



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
QUÍMICA

**PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL TEMA DE
REACCIÓN DE NEUTRALIZACIÓN EN EL CONTEXTO DE SUELOS, BASADA EN EL
MODELO DE INVESTIGACIÓN ORIENTADA EN LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

PRESENTA
CECILIA GARCÍA THOMAIN

TUTOR
DRA. YOLANDA MARINA VARGAS RODRÍGUEZ

COMITÉ TUTOR
DR. ADOLFO EDUARDO OBAYA VALDIVIA FES CUAUTITLÁN
DR. ALEJANDRO BAEZA REYES FACULTAD DE QUÍMICA

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, ABRIL DE 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

COMITÉ TUTOR

Dra. Yolanda Marina Vargas Rodríguez	FES CUAUTITLÁN
Dr. Adolfo Eduardo Obaya Valdivia	FES CUAUTITLÁN
Dr. Alejandro Baeza Reyes	FACULTAD DE QUÍMICA

SÍNODO

Dr. Adolfo Eduardo Obaya Valdivia	FES CUAUTITLÁN
M. en D. Elva Martínez Holguín	FES CUAUTITLÁN
Dra. Yolanda Marina Vargas Rodríguez	FES CUAUTITLÁN
Dr. Plinio de Jesús Sosa Fernández	FACULTAD DE QUÍMICA
Dr. Benjamín Velasco Bejarano	FES CUAUTITLÁN

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

Este trabajo se realizó en el Laboratorio de Nanomateriales y Catálisis (L-11) de la Unidad de Investigación Multidisciplinaria (UIM) de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Investigación realizada gracias a DGAPA-UNAM, a través del Programa Programa de Proyectos de Apoyo al Mejoramiento de la Enseñanza PAPIME PE212118.

También, se agradece el apoyo de la DGAPA por brindar el estímulo académico para los estudios de posgrado y con especial mención al profesor Prof. Jorge Alberto Arizaga Méndez, encargado de la Subcomisión de Superación del Personal Académico del CCH.

Se reconoce el apoyo del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), por posibilitar la superación docente y con especial mención al Dr. Benjamín Barajas Sánchez, Director del plantel Naucalpan durante el desarrollo del trabajo.

Finalmente, se agradece todo el apoyo brindado por la coordinación general de la MADEMS y a los Responsables de Docencia de la FESC, al MADEMS-Biología Rubén Mendoza Nieto y a la M. en C. Miriam Aidé Castillo Rodríguez, que asesoraron el proceso administrativo de estancia y conclusión del posgrado.

AGRADECIMIENTO PERSONAL

Mi reconocimiento y agradecimiento por el apoyo brindado para el desarrollo de este trabajo a:

La Dra. Yolanda Marina Vargas Rodríguez, quien me brindó su valioso apoyo en la dirección de este trabajo y, colaboró en mi formación docente y personal con su ejemplo de sabiduría y calidad humana.

El Dr. Adolfo Eduardo Obaya Valdivia, que me orientó a cursar la maestría y que contribuyó a mi formación académica en el Colegio de Ciencias y Humanidades y durante la maestría, incentivando mi superación docente.

El Dr. Alejandro Baeza quien aportó el prototipo del equipo de microtitulación con indicador visual, utilizado en este trabajo.

La M. en D. Guadalupe Iveth Vargas Rodríguez que me brindó el apoyo técnico para el armado y prueba de los equipos empleados en la técnica de reacción de neutralización con indicador visual a microescala.

Al honorable jurado, que con sus valiosas observaciones contribuyeron al enriquecimiento y mejora de este trabajo.

A todos mis profesores de la maestría que con sus enseñanzas promovieron mi mejor desempeño como docente y como persona.

Al M en C. Ramiro García Guzmán por haberme facilitado sus grupos de segundo semestre de bachillerato (CCH), para probar la propuesta didáctica.

A los alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades del plantel Naucalpan, jóvenes con grandes potencialidades y razón principal de mi labor docente. Con especial mención a los estudiantes de los grupos control y experimental, que colaboraron con entusiasmo en la aplicación de este trabajo.

A mis colegas del CCH que han compartido conmigo sus valiