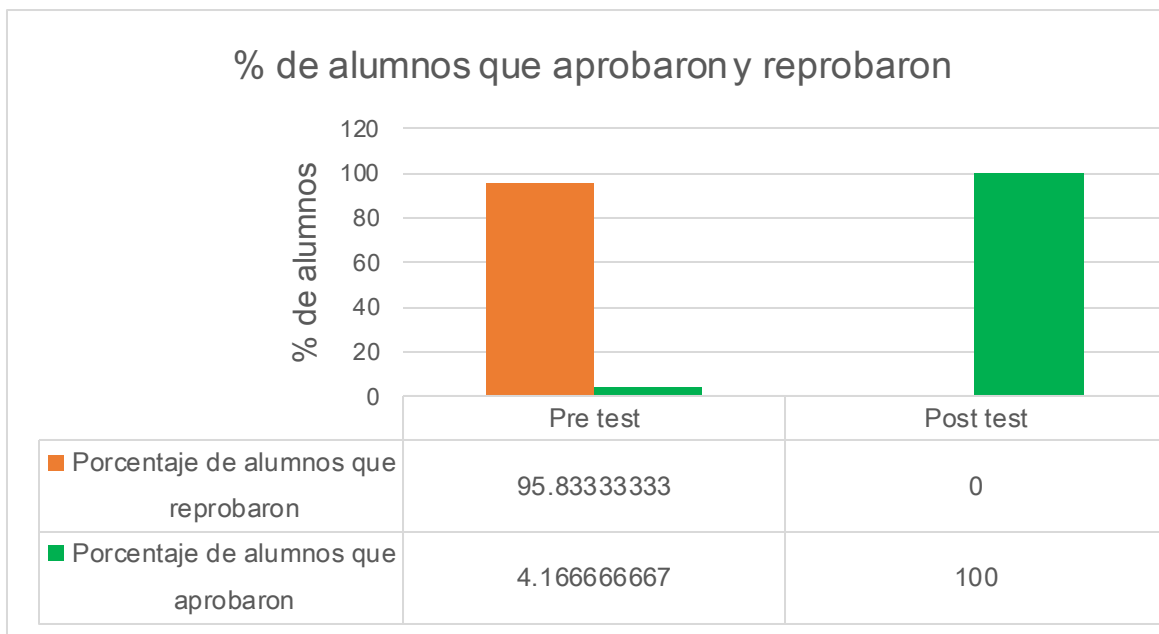
*Tabla 16. Porcentaje de alumnos que aprobaron y reprobó en el grupo experimental (Grupo 403).*

	Pre test (%)	Post test (%)
<b>Alumnos que reprobó</b>	23	0
<b>Alumnos que aprobaron</b>	1	24
<b>Porcentaje de alumnos que reprobó</b>	95.83	0
<b>Porcentaje de alumnos que aprobaron</b>	4.16	100



*Gráfico 5. Alumnos que aprobaron y reprobó el pre y post test del grupo experimental (Grupo 403).*





*Gráfico 6. Porcentaje de alumnos que aprobaron y reprobaron el pre y post test del grupo experimental (Grupo 403).*

Tras el análisis estadístico (ANOVA), se obtuvo un promedio de 47.56% en el pre test y 76.94% en el post test (Tabla 19). Por otro lado, se obtuvo un valor para la constante de Fisher calculado de 72.49, mientras que el valor de F de tablas es de 4.05 (Tabla 20). Si F calculado es mayor que el de tablas y el valor de probabilidad es de 5.2E-11 (menor a 0.05), significa que al menos un factor que se modificó con el grupo experimental, en este caso es la impartición de la clase, obteniendo mejores resultados en el examen resuelto después de impartida la clase.

*Tabla 17. Análisis de varianza de un factor para porcentaje de aciertos por pregunta entre pre y post test.*

**RESUMEN**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Pre test	24	1141.6667	47.5694	165.9370
Post test	24	1846.6667	76.9444	119.7262

*Tabla 18. Análisis de varianza de un factor para porcentaje de aciertos por pregunta entre pre y post test.*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	10354.6875	1	10354.6875	72.49	5.2E-11	4.0517
Dentro de los grupos	6570.2546	46	142.8316	58		
<b>Total</b>	<b>16924.9421</b>	<b>47</b>				

Se obtuvo el porcentaje de aciertos por pregunta para el grupo experimental (Tabla 21).

Así mismo, el análisis de varianza para el porcentaje de aciertos por pregunta entre el pre test y post test (Tabla 22 y 23) muestra un porcentaje de aciertos de e 45.83% en el pre test a 75.83% en el post test, esto muestra un claro avance en las respuestas dadas por los alumnos, también significa que los alumnos lograron adquirir ciertos conocimientos sobre el tema estudiado.

Para el análisis del factor de Fisher (Tabla 23) se obtuvo una probabilidad de 0.014, es decir, menor a 0.05 y un valor para el factor de Fisher calculado de 6.86, mayor al valor de Fisher de tablas que es de 4.24, lo cual quiere decir que, si se toma como referencia los aciertos por pregunta, también hubo una diferencia significativa entre ambos exámenes del grupo experimental.

*Tabla 19. Porcentaje de aciertos por pregunta en el grupo experimental (Grupo 403).*

<b>Pregunta</b>	<b>Pre test (%)</b>	<b>Post test (%)</b>
1	58.33	95.83
2	20.83	83.33
3	16.67	62.50
4	25.00	83.33
5	12.50	12.50
6	75.00	112.50
7	70.83	58.33
8	0.00	95.83
9	41.67	100.00
10	58.33	16.67
11	87.50	100.00
12	83.33	66.67

13	91.67
14	79.17
15	79.17

*Tabla 20. Análisis de varianza de un factor para porcentaje de aciertos por pregunta entre el pre y post test del grupo experimental (Grupo 403).*

### RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Pre test	12	550	45.83333333	915.4040404
Post test	15	1137.5	75.83333333	841.2698413

*Tabla 21. Análisis de varianza de un factor para porcentaje de aciertos por pregunta entre el pre y post test del grupo experimental (Grupo 403).*

### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	6000	1	6000	6.86586	0.014	4.241699
Dentro de los grupos	21847.22222	25	873.88888		72695	
Total	27847.22222	26				

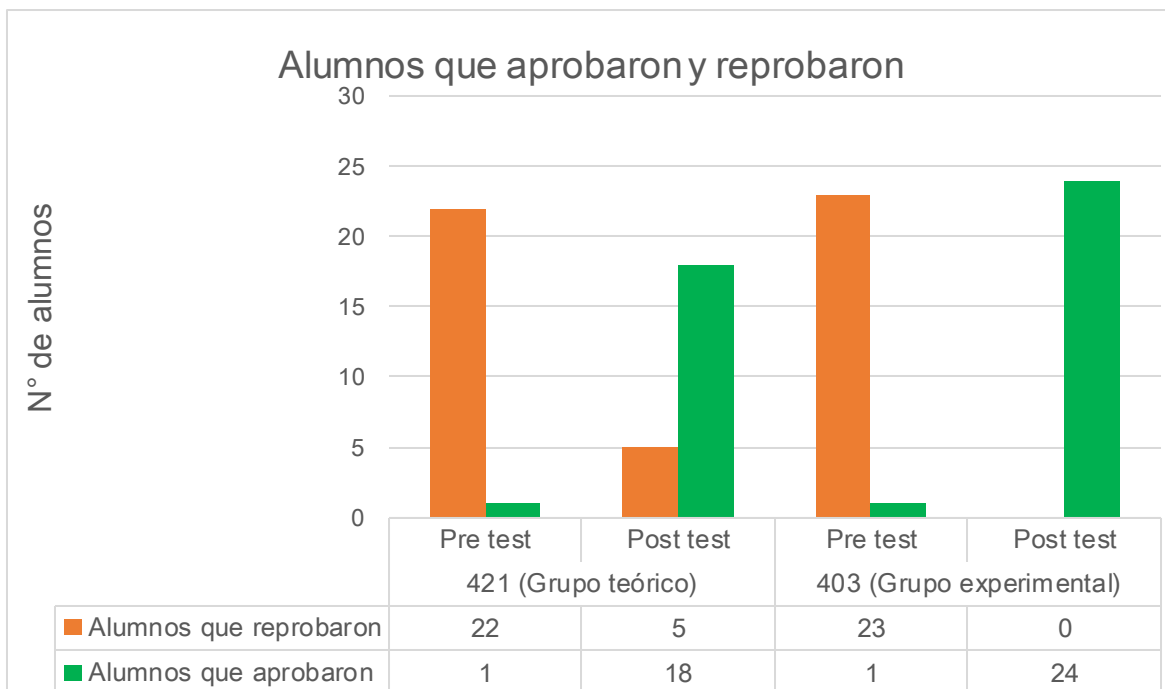
Comparación entre Grupo control (421) y grupo experimental (403).

Comparando el grupo control y al grupo experimental (Gráfico 8), se muestra gran diferencia entre el porcentaje de alumnos que aprobaron y reprobaron en el pre y post test de cada grupo.

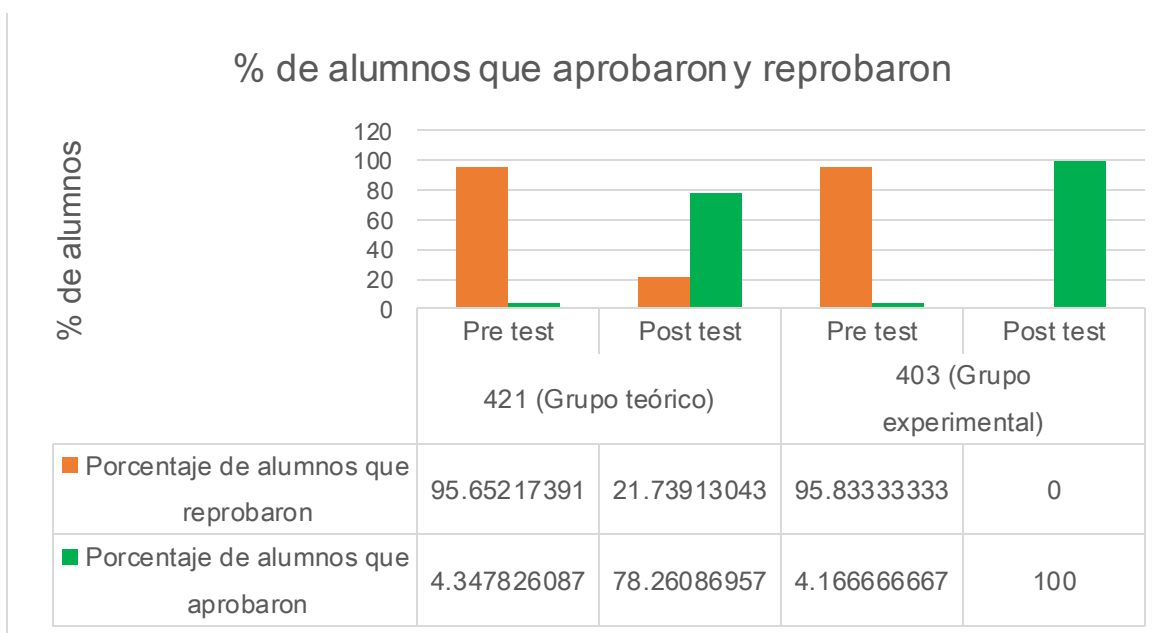
El grupo control pasó de obtuvo un porcentaje de reprobación del 95.65% en el pre test a un porcentaje de 21.73% en el post test, mientras que en el grupo experimental la diferencia entre pre y post test fue a un más notoria, de un 95.83% de reprobación, se disminuyó al 0% de alumnos reprobados.

*Tabla 22. Porcentaje de alumnos que aprobaron y reprobaron en el grupo control y en el experimental.*

	421 (Grupo teórico)		403 (Grupo experimental)	
	Pre test	Post test	Pre test	Posttest
Alumnos que reprobaron	22	5	23	0
Alumnos que aprobaron	1	18	1	24
Porcentaje de alumnos que reprobaron	95.65	21.73	95.83	0
Porcentaje de alumnos que aprobaron	4.34	78.26	4.16	100



*Gráfico 7. Alumnos que aprobaron y reprobaron en el grupo control y en el experimental*



*Gráfico 8. Porcentaje de alumnos que aprobaron y reprobaron en el grupo control y en el experimental.*

Tomando como referencia el análisis ANOVA realizado entre los resultados obtenidos del post test del grupo control y el grupo experimental (Tabla 26), se puede observar que el valor calculado para F (5.27) es más grande que el valor de F de obtenido de tablas (4.05) y con un valor para probabilidad menor de 0.05 (0.026), esto quiere decir que hubo una diferencia significativa con la variación de al menos un factor entre el grupo control y el grupo experimental, este factor que se modificó es la aplicación de la propuesta didáctica, es decir en el grupo control se presentó un considerable avance en los promedios grupales del pre y post test, sin embargo fue a un más notorio dicho avance en los promedios grupales del grupo experimental, al que se le aplicó la propuesta didáctica, esta diferencia es tal que se puede percibir, como ya se explicó anteriormente con los valores de F y probabilidad.

*Tabla 23. Análisis de varianza de un factor para porcentaje de aciertos por pregunta entre post test del grupo control y del grupo experimental.*

#### RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Post test de Grupo control (421)	23	1573.333	68.406	206.939
Post test de grupo experimental (403)	24	1846.667	76.944	119.726

*Tabla 24. Análisis de varianza de un factor para porcentaje de aciertos por pregunta entre post test del grupo control y post test del grupo experimental.*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
---------------------------	-------------------	--------------------	---------------------------	---	--------------	----------------------

<b>Entre grupos</b>	856.2870	1	856.2870	5.2739	0.0264	4.0566
<b>Dentro de los grupos</b>	7306.3607	45	162.3636			
<b>Total</b>	8162.6478	46				

Por otro lado, se puede observar que hay una mayor diferencia entre el valor de F calculado y el de tablas para el grupo experimental (Tabla 27), 72.4958 y 4.0517, respectivamente, que para el grupo control, 45.9201 y 4.0617. De igual forma, el valor de probabilidad para el grupo experimental, 5.2E-11, es mucho menor a 0.05 que el valor obtenido para el grupo control, 2.43303E-08. Con estos valores se puede demostrar que el factor que se modificó, es decir, la aplicación de la propuesta didáctica, surtió mejores resultados que en el grupo en el cual no se aplicó la misma.

*Tabla 25. Valores de Fisher y probabilidad para grupo control y experimental.*

	<b>Grupo control (Grupo 421)</b>	<b>Grupo experimental (Grupo 402)</b>
<b>F</b>	45.9201	72.4958
<b>Probabilidad</b>	2.43303E-08	5.2E-11
<b>Valor crítico F</b>	4.0617	4.0517



## 10.2 Resultados cualitativos.

### Grupo control. Grupo 421.


Se muestra el pre test que uno de los alumnos contestó (Figura 21). Así como este alumno, la mayoría de ellos tienen presente la temperatura y naturaleza de los reactivos pero indirectamente, mencionan al calor como factor que modifica la rapidez de una reacción, así como el tipo de elemento, mencionan ellos.

En cuanto a las unidades con las que se mide la rapidez de reacción, solo contemplan unidades de tiempo, mencionan segundos, minutos, entre otras, incluso de distancias sobre tiempo, pero ninguno menciona a la concentración y al tiempo al mismo tiempo.

En cuanto al tamaño de partícula, saben que entre más pequeña sea, más rápidamente se llevará a cabo la reacción química, pero no tienen claro el porqué de ello.

También tienen presente que la temperatura influye en la rapidez de una reacción química y sus experiencias vividas los remontan a la preparación y conservación de alimentos.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

  
 Maestría en Docencia  
 para la Educación Media Superior

Profesora: Sandra Lorena Zendejas Torres

Nombre del alumno: Bertha Velazquez Coral Alvarado

1. ¿Qué es una reacción química? *Cambio de una sustancia que provoca una nueva sustancia* ✓
2. ¿Qué entiendes por rapidez de reacción? *Cuando un cambio químico es rápido y no repercute del cambio* ✓
3. ¿Qué factores consideras que modifican la rapidez de una reacción química? *Necesito con otro tipo de sustancias* ✗
4. ¿Qué entiendes por energía de activación? *Cuando esto se encuentra o en constante movimiento* ✗
5. Son sustancias que pueden acelerar o retardar el curso de una reacción sin que sean partícipes de ella. *Elementos naturales, agua, mezcla* ✗
6. Si se aumenta la temperatura en una reacción, ¿Aumenta o disminuye la rapidez de dicha reacción? ¿Por qué? *Disminuye por que no tiene suficiente estabilidad* ✗
7. ¿Cómo se llevará a cabo más rápidamente una reacción, con partículas pequeñas o grandes? *Pequeños* ✓
8. ¿Cuáles son las unidades de con las que se mide la rapidez de un reacción? *segundos, minutos, horas, Km, Millas* ✓
9. ¿En qué productos cotidianos podemos encontrar inhibidores de reacción química? ¿Cómo crees que actúan? *Quitar malos olores* ✗
10. Menciona un ejemplo dónde la rapidez de un reacción química aumente si se le aumenta la temperatura. *Cuando hierbes el agua y después de un cierto tiempo se evapora* ✓
11. ¿Qué pasa cuando la leche tiene determinada fecha de caducidad, pero no la guardamos en el refrigerador? *Caduca* ✓
12. ¿Qué arderá más rápido, trozos de carbón grandes o trozos finamente pequeños? ¿Por qué? *Grandes por que tiene mas superficie o peso* ✗

Figura 20. Pre test de un alumno del grupo control.

Una vez impartida la clase, a pesar de que se trató solo de teoría y ejemplos citados, los alumnos del grupo control lograron tener un avance considerable en la comprensión de los factores que modifican la rapidez de una reacción química.

Se presentó un buen resultado en cuanto al número de aciertos (Figura 22), es alumno es capaz, incluso de trasladar dichos conocimientos a la vida cotidiana. Sin embargo, también hubo alumnos que no obtuvieron tan buenos resultados, tal es el caso de otro alumno (Figura 23), a algunos alumnos no les queda claro de todo lo que es la energía de activación, aunque la relacionan con un tipo de energía calorífica y en muchos casos logran comprender como se ve modificada la rapidez de una reacción química de acuerdo a cada uno de los factores, pero aun no logran explicar el porqué de ello.

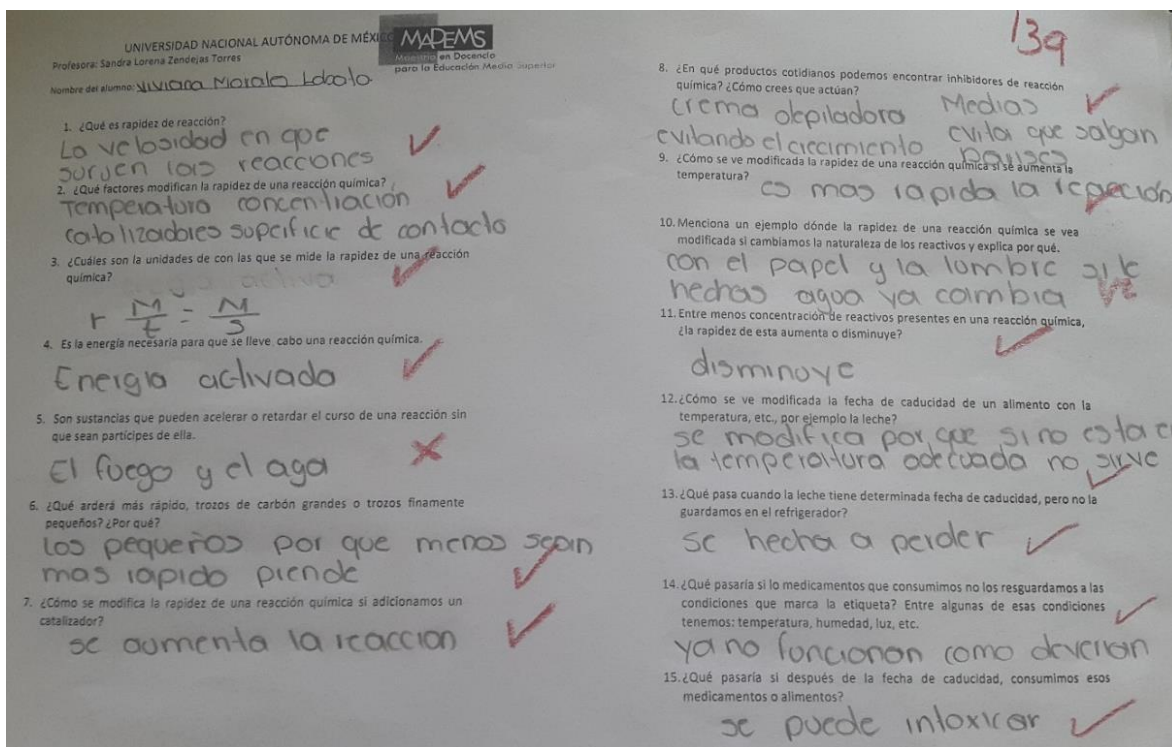


Figura 21. Post test de un alumno del grupo control.

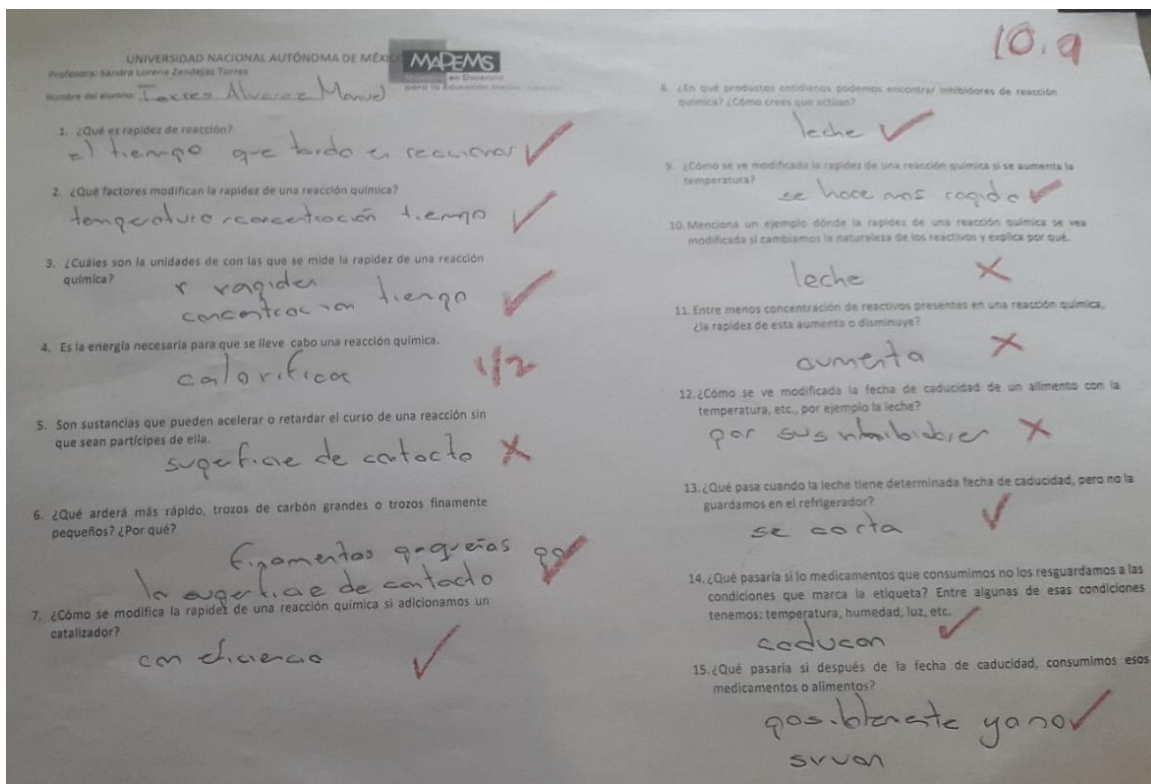


Figura 22. Post test de un alumno del grupo control.

Grupo experimental. Grupo 403.

En el grupo experimental, las respuestas que dieron los alumnos en el pre test se parecían mucho a las que tuvieron los alumnos en el grupo (Figura 24). También consideran al calor como un factor que modifica la rapidez de una reacción química, no distinguen entre temperatura y calor.

No consideran a la concentración como un factor que modifica la rapidez de reacción, los que más se acercan a este término, son los alumnos que mencionan a la cantidad del elemento o sustancias, mencionan; más no saben cómo es que le afecta a la rapidez.

Al igual que en el grupo control, solo toman en cuenta las unidades de tiempo como unidades para medir la rapidez de una reacción química, no mencionan la concentración.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
Profesora: Sandra Lorena Zendejas Torres

MADEMS  
Maestría en Docencia  
para la Educación Media Superior

Nombre del alumno: Fernando Corona Melanio

1. ¿Qué es una reacción química?  
Es cuando dos o más elementos se unen. ✓
2. ¿Qué entiendes por rapidez de reacción?  
Con qué velocidad se da una reacción al unir los elementos. ✓
3. ¿Qué factores consideras que modifican la rapidez de una reacción química?  
Color, movimiento. ✗
4. ¿Qué entiendes por energía de activación?  
Cuando la reacción química se estallebada a cabo. ✗
5. Son sustancias que pueden acelerar o retardar el curso de una reacción sin que sean partícipes de ella.  
El aire. ✗
6. Si se aumenta la temperatura en una reacción, ¿Aumenta o disminuye la rapidez de dicha reacción? ¿Por qué?  
Aumento, por que es un factor con el cual podemos operar para que sea fácil. ✓
7. ¿Cómo se llevará a cabo más rápidamente una reacción, con partículas pequeñas o grandes?  
Con partículas pequeñas. ✓
8. ¿Cuáles son la unidades de con las que se mide la rapidez de un reacción?  
Tiempo, espacio, lugar. ✗
9. ¿En qué productos cotidianos podemos encontrar inhibidores de reacción química? ¿Cómo crees que actúan?  
El agua, alcohol. ✗
10. Menciona un ejemplo dónde la rapidez de un reacción química aumente si se le aumenta la temperatura  
Cuando sacamos un hielo del congelador y lo agregamos a una bebida caliente, este se derite y se vuelve un solo sustancia. ✓
11. ¿Qué pasa cuando la leche tiene determinada fecha de caducidad, pero no la guardamos en el refrigerador?  
Se corta. ✓
12. ¿Qué arderá más rápido, trozos de carbón grandes o trozos finamente pequeños? ¿Por qué?  
Trozos pequeño, por que se consumen mas rapido. ✓

Figura 23. Pre test de un alumno del grupo experimental.

Por otro lado, las respuestas dadas por los alumnos del grupo experimental (Figura 25 y 26) ya fueron más completas que las que dieron en el pre test, tuvieron un muy buen resultado en cantidad de aciertos y pudieron trasladar los conocimientos adquiridos a la práctica y a la vida cotidiana.

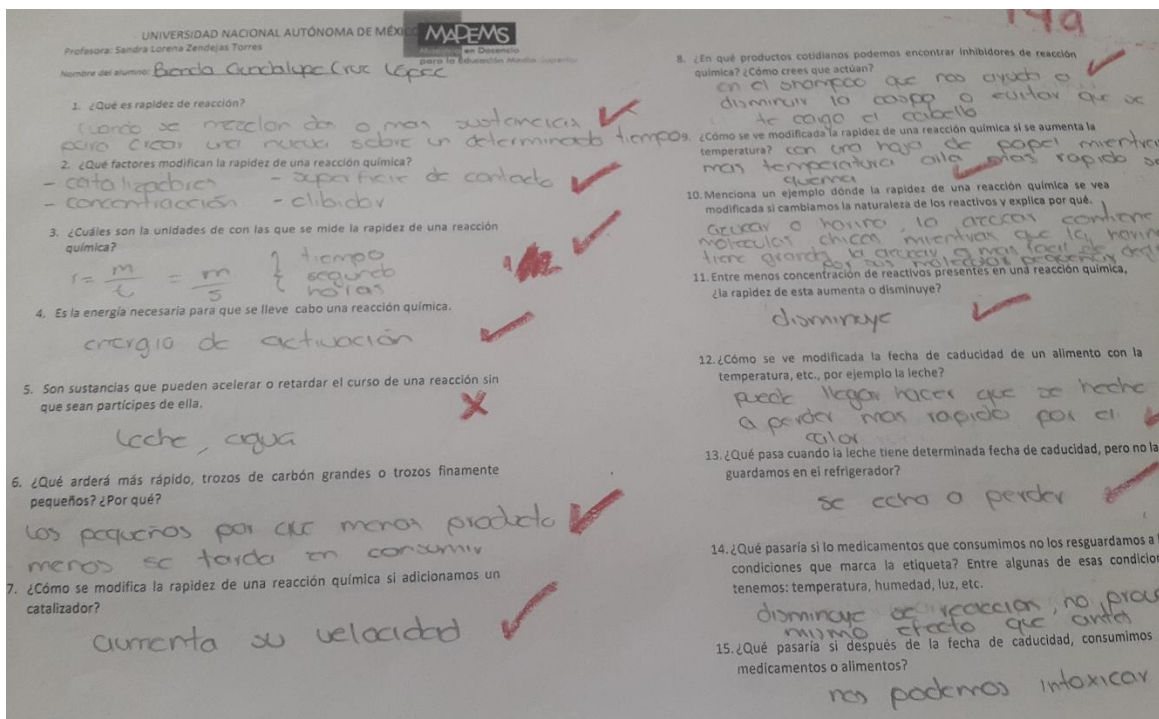


Figura 24. Post test de un alumno del grupo experimental.

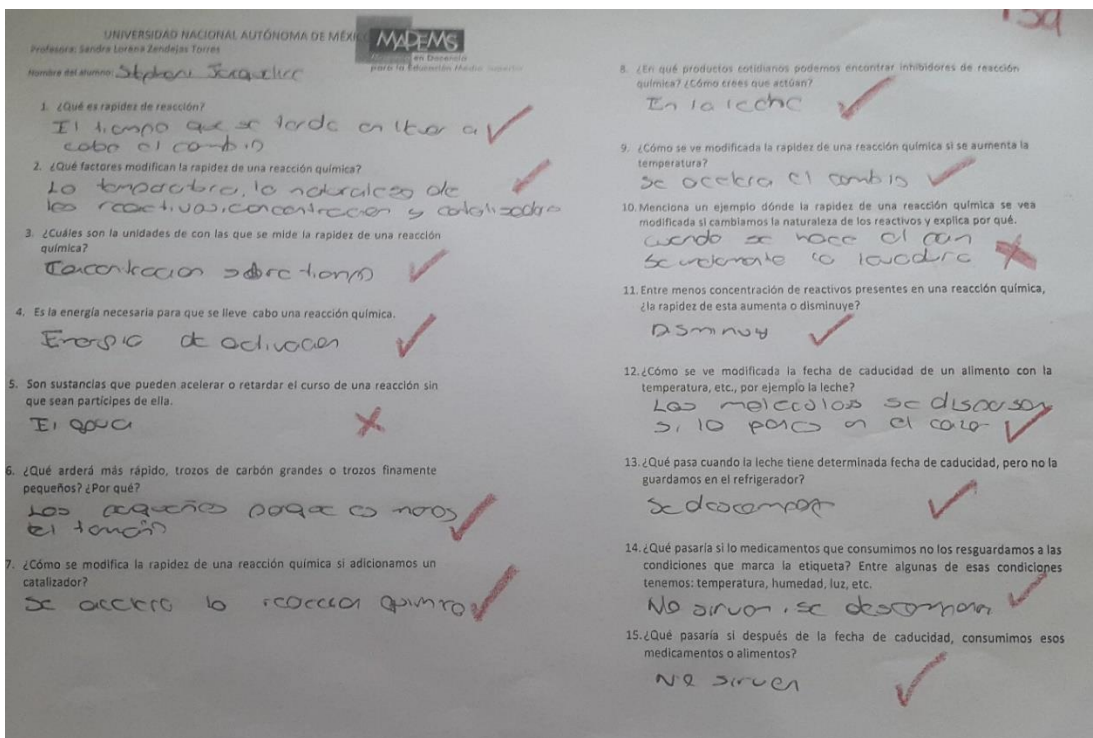


Figura 25. Post test de un alumno del grupo control.

### Comparación de grupo control y grupo experimental.

En ambos grupos hubo cierto progreso después de aplicada la clase (Figura 25 y 26), sin embargo, en las imágenes, se puede observar que las respuestas dadas por los alumnos del grupo experimental fueron más completas que las dadas por los alumnos del grupo control, de igual forma, se le facilitó más al grupo experimental trasladar los conocimientos adquiridos a la práctica y a la vida cotidiana que al grupo control.

### Actitud de los alumnos en grupo control y grupo experimental.

En el grupo control hubo alumnos que se mostraron muy interesados por la clase, pero también hubo varios a los que les costó más trabajo interesarse en el tema y solo unos cuantos participaban de manera voluntaria.

Los alumnos a los que se les aplicó la propuesta didáctica, mostraron en su gran mayoría alto interés por el tema estudiado, participaban de manera voluntaria y expresaban sus dudas, opiniones y ejemplos sobre el tema.

Esta diferencia se puede deber a que los alumnos del grupo experimental estaban intrigados por los experimentos que se estaban llevando a cabo, mientras que los alumnos del grupo control no pudieron tener dicha oportunidad. Por este mismo motivo, al observar los experimentos, los alumnos del grupo experimental pudieron contextualizar lo que estaba pasando con su vida cotidiana y entorno que los alumnos del grupo control. Sin embargo, a pesar de que a los alumnos del grupo control les fue más difícil hacerlo, también lo lograron hasta cierto punto, ellos trabajaron de manera más abstracta.



*Figura 26. Alumnos del grupo experimental de EPOEM N° 163 y la profesora Sandra Zendejas.*





*Figura 27. Alumnos del grupo experimental de EPOEM N° 163 atendiendo indicaciones.*



*Figura 28. Alumnos del grupo experimental de EPOEM N° 163 realizando experimentación.*



*Figura 29. Alumnos de grupo experimental de EMPOEM N° 163 trabajando en sus deberes.*



*Figura 30. Alumnos de grupo experimental de EPOEM N° 163 realizando la experimentación.*



*Figura 31. Alumnos de grupo experimental de EPOEM N° 163 realizando la experimentación.*



*Figura 32. Alumnos del grupo control haciendo anotaciones.*

### **10.3 Aceptación de Hipótesis de investigación (H<sub>i</sub>)**

En el análisis estadístico se menciona que los valores de F calculado son mayores a los valores de F de tablas, por tal motivo, la hipótesis alternativa se acepta, ya que el factor estudiado, la propuesta didáctica, ha influido significativamente en los resultados y es información relevante para apoyar la hipótesis de investigación y por ende la hipótesis nula se rechaza. Es decir, el modelo estudiado, es mejor.

## CONCLUSIONES.

En este trabajo se diseñó una secuencia didáctica, para favorecer el proceso de enseñanza y aprendizaje del tema de rapidez de una reacción química mediante el modelo basado en la experiencia. Se diseñó una serie de experimentos de laboratorio para observar la cinética de las reacciones químicas, el efecto de concentración, de temperatura, la presencia de catalizadores, superficie de contacto y la naturaleza de los reactivos. Esta estrategia se aplicó en un grupo de Educación Media Superior de la Escuela Preparatoria Oficial del Estado de México N°163, teniendo también un grupo control de la misma escuela, al que se impartió únicamente la clase teórica. De las evaluaciones pretest y postest de ambos grupos se obtuvieron resultados que fueron analizados estadísticamente. Como consecuencia de lo anterior se presentan a continuación las conclusiones siguientes:

Se adecuó un experimento que ocurrió de forma instantánea, reacción de neutralización entre ácido y base, para que los alumnos de Educación Media Superior observaran que hay reacciones químicas “rápidas” y que sirvió de base para los demás experimentos realizados en este trabajo.

Se adaptó el experimento de cinética de yodación de acetona, que tradicionalmente se realiza con un espectrofotómetro, para ello, se realizaron diferentes pruebas de pH y tiempos para lograr el equilibrio cetoenólico, entre la acetona y el ácido. También se trabajó con la concentración de los reactivos hasta que se obtuvieron las condiciones experimentales para que la desaparición del yodo ocurriera en tiempos menores a 5 min. La rapidez de reacción se consideró, como el tiempo en que el color (yodo) desaparece. En este caso, para que los alumnos comprendieran

que hay reacciones químicas que proceden a diferentes rapidezces, así como, para que analizaran como la concentración de los reactivos modifica la rapidez de una reacción química.

El experimento de yodación, también se trabajó a diferentes temperaturas (ambiente y 10°C por encima de la temperatura ambiente), para observar el efecto de la temperatura en la rapidez de la reacción y comprender como el incremento de la energía aplicada en forma de calor, provoca un mayor número de colisiones y en consecuencia incrementa la rapidez de la reacción.

En esta reacción, se le da el carácter de catalizador al ácido clorhídrico (HCl), de este modo también se varió la cantidad de HCl en el experimento, para demostrar como se ve afectada la rapidez de una reacción por la presencia de un catalizador.

En cuanto al experimento de superficie de contacto, se utilizó un clavo y limadura de hierro, en el que ambos fueron sometidos a la presencia de fuego mediante la llama de una vela, de esta manera se demostró que la rapidez con la que arde el hierro (combustión) será mayor cuanto menor sea el tamaño de partícula y por ende la superficie de contacto entre las partículas.

La naturaleza de los reactivos se estudió mediante la degradación (fermentación) de un carbohidrato simple (sacarosa) y un carbohidrato complejo (almidón) en presencia de levadura, dónde se observó que la sacarosa se degradó más rápidamente que el almidón, esto debido a que posee un tamaño mucho menor respecto al almidón.

Estos experimentos que no requieren de equipos costosos fueron diseñados para trabajarse en viales (microescala), que no requieren material de vidrio costoso como pipetas (se utilizaron cuenta gotas), y que los reactivos no tienen que ser de grado

analítico, ya que se utilizó una solución de yodo/yoduro de curación y acetona pura, ambos fácilmente adquiridos en farmacias, pueden ser utilizados en la enseñanza del concepto de rapidez de reacción en la Educación Media Superior, incluso en escuelas que no cuentan con laboratorio.

Para el grupo control, al cual se le aplicó una clase tradicional (magistral) teórica, de esta forma, los alumnos obtuvieron cierto avance al obtener mejores respuestas en el post test que en el pre test, ya que a pesar de que la clase impartida no se realizó con la propuesta elaborada, los alumnos pudieron comprender algunos de los conocimientos deseados. En este grupo, solo 4.34% de los alumnos aprobaron el pre test y 78% el post test

Sin embargo el grupo experimental, al cual se le aplicó una clase con la propuesta didáctica, se presentó una mayor diferencia entre las respuestas dadas en el pre test y el post test.

Los resultados obtenidos en los aciertos del post test del grupo experimental fueron mayores que los obtenidos en el grupo control. Dónde solo el 4.1% de alumnos aprobó el pre test y el 100% de los alumnos aprobó el post test. Al comparar estos resultados a través de un análisis de varianza se logró demostrar estadísticamente que la diferencia en la mejora de las respuestas entre los post test de ambos grupos fue a causa de la aplicación de la variable estudiada (la propuesta didáctica), es decir, que ambos grupos pueden obtener cierta mejora entre el antes y el después de estudiado el tema, pero que se presentarán mejores resultados si se aplica la propuesta didáctica.

Se logró elaborar una propuesta didáctica para impartir el tema de rapidez de reacción química basada en el uso de actividades experimentales que cumplió con la hipótesis alternativa propuesta “si se aplica la propuesta didáctica elaborada en la enseñanza del tema de rapidez de reacción a un grupo de alumnos, y a otro grupo se le aplica una enseñanza más tradicional, los alumnos del grupo experimental obtendrán mejores resultados en la comprensión del tema”.

## **PROSPECTIVAS**

Estos experimentos que no requieren de equipos costosos fueron diseñados para trabajarse en viales (microescala), no requieren material de vidrio costoso como pipetas (se utilizaron cuenta gotas), y los reactivos no tienen que ser de grado analítico, ya que se utilizó yodo/yoduro de curación y acetona, ambos reactivos adquiridos en farmacias, pueden ser utilizados en la enseñanza del concepto de rapidez de reacción en la Educación Media Superior, incluso en escuelas que no cuentan con laboratorio.

Dentro del texto de este trabajo, se presentan los diagramas de flujo como semáforo de seguridad ecológico de los experimentos de laboratorio, para analizar el acercamiento verde de los mismos. Así como el impacto ecológico del tratamiento y disposición de los residuos causa de la aplicación de la variable estudiada (la propuesta didáctica), es decir, que ambos grupos pueden obtener cierta mejora entre el antes y el después de estudiado el tema, pero que se presentarán mejores resultados si se aplica la propuesta didáctica.



Los alumnos del grupo experimental se mostraron más interesados y conformes de ser parte y controlar lo que aprenden, esto muestra otro indicio que la propuesta didáctica (basada en aprendizaje por experiencias) aportará mejores resultados tanto para el alumno como para el docente que si se aplicase una clase tradicional teórica.

## REFERENCIAS

- Almazán, J. L. (Febrero de 2001). *La Educación Media Superior en México*. Recuperado el Febrero de 2015, de Confederación Patronal de la República Mexicana:  
[http://www.coparmex.org.mx/contenidos/publicaciones/Entorno/2001/febrero01/ed\\_medsup.htm](http://www.coparmex.org.mx/contenidos/publicaciones/Entorno/2001/febrero01/ed_medsup.htm)
- Arévalo, U. (2009). *Velocidad de reacción*. Recuperado el Febrero de 2015, de Ciencias en el bachillerato:  
<http://cienciasenbachillerato.blogspot.mx/2011/05/velocidad-de-reaccion-y-equilibrio.html>
- Atkins, P., & de Paula, J. (2008). *Química Física*. Editorial Médica Panamericana.
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva* (Segunda ed.). Barcelona: Paidós. Recuperado el Febrero de 2016, de <http://www.educainformatica.com.ar/docentes/tuarticulo/educacion/>
- Barrios Mota, N. (2014). Aprendizaje basado en problemas como una estrategia didáctica para abordar la asignatura de ecología en el nivel medio superior. *Tesis inédita de maestría*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Briseño, F., Mejía, J., García, J., & Cardoso, E. (Enero-abril de 2014). Seguimiento de egresados: estudio diagnóstico en las preparatorias oficiales del Estado de México (generaciones 2005-2008 y 2008-2011). *Innovación Educativa*, XIV(64), 145-156.
- Brown, T. (2004). *Química, la ciencia central*. México: Pearson. Prentice Hall.
- Bruner, J., & Goodman, C. (1947). Value and Need as Organizing Factors in Perception. (42), 33-44.

- Canales, M., Hernández, T., Meraz, S., & Peñalosa, I. (2000). *Fisicoquímica* (Vol. I). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Carroll, L. (2003). *Las aventuras de Alicia en el país de las maravillas*. Ediciones del Sur.
- Colegio de Ciencias y humanidades. (agosto de 2015). *Colegio de Ciencias y Humanidades*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2015, de Plan de estudios del CCH: <http://www.cch.unam.mx/programasestudio>
- Córdova, J. L. (2005). El arte de resolver problemas. *Educación Química*, XVI(2), 260-278.
- Douglas, G. (2006). *Física. Principios con aplicaciones* (Sexta ed., Vol. I). México: Pearson Educación.
- ENP. (2011). *Planes y Programas de Estudio. Dirección General de la Escuela Nacional Preparatoria*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2015, de Dirección General de la Escuela Nacional Preparatoria: <http://dgenp.unam.mx/planesdeestudio/>
- Enríquez, R. (2014). *Rapidez de reacción*. Recuperado el Agosto de 2015, de Escuela Nacional Preparatoria 8, "Miguel E. Schulz": <http://prepa8.unam.mx/academia/colegios/quimica/infocab/unidad211.html>
- Fernández, M., Fernández, L., & Zorrilla, D. (2000). Mecánica cuántica y velocidad de reacción: La barrera de potencial unidimensional como modelo simple para introducir el comportamiento cuántico en la Cinética química. *Revista Educación Química*, XI(1).
- González Muradás, R., Sansón Ortega, C., Covarrubias Herrera, M., & Montagut Bosque, P. (2009). Concepciones alternativas, equilibrio químico y cambio conceptual. *Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y*

*experiencias didácticas* (VIII), 2406-2410. Obtenido de <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2406-2410.pdf>

Huerta Cuervo, R. (enero-abril de 2014). Los bachilleratos bivalentes, las estructuras organizativas y la incorporación de las competencias genéricas en sus currículos. *Innovación Educativa*, XIV(64), 101-114.

Instituto Nacional para la Evaluación, d. (2011). *Pánorama educativo de México. Educación Media Superior*. Recuperado el Noviembre de 2015, de <http://www.inee.edu.mx/sitioinee10/Publicaciones/IndicadoresEducativos/P1B108PNRMEMS2009.pdf>

Irazoque, G. (1994). Más problemas, ¿Para qué? *Educación química*, XVI(2), 114-118.

Izquierdo, M. (2005). ¿Para qué se inventaron los problemas de química? *Educación Química*, XVI(2), 247-259.

Kolb, D. (1984). *Experiential Learning*. New Jersey: Prentice-Hall. Obtenido de <http://learningfromexperience.com/>

Kolb, Rubin, & McIntyre. (1974). *Psicología de las organizaciones: Problemas contemporáneos. Aprendizaje y solución de problemas*. Prentice-Hall Hispanoamerica S.A.

Lamb, W. G. (1984). Why teach kinetics to high school students? *Journal of chemical education*, LXI(1), 40.

Lara-Baragán, A., & Nuñez, H. (2006). *Física 1. Un enfoque constructivista* (Primera ed.). México, México: Pearson Educación.

Lozano, A. (2000). *Aprendizaje y enseñanza. Un panorama de la estilística educativa*. México: Trillas.

- Martínez-Salanova, E. (s.f.). *Portal de la Educación*. Recuperado el Febrero de 2016
- Morral, A., Cabot, A., Capitán, A., Fatjó, J., & Romero, D. (2002). Aprendizaje basado en problemas. *Revista de Fisioterapia*, 1(1).
- Obaya, A., & Vargas, Y. (2005). *Cálculo de parámetros de rapidez en cinética química y enzimática*. México: UNAM.
- Obaya, A., Vargas, Y., & Delgadillo, G. (2002). Aspectos relevantes de la educación basada en competencias para la formación profesional. *Revista Educación Química*, XXII(1).
- Phillis, J., Stozak, V., & Wistrom, C. (s.f.). *Química. Conceptos y aplicaciones*. México: McGrawHill.
- Romero, G., Rodríguez, A., & Gómez, J. (2008). Evaluación de escenarios para el aprendizaje basado en problemas (ABP) en la asignatura de química de bachillerato. *Revista Educación Química*, XIX(3).
- Romero, J., Rodríguez, A., & Gómez, J. (2008). Evaluación de escenarios para el aprendizaje basado en problemas (ABP) en la asignatura de química de bachillerato. *Educación Química*, XIX(3), 195-199.
- Sánchez, J. (2006). *Cinética química en la enseñanza secundaria*. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.
- Santamarina, R., & Llull, L. (2015). *El Aprendizaje Basado en la Experiencia*. Obtenido de Learning Review: <http://www.learningreview.com/>
- Secretaría de Educación Pública. (2013). *Programas de estudio. Dirección general de bachillerato*. (Secretaría de educación pública) Recuperado el 03 de marzo de 2016, de Dirección general de bachillerato: <http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/programasdeestudio.php>

Seese, W., & Daub, G. (1990). *Química*. México: Prentice Hall.

Subsecretaría de Educación Media, S. (Enero de 2008). Reforma Integral de la Educación Media Superior en México. *La creación de un Sistema Nacional de Bachillerato en un marco de diversidad*. México, México: Secretaría de Educación Pública.

Torre, J. C. (2002). *Aprender a pensar y pensar para aprender*. Madrid, España: NARCEA.

Universidad Nacional Autónoma de México. (2001). *Núcleo de Conocimientos y Formación Básicos que debe proporcionar el Bachillerato de la UNAM*. México: UNAM.

Vargas, Y., Obaya, A., Lima, S., Hernández, A., Miranda, R., & Vargas, G. (2016). El diagrama de flujo como semáforo de seguridad. *Educación Química*, 30-36.

Villa, L. (enero-abril de 2014). Educación media superior, jóvenes y desigualdad de oportunidades. *Innovación educativa*, XIV(64), 33-46.

## ANEXOS.

### Actividades experimentales aplicadas.

#### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 1. Efecto de la concentración en la rapidez de una reacción.

##### INTRODUCCIÓN.

La rapidez con la que ocurre una reacción química depende de varios factores:

1. Concentración de reactivos
2. Temperatura
3. Superficie de contacto
4. Catalizadores
5. Naturaleza química de los reactivos

Cuando incrementamos la **concentración de reactivos** en una reacción se observa con facilidad que las reacciones son aceleradas. A mayor concentración mayor número de partículas (moléculas, iones o átomos) por unidad de volumen, hay por lo tanto más colisiones y más eventos de reacción. Si los reactivos están en disolución o son gases encerrados en un recipiente, cuanto mayor sea su concentración, más alta será la rapidez de la reacción en la que participen, ya que, al haber más partículas en el mismo espacio, aumentará el número de colisiones. El ataque que los ácidos realizan sobre algunos metales con desprendimiento de hidrógeno es un buen ejemplo, ya que este ataque es mucho más violento cuanto mayor es la concentración del ácido. La variación de la rapidez de reacción con los reactivos se expresa, de manera general, en la forma:

$$r = k[A]^{\alpha}[B]^{\beta}$$

Donde  $\alpha$  y  $\beta$  son coeficientes que no coinciden necesariamente con los coeficientes estequiométricos de la reacción general antes considerados. La constante de rapidez  $k$ , depende de la temperatura.

##### OBJETIVO.

Formar un halogenuro de alquilo mediante la reacción de acetona y yoduro para demostrar cómo afecta la concentración de los reactivos en la rapidez de dicha reacción.

## EXPERIMENTACIÓN.

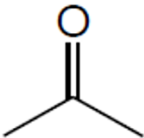
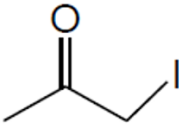
### Materiales y reactivos.

- ✓ Agua destilada (H<sub>2</sub>O).
- ✓ Ácido Clorhídrico 2M (HCl).
- ✓ Acetona comercial.
- ✓ Yodo (I<sub>2</sub>) (tintura de yodo).
- ✓ 1 frasco vial con tapa.
- ✓ 4 cuentagotas.
- ✓ Cronómetro.

### Procedimiento.

De acuerdo a la tabla que se muestra a continuación, en un frasco vial con tapa, colocar la cantidad de reactivo que se indica conforme al orden sugerido:

1. Agua (Agua).
2. Ácido Clorhídrico 2M (HCl).
3. Acetona.
4. Agitar manualmente durante 1 minuto.
5. Agregar las gotas de yodo indicadas (I<sub>2</sub>).
6. Medir el tiempo que tarda en cambiar el color de la solución.

No. De experimento.	Reactivo					Producto
	H <sub>2</sub> O	HCl		I <sub>2</sub>	→	
1.	12 gotas	2 gotas	4 gotas	2 gotas		
2.	6 gotas	2 gotas	10 gotas	2 gotas		

### ANÁLISIS.

1. ¿Qué sistema tardó más tiempo en cambiar de color?
2. ¿Qué sistema tardó menos tiempo en cambiar de color?



3. ¿Qué sistema llevaba más concentración de acetona?
4. ¿Qué sistema llevaba menos concentración de acetona?
5. Relacionando la concentración de acetona y el tiempo en que hubo cambio de color, ¿Qué puedes concluir?
6. ¿Cómo puedes explicar esto molecularmente?
7. ¿Cómo te das cuenta que se ha formado el producto (halogenuro de alquilo)?

**OBSERVACIONES Y RESULTADOS.**

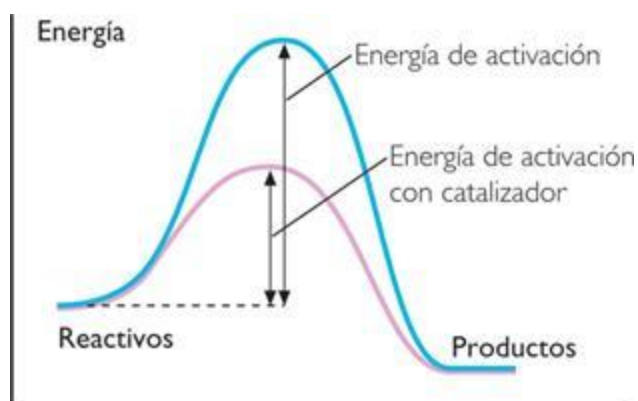
## ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 2. Efecto del catalizador en la rapidez de una reacción.

### INTRODUCCIÓN.

La rapidez con la que ocurre una reacción química depende de varios factores:

1. Concentración de reactivos
2. Temperatura
3. Superficie de contacto
4. Catalizadores
5. Naturaleza química de los reactivos

Los catalizadores son sustancias que pueden acelerar o retardar (inhibidores) el



curso de una reacción, sin que sean partícipes de ella, es decir, su naturaleza no cambia durante el proceso químico. Los catalizadores modifican la  $E_a$  de una reacción determinada. Si el propósito es acelerar la reacción, el catalizador hace que la  $E_a$  sea menor (**fig. 1**); pero si lo que se quiere es retardarla, se

utiliza un inhibidor, éste aumentará la  $E_a$ .

**Fig. 1** Diagrama de energía en una reacción exotérmica. Con catalizadores, la energía de activación disminuye para iniciar más rápido el proceso.

La presencia de un catalizador disminuye la energía de activación, pero no cambia la energía de los reactivos (inicial) ni la de los productos (finales), es decir, el rendimiento de la reacción.

### EXPERIMENTACIÓN.

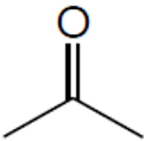
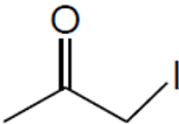
#### Materiales y reactivos.

- ✓ Agua destilada ( $H_2O$ ).
- ✓ Ácido Clorhídrico 2M (HCl).
- ✓ Acetona.
- ✓ Yodo ( $I_2$ ).
- ✓ 1 frasco vial con tapa.
- ✓ 4 cuentagotas.
- ✓ Cronómetro.

## Procedimiento.

De acuerdo a la tabla que se muestra a continuación, en un frasco vial con tapa, colocar la cantidad de reactivo que se indica conforme al orden sugerido:

1. Agua (H<sub>2</sub>O).
2. Ácido Clorhídrico 2M (HCl).
3. Acetona.
4. Agitar manualmente durante 1 minuto.
5. Agregar las gotas de yodo indicadas (I<sub>2</sub>).
6. Medir el tiempo que tarda en cambiar el color de la solución.

No. De experimento.	Reactivo					Producto
	H <sub>2</sub> O	HCl		I <sub>2</sub>	→	
1.	12 gotas	2 gotas	4 gotas	2 gotas		
2.	10 gotas	4 gotas	4 gotas	2 gotas		

## ANÁLISIS.

1. ¿Qué sistema tardó más tiempo en cambiar de color?
2. ¿Qué sistema tardó menos tiempo en cambiar de color?
3. ¿Qué sistema llevaba más cantidad de catalizador (HCl)?
4. ¿Qué sistema llevaba menos cantidad de catalizador (HCl)?
5. Relacionando la cantidad de catalizador y el tiempo en que hubo cambio de color, ¿Qué puedes concluir?
6. ¿Cómo puedes explicar esto molecularmente?
7. ¿Cómo te das cuenta que se ha formado el producto (halogenuro de alquilo)?

## OBSERVACIONES Y RESULTADOS.

### **ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 3. Efecto de la temperatura en la rapidez de una reacción.**

#### **INTRODUCCIÓN.**

La rapidez con la que ocurre una reacción química depende de varios factores:

1. Concentración de reactivos
2. Temperatura
3. Superficie de contacto
4. Catalizadores
5. Naturaleza química de los reactivos

Al aumentar la **temperatura**, también lo hace la rapidez a la que se mueven las partículas y, por tanto, aumentará el número de colisiones y la violencia de estas. El resultado es una mayor rapidez en la reacción. Se dice, de manera aproximada, que por cada 10 °C de aumento en la temperatura, la rapidez se duplica. Esto explica por qué para evitar la putrefacción de los alimentos los metemos en la nevera o en el congelador. Por el contrario, si queremos cocinarlos, los introducimos en el horno o en una cazuela puesta al fuego.

#### **EXPERIMENTACIÓN.**

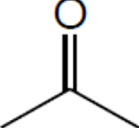
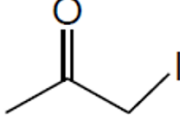
##### **Materiales y reactivos.**

- ✓ Agua destilada (H<sub>2</sub>O).
- ✓ Ácido Clorhídrico 2M (HCl).
- ✓ Acetona.
- ✓ Yodo (I<sub>2</sub>).
- ✓ 1 frasco vial con tapa.
- ✓ 4 cuentagotas.

### Procedimiento.

De acuerdo a la tabla que se muestra a continuación, en un frasco vial con tapa, colocar la cantidad de reactivo que se indica conforme al orden sugerido:

1. Agua (H<sub>2</sub>O).
2. Ácido Clorhídrico 2M (HCl).
3. Acetona.
4. Agitar manualmente durante 1 minuto.
5. Agregar las gotas de yodo indicadas (I<sub>2</sub>).
6. Medir el tiempo que tarda en cambiar el color de la solución del experimento 1.
7. En el experimento 2, calentar a 40°C y comenzar a medir el tiempo.

No. De experimento.	Reactivo					Producto
	H <sub>2</sub> O	HCl		I <sub>2</sub>	→	
1.	12 gotas	2 gotas	4 gotas	2 gotas		
2.	12 gotas	2 gotas	4 gotas	2 gotas		

### ANÁLISIS.

1. ¿Qué sistema tardó más tiempo en cambiar de color?
2. ¿Qué sistema tardó menos tiempo en cambiar de color?
3. Relacionando la temperatura y el tiempo en que hubo cambio de color, ¿Qué puedes concluir?
4. ¿Cómo puedes explicar esto molecularmente?
5. ¿Cómo te das cuenta que se ha formado el producto (halogenuro de alquilo)?

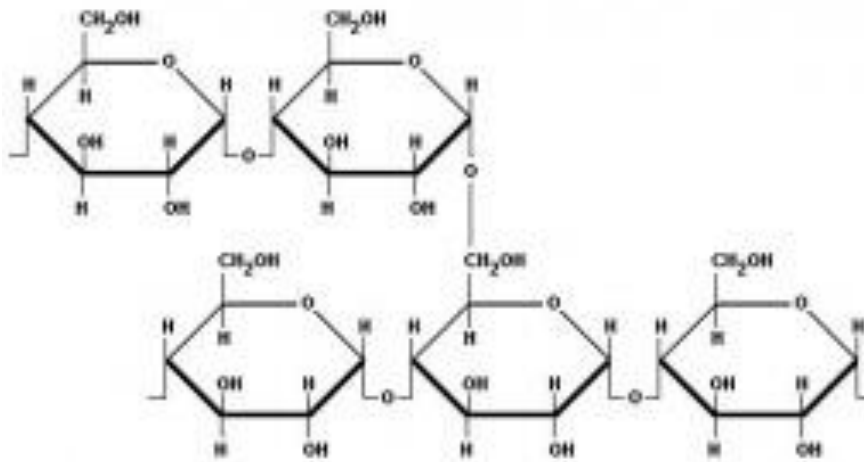
### OBSERVACIONES Y RESULTADOS.

## ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 4. Efecto de la naturaleza de los reactivos en la rapidez de una reacción. Sacarosa y almidón.

### INTRODUCCIÓN.

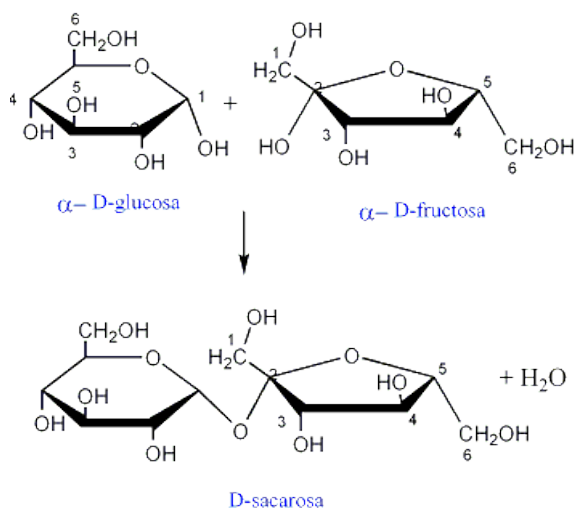
La **levadura** seca es la forma inactiva de un hongo unicelular que, cuando tiene condiciones favorables para vivir y alimento en forma de carbohidratos, comienza a

degradarlos. Uno de los productos de la respiración es el dióxido de carbono.



La **harina** es el polvo fino que se obtiene del cereal molido y de otros alimentos ricos en almidón.

Se puede obtener harina de distintos cereales. Aunque la más habitual es harina de trigo, también se hace harina de centeno, de cebada, de avena, de maíz o de arroz (cereal proveniente de Asia). Existen harinas de leguminosas (garbanzos, judías) e incluso en Australia se elaboran harinas a partir de semillas de varias especies de acacias (harina de acacia).



El denominador común de las harinas vegetales es el almidón, que es un carbohidrato complejo, es un polímero natural compuesto por monómeros de glucosa mediante enlaces éter.

Se denomina **azúcar**, en el uso más extendido de la palabra, a la sacarosa, cuya fórmula química es C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>, también llamada “azúcar común” o “azúcar de mesa”.

La **sacarosa** es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa, que se obtiene principalmente de la caña de azúcar o de la remolacha.

### **OBJETIVO.**

Llevar a cabo la degradación de almidón (polisacárido) y sacarosa (di sacárido) mediante la reacción de estos componentes con almidón para así poder comparar las rapidezces con la que se forma  $\text{CO}_2$  y determinar por qué sucede esto.

### **EXPERIMENTACIÓN.**

#### **Materiales y reactivos.**

- ✓ 1 probeta de 100 mL.
- ✓ Agua caliente a temperatura de 40 o 50 °C.
- ✓ Termómetro.
- ✓ Parrilla eléctrica
- ✓ Un recipiente de plástico o charola para material.
- ✓ 2 bolsas de plástico herméticas para emparedado.
- ✓ Plumón o etiquetas.
- ✓ 1 paquete de levadura seca.
- ✓ Cronómetro.
- ✓ Harina.
- ✓ Sacarosa.

#### **Procedimiento.**

1. En dos bolsas herméticas para emparedado etiquetar una como sacarosa y la otra como almidón.
2. Llenar con agua caliente 2/3 partes de un recipiente de plástico y ajustar la temperatura hasta 40 o 50°C.
3. Verter un paquete de levadura seca y una cucharada del carbohidrato correspondiente en cada una de las bolsas de plástico. Mezclar bien el contenido.
4. Trabajando rápido, medir y añadir 50 mL del agua caliente del recipiente de plástico cada una de las bolsas, mezclar perfectamente el contenido. Eliminar todo el aire que se pueda de las bolsas, sellarlas y tomar el tiempo.
5. Colocar las bolsas en el recipiente de agua caliente. Medir el tiempo requerido para que el  $\text{CO}_2$  llene por completo cada una de las bolsas. Si esto no ocurre

en 20 min en alguna de las bolsas, determina la fracción de la que se ha llenado con gas.

### **ANÁLISIS**

1. De acuerdo con los datos obtenidos, clasifica la velocidad con la que la levadura degrada cada tipo de carbohidrato.
2. ¿Por qué se esperaría que estos carbohidratos se degradaran a distintas velocidades?

### **RESULTADOS Y OBSERVACIONES.**



## **ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 5. Efecto de la superficie de contacto en la rapidez de reacción. ¿El hierro arde?**

### **INTRODUCCIÓN.**

La rapidez con la que ocurre una reacción química depende de varios factores:

1. Concentración de reactivos
2. Temperatura
3. Superficie de contacto
4. Catalizadores
5. Naturaleza química de los reactivos

Si aumentamos la **superficie de contacto**, aumentamos la rapidez de reacción, ya que tenemos más lugares por donde se lleven a cabo más choques efectivos. Si los reactivos están en estado líquido o sólido, la pulverización, es decir, la reducción a partículas de menor tamaño, aumenta enormemente la rapidez de reacción, ya que facilita el contacto entre los reactivos y, por tanto, la colisión entre las partículas. Por ejemplo, el carbón arde más rápido cuanto más pequeño son los pedazos; y si está finamente pulverizado, arde tan rápido que provoca una explosión.

Para que ocurra una reacción química, los reactivos deben de entrar en contacto, o sea, las moléculas deben tocarse. Si la reacción es con un sólido, se efectúa más rápido si el sólido está finamente dividido ya que se incrementa la superficie de contacto.

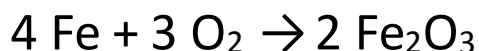
Por ejemplo, en los aserraderos rara vez se preocupan en cuanto a que los montones de troncos se incendien espontáneamente; pero las pilas de aserrín pueden prender en llamas y, por lo tanto, deben mantenerse húmedas.

### **¿El hierro arde?**

**Si se pone una barra de hierro encima de una vela no arde... conclusión: el hierro no arde. FALSO.**

Se sabe el hierro reacciona con el oxígeno (se oxida), y al fin y al cabo una combustión es una oxidación, aunque algo más rápida. El problema con la vela y la barra es que hay poca energía, mucho metal y que el metal conduce el calor con rapidez, así que no se calienta lo suficiente.

¿Qué pasa si tomamos un hilo fino de metal? ¿Ardería? La respuesta es sí. No se evacua el calor suficientemente y la temperatura sube tanto que se produce la combustión. La reacción química que se lleva a cabo en la combustión del hierro es la siguiente:



## OBJETIVO

Hacer que el hierro arda al fuego para demostrar como la rapidez de esta reacción se ve modificada por la superficie de contacto, esto a partir de modificar el tamaño de partícula que se emplea.

## EXPERIMENTACIÓN

### Materiales y reactivos

- ✓ 1 clavo.
- ✓ 1 pinza para crisol
- ✓ 1 vela
- ✓ Hierro en polvo, Fe

### Procedimiento.

1. Sujetar el clavo con la pinza y acercarlo a la llama de la vela y dejarlo ahí aproximadamente un minuto y realizar observaciones.
2. Arrojar un poco del polvo de hierro a la flama de la vela y realizar las observaciones correspondientes.

## RESULTADOS Y OBSERVACIONES

En la siguiente tabla anota tus observaciones.

Situación A		Situación B	
Descripción	Observaciones	Descripción	Observaciones
Se acerca el clavo a la llama del mechero y se deja aproximadamente un minuto.		Se arroja un poco del polvo de hierro a la flama del mechero.	

## ANÁLISIS DE RESULTADOS.

1. ¿A qué se deben estas diferencias?

Diagramas de flujo de actividades experimentales aplicadas.

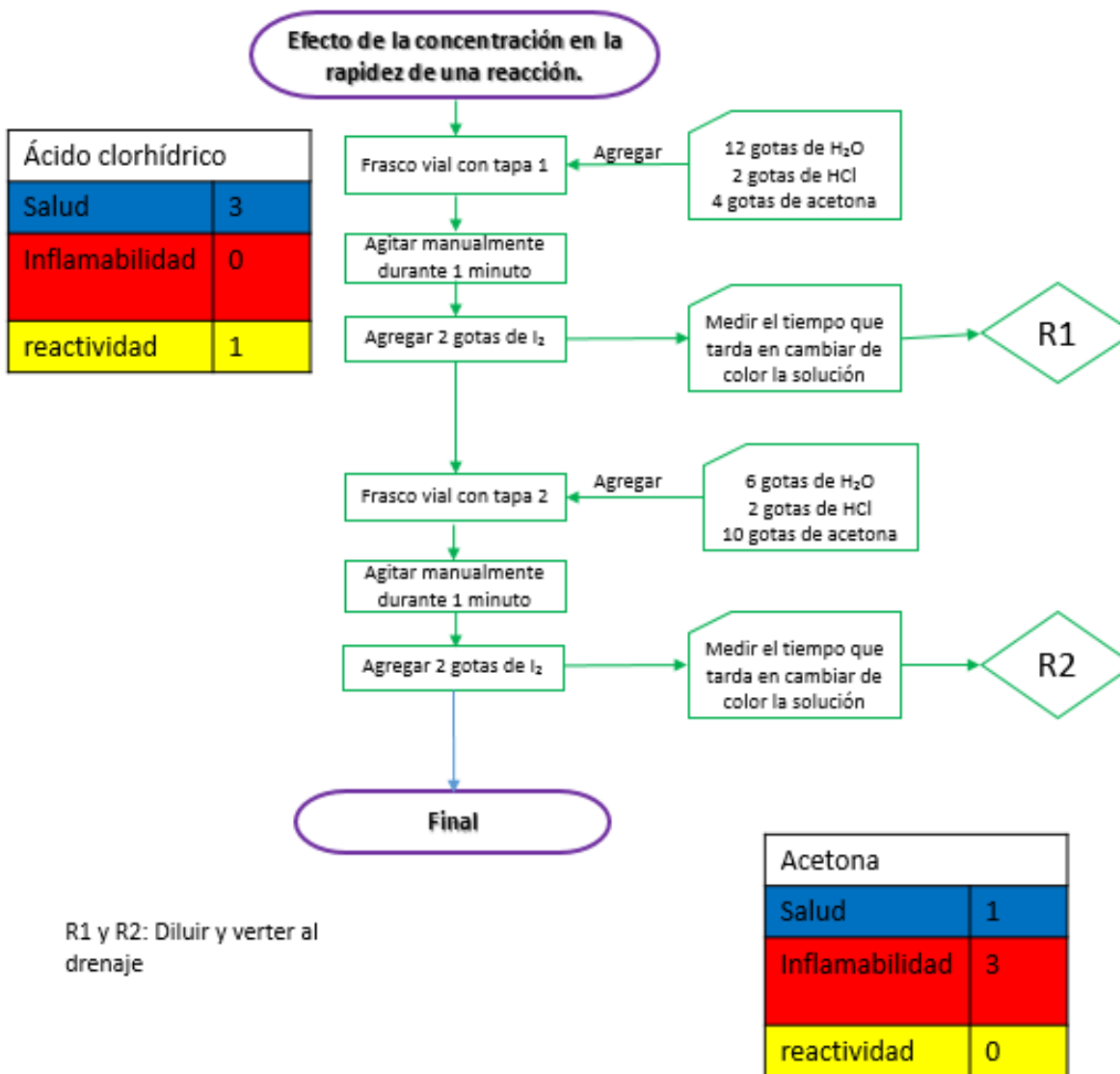


Figura 33. Diagrama de flujo. Efecto de la concentración en la rapidez de una reacción.

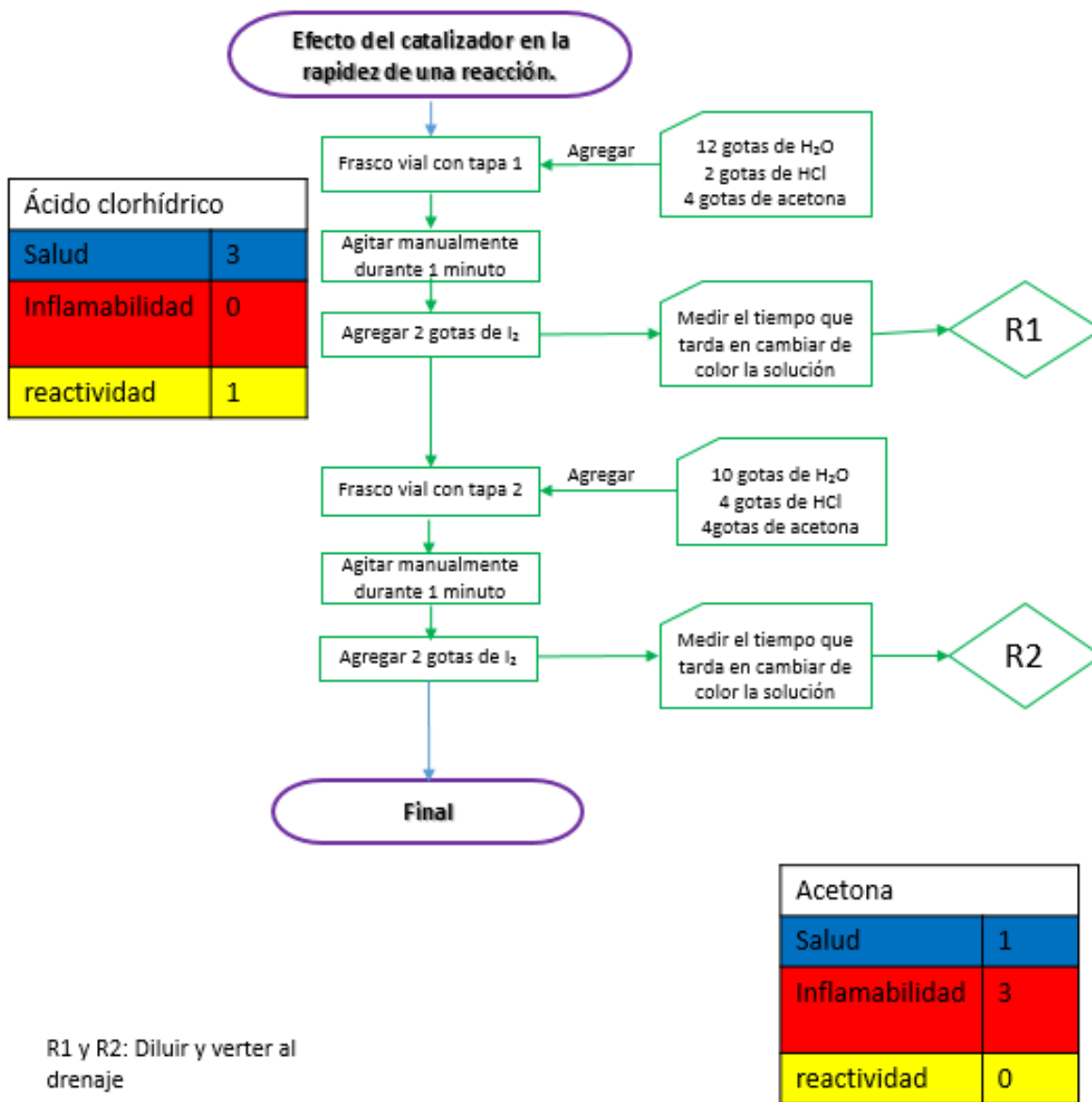


Figura 34. Diagrama de flujo. Efecto del catalizador en la rapidez de una reacción.

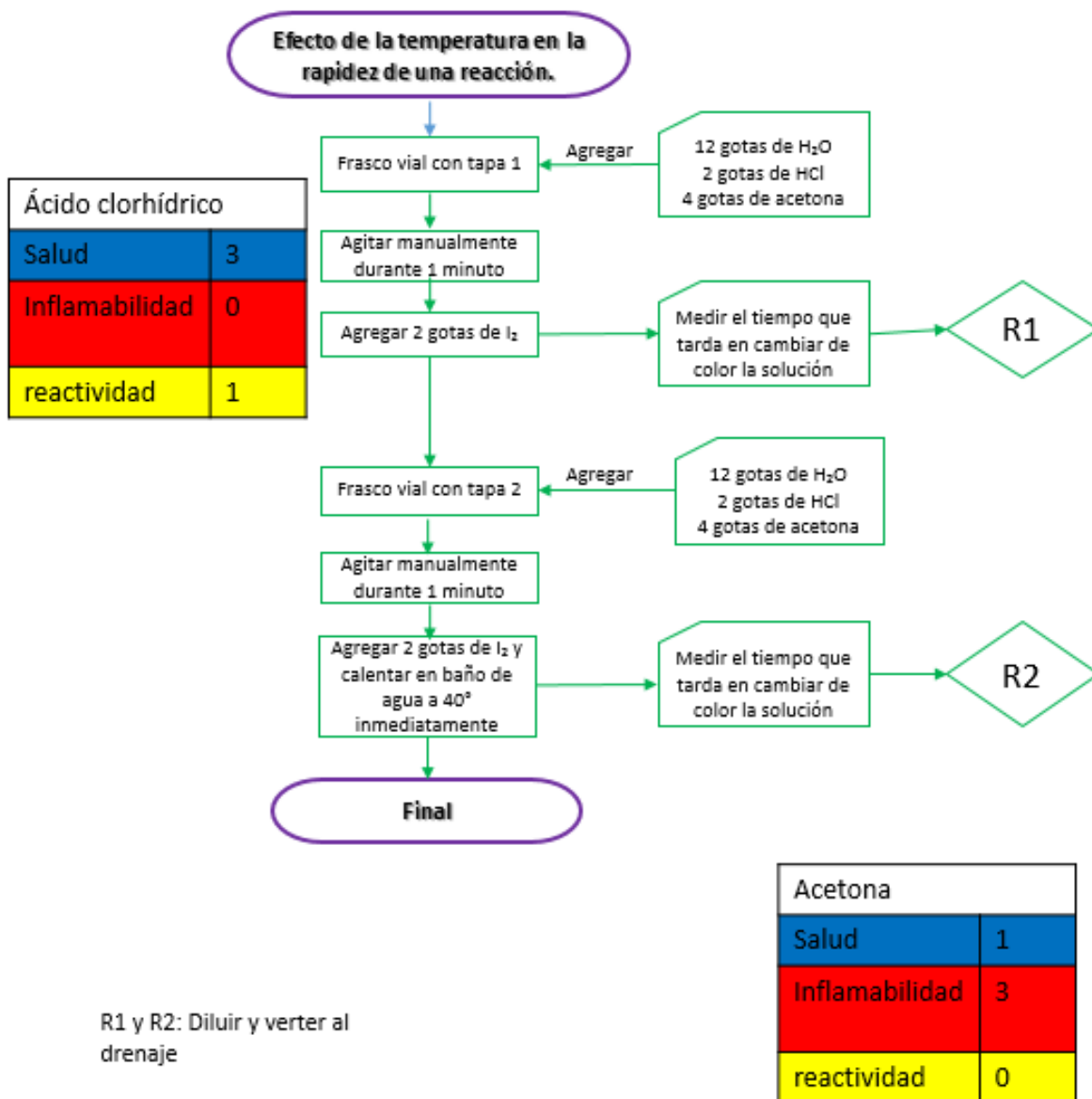
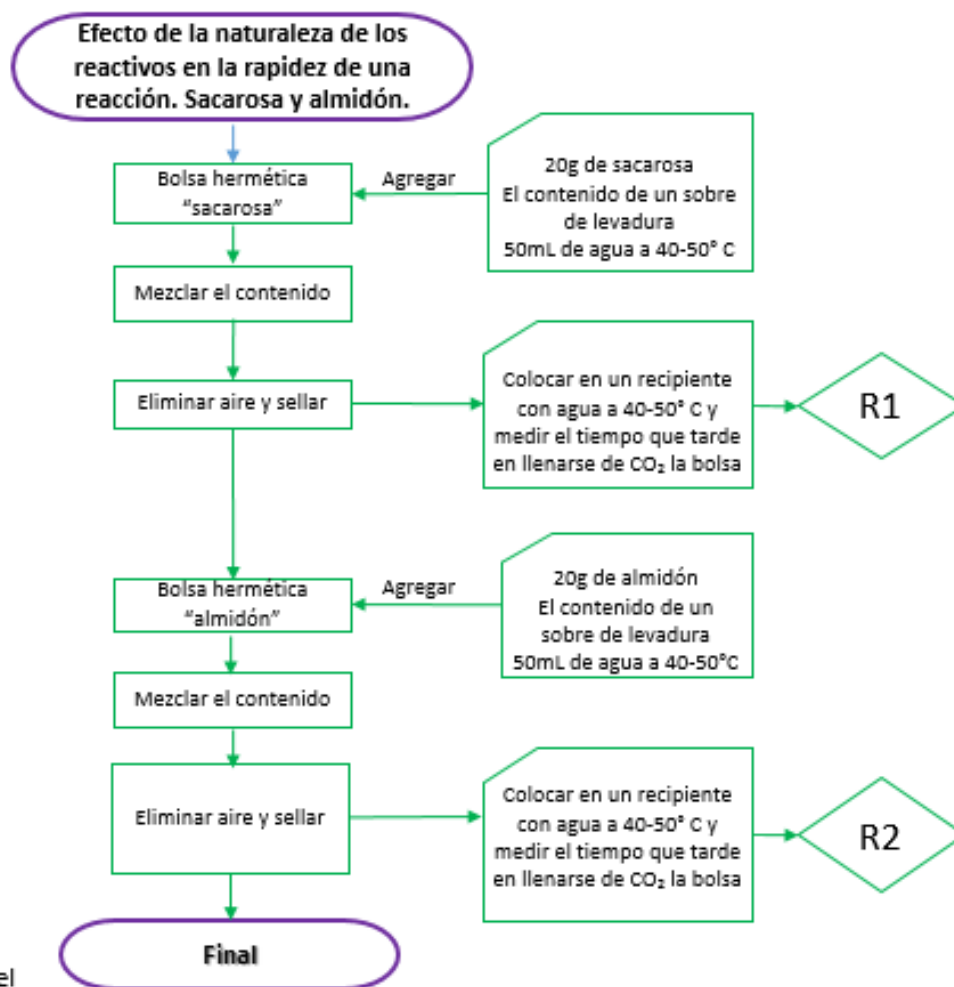


Figura 35. Diagrama de flujo. Efecto de la temperatura en la rapidez de una reacción.



R1 y R2: Extraer el contenido de las bolsas herméticas y colocar en desechos orgánicos

Figura 36. Diagrama de flujo. Efecto de la naturaleza de los reactivos en la rapidez de una reacción.

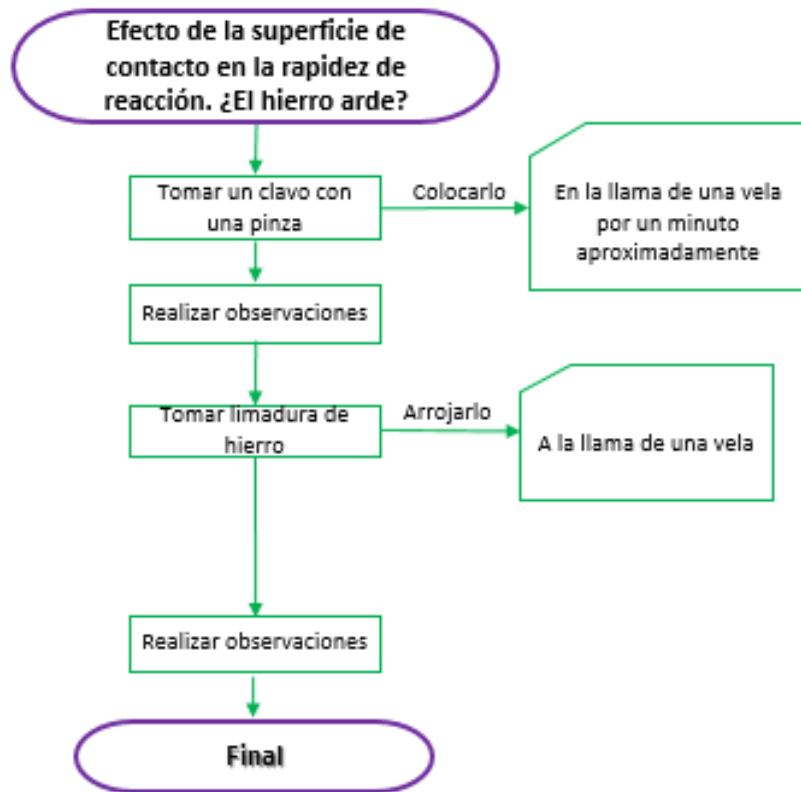


Figura 37. Diagrama de flujo. Efecto de la superficie de contacto en la rapidez de una reacción.

## Planes de clase.

### Clase experimental

## UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Nombre del Profesor: Sandra Lorena Zendejas Torres

<b>TEMA:</b> Cinética química		
<b>SUBTEMA:</b> Rapidez de reacción		
<b>OBJETIVO GENERAL:</b>  Describir los principales conceptos y principios de rapidez de reacción mediante la explicación y uso de ejercicios basados en la experimentación con la finalidad de que los alumnos puedan inferir los factores que la modifican.		
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO:</b>  Que los alumnos analicen los factores que modifican la rapidez de reacción de alimentos, medicamentos, etc. mediante ejemplos y ejercicios para que de esta manera, puedan explicar/determinar cómo aplicar esos conocimientos a su vida cotidiana.		
<b>APRENDIZAJES A LOGRAR:</b>  ✓ Definir lo que es la rapidez de reacción.  ✓ Identificar las unidades con las que se mide la rapidez de reacción.	<b>CONOCIMIENTOS PREVIOS:</b>  ✓ Reacción química. ✓ Tipos de reacción química. ✓ Fecha de caducidad.	



<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Describir y analizar los factores que modifican la rapidez de reacción y cómo es que lo hacen.</li> <li>✓ Explicar lo que es la energía de activación.</li> <li>✓ Analizar cómo interviene la energía de activación en la rapidez de reacción.</li> <li>✓ Explicar lo que es el reactivo limitante y analizar interviene en la rapidez de reacción.</li> </ul>	
<b>ACTIVIDADES</b>	

FASE DE APERTURA

**SOCIALIZACIÓN DE OBJETIVOS**

TIEMPO: 5 min. / 5 min.

Presente los objetivos, los aprendizajes a lograr y el orden del día a los alumnos.

Orden del día:

1. Pedirles que hagan una lista con sus nombres o pasar lista.
2. Actividad individual. Elaboración de Pre test

TÉCNICA:

MATERIAL: hoja y bolígrafo.

RECOMENDACIONES:

Al terminar la lista la entreguen al profesor para que éste pueda nombrarlos cuando sea necesario.

<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Discusión y repaso de conocimientos previos y concepciones alternativas que tengan sobre el tema rapidez de reacción <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Reacción química.</li> <li>b. Rapidez de reacción</li> <li>c. Energía de activación.</li> <li>d. Factores que modifican la rapidez de reacción, etc. (conceptos puntuales de lo que se supone ya saben y lo que se espera que aprendan)</li> </ol> </li> <li>4. Explicación del tema de rapidez de reacción mediante una presentación de Power Point o con ayuda de pizarrón.</li> <li>5. Elaboración de las prácticas experimentales.</li> <li>6. Actividad individual. Elaboración de post test.</li> <li>7. Actividad grupal: Dar respuesta a los ejercicios realizados.</li> <li>8. Impresiones acerca del tema (dudas, observaciones e ideas de los alumnos acerca del tema visto).</li> </ol>	
<p>1.- Evaluación de los conocimientos previos. Elaboración de pre test</p> <p>TIEMPO: 15min. / 20 min.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b><i>Propósito de la actividad:</i></b> Discusión y repaso de conocimientos previos y concepciones alternativas que tengan sobre el tema de rapidez de reacción, por medio de un pre test.</li> </ol>	<p><u>TÉCNICA:</u></p> <p><u>MATERIAL:</u> cuestionario escrito</p> <p><u>RECOMENDACIONES:</u></p>

FASE DE DESARROLLO

<p>2. Explicación del tema de rapidez de reacción mediante una presentación de Power Point. TIEMPO 25 min. / 45 min.</p> <p><b>Propósito de la actividad:</b> Explicar a los alumnos el tema, conocer lo que es la rapidez de reacción y los factores que la modifican.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u> Presentación oral</p> <p><u>MATERIAL:</u> Computadora (presentación de Power Point)/ Pizarrón</p> <p><u>RECOMENDACIONES:</u> Acompañar la presentación con ejemplos y preguntas abiertas sobre las concepciones alternativas que tengan.</p>
<p>3. Elaboración de prácticas experimentales. TIEMPO 90 min. / 135 min.</p> <p><b>Propósito de la actividad:</b></p> <p>-Factores que modifican la rapidez de una reacción química. <b>Concentración.</b></p> <p>- Factores que modifican la rapidez de una reacción química. <b>Catalizador.</b></p>	<p><u>TÉCNICA:</u> <i>Práctica experimental</i></p> <p><u>MATERIAL:</u> el indicado en la hoja de práctica.</p> <p><u>RECOMENDACIONES:</u></p>

<p>-Factores que modifican la rapidez de una reacción química. <b>Temperatura.</b></p> <p>-Factores que modifican la rapidez de reacción. <b>Naturaleza de los reactivos.</b></p> <p>- Factores que modifican la rapidez de una reacción química. <b>Área de contacto.</b></p>	
<p>4. Discusión y análisis de resultados. TIEMPO 15 min. /150 min.</p> <p>Propósito de la actividad: Analizar los factores que modifican la rapidez de una reacción química.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u> Discusión grupal de los resultados.</p> <p><u>RECOMENDACIONES:</u> Realizar la discusión de los resultados con la intervención de los alumnos y puedan concluir.</p>
<p>5. Elaboración de post test. TIEMPO 20 min. / 170 min.</p> <p><b>Propósito de la actividad:</b> que el alumno responda preguntas puntuales sobre lo visto en clase y que tengan una guía concreta sobre dicho tema.</p>	<p><u>RECOMENDACIONES:</u> Estas preguntas pueden ser utilizadas como fase de cierre para que entre todos se contesten.</p>

FASE DE CIERRE

<p>6. Entrega de la tarea. TIEMPO 5 min. / 175 min.</p> <p><b><i>Propósito de la actividad:</i></b> Pedirle a los alumnos que contesten de tarea las preguntas que se proponen como análisis de resultados en cada fase experimental.</p>	<p><u>MATERIAL:</u></p> <p>Prácticas experimentales.</p>
---	--

NOTAS DEL PROFESOR

Nombre del Profesor: Sandra Lorena Zendejas Torres

<b>TEMA:</b> Cinética química <b>SUBTEMA:</b> Rapidez de reacción		
<b>OBJETIVO GENERAL:</b> Describir los principales conceptos y principios de rapidez de reacción mediante la explicación y uso de ejemplos hablados, con la finalidad de que los alumnos puedan conocer los factores que la modifican.		
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO:</b> Que los alumnos analicen los factores que modifican la rapidez de reacción de alimentos, medicamentos, etc. mediante ejemplos y ejercicios para que de esta manera, puedan explicar/determinar cómo aplicar esos conocimientos a su vida cotidiana.		
<b>APRENDIZAJES A LOGRAR:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Definir lo que es la rapidez de reacción.</li> <li>✓ Identificar las unidades con las que se mide la rapidez de reacción.</li> <li>✓ Describir y analizar los factores que modifican la rapidez de reacción y cómo es que lo hacen.</li> </ul>	<b>CONOCIMIENTOS PREVIOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reacción química.</li> <li>✓ Tipos de reacción química.</li> <li>✓ Fecha de caducidad.</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Explicar lo que es la energía de activación.</li> <li>✓ Analizar cómo interviene la energía de activación en la rapidez de reacción.</li> <li>✓ Explicar lo que es el reactivo limitante y analizar interviene en la rapidez de reacción.</li> </ul>	
ACTIVIDADES	

FASE DE APERTURA

SOCIALIZACIÓN DE OBJETIVOS

TIEMPO: 5 min. / 5 min.

Presente los objetivos, los aprendizajes a lograr y el orden del día a los alumnos.

Orden del día:

1. Pedirles que hagan una lista con sus nombres o pasar lista.
2. Actividad individual. Elaboración de Pre test
3. Discusión y repaso de conocimientos previos y concepciones alternativas que tengan sobre el tema rapidez de reacción
  - a. Reacción química.

TÉCNICA:

MATERIAL: hoja y bolígrafo.

RECOMENDACIONES:

Al terminar la lista la entreguen al profesor para que éste pueda nombrarlos cuando sea necesario.

<ul style="list-style-type: none"> <li>b. Rapidez de reacción</li> <li>c. Energía de activación.</li> <li>d. Factores que modifican la rapidez de reacción, etc. (conceptos puntuales de lo que se supone ya saben y lo que se espera que aprendan)</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Explicación del tema de rapidez de reacción mediante una presentación de Power Point o con ayuda de pizarrón.</li> <li>5. Actividad individual. Elaboración de post test.</li> <li>6. Actividad grupal: Dar respuesta a los ejercicios realizados.</li> <li>7. Impresiones acerca del tema (dudas, observaciones e ideas de los alumnos acerca del tema visto).</li> </ol>	
<p>1.- Evaluación de los conocimientos previos. Elaboración de pre test</p> <p>TIEMPO: 15min. / 20 min.</p> <p><b><i>Propósito de la actividad:</i></b> Discusión y repaso de conocimientos previos y concepciones alternativas que tengan sobre el tema de rapidez de reacción, por medio de un pre test.</p>	<p><u><b>TÉCNICA:</b></u> Preguntas orales / lluvia de ideas de los alumnos.</p> <p><u><b>MATERIAL:</b></u></p> <p><u><b>RECOMENDACIONES:</b></u></p>

FASE DE DESARROLLO



<p>2. Explicación del tema de rapidez de reacción mediante una presentación de Power Point o con ayuda de pizarrón.</p> <p>TIEMPO 35 min. / 55 min.</p> <p><b>Propósito de la actividad:</b> Explicar a los alumnos el tema, conocer lo que es la rapidez de reacción y los factores que la modifican. Así como permitir que los alumnos participen y se vayan citando ejemplos de manera grupal.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u> Presentación oral</p> <p><u>MATERIAL:</u> Computadora (presentación de Power Point)/ Pizarrón</p> <p><u>RECOMENDACIONES:</u> Acompañar la presentación con ejemplos y preguntas abiertas sobre las concepciones alternativas que tengan.</p>
<p>1. Elaboración de post test.</p> <p>TIEMPO 20 min. / 75 min.</p> <p><b>Propósito de la actividad:</b> que el alumno responda preguntas puntuales sobre lo visto en clase y que tengan una guía concreta sobre dicho tema.</p>	<p><u>RECOMENDACIONES:</u> Estas preguntas pueden ser utilizadas como fase de cierre para que entre todos se contesten.</p>

FASE DE CIERRE

<p>2. Respuesta a las preguntas realizadas en el post test</p>	<p><u>MATERIAL:</u></p>
--	-------------------------

---

TIEMPO 5 min. / 175 min.

*Propósito de la actividad:* Que los alumnos corroboren y/o corrijan las respuestas dadas para reforzar lo aprendido.

---

NOTAS DEL PROFESOR

## Fotografías.



*Figura 38. Preparación de material para clase experimental.*



*Figura 39. Preparación de material para clase experimental.*



*Figura 40. Preparación de material para clase experimental.*



*Figura 41. Material para cada equipo de laboratorio.*



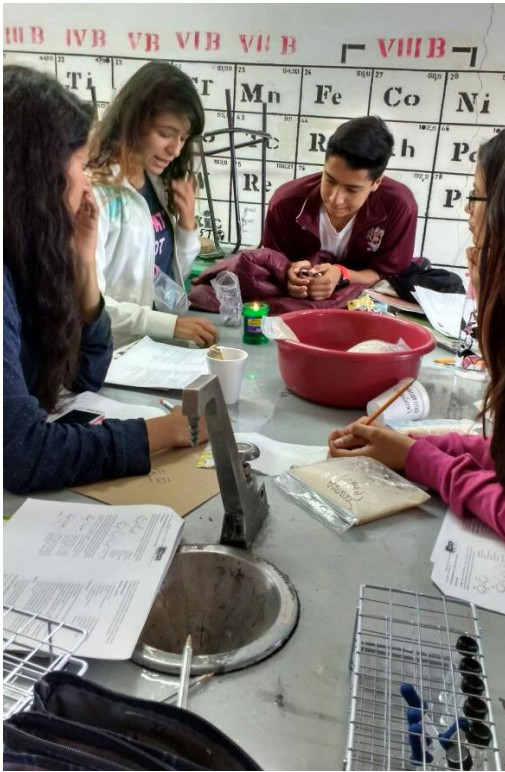
*Figura 42. Material e instalaciones de laboratorio de EPOEM N° 163*



Figura 43. Explicación de práctica de superficie de contacto en la EPOEM N° 163.



Figura 44. Alumnos del grupo experimental trabajando en sus deberes.



*Figura 45. Alumnos de grupo experimental aclarando dudas.*



*Figura 46. Alumnos de grupo experimental escuchando la explicación de la práctica.*



*Figura 47. Alumnos de clase experimental realizando su experimento de efecto de la temperatura.*



*Figura 48. Alumnos de grupo experimental realizando sus actividades.*

# Clase teórica aplicada

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Rapidez de reacción

✓ Factores que la modifican

Zendejas Torres Sandra Lorena



MADEMS (Química)

## Rapidez de reacción.

❖ Cambio de concentración de los reactivos o productos, por **unidad de tiempo**. Tiempo necesario para que los reactivos se conviertan en productos.



## Ejemplo.

La **oxidación del hierro** bajo condiciones atmosféricas es una **reacción lenta** que puede tardar muchos años.

$$2\text{Fe} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{FeO} \text{ (oxidación lenta)}$$


Hierro + Oxígeno  $\longrightarrow$  Óxido de hierro (II)

$$\text{Fe}^0 + \text{O}_2^0 \longrightarrow \text{Fe}^{2+} \text{O}^{2-}$$


Pero la **combustión del butano** en fuego es una **reacción** que sucede en **fracciones de segundo**.

$$2\text{C}_4\text{H}_{10} + 13\text{O}_2 \rightleftharpoons 8\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$$

BUTANO      OXIGENO      DIÓXIDO DE CARBONO      VAPOR DE AGUA



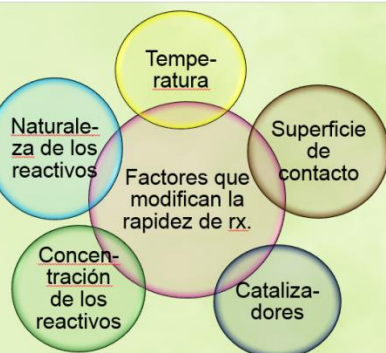


## Medida de la rapidez de reacción.

- Medida de la **concentración** de uno de los reactivos o productos **a lo largo del tiempo**.
- Unidades de **concentración/tiempo**, esto es, en moles/s.



## Factores que modifican la rapidez de reacción

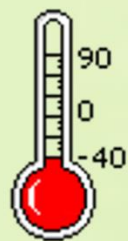


## Concentración de reactivos.

A mayor concentración, más rápido ocurre la reacción.



## Temperatura.



- Mayor número de colisiones.
- Mayor rapidez de reacción.
- Menor número de colisiones.
- Menor rapidez reacción.

## Superficie de contacto.

- Si  $\uparrow$  la **superficie de contacto**, tenemos más lugares por donde se lleven a cabo choques efectivos y aumenta la **rapidez de reacción**.

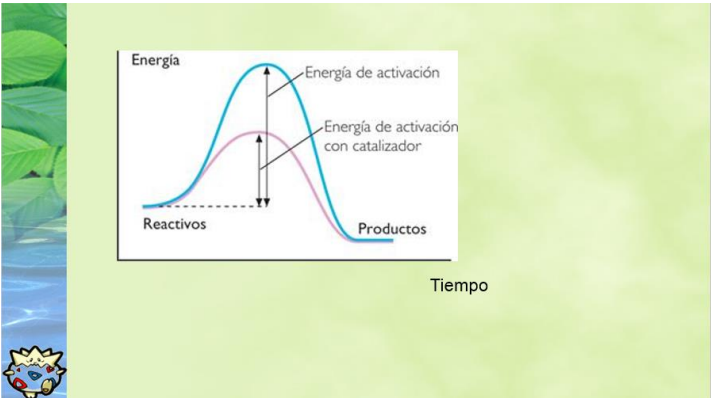


## Ejemplo.



## Catalizadores.

- **Aceleran o retardan** (inhibidores) el curso de una **reacción**, sin que sean partícipes de ella, **su naturaleza no cambia** durante el proceso químico.



## Energía de activación (Ea).

➤ **Energía mínima necesaria para que se produzca una reacción química dada.**

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$$

Ecuación de Arrhenius

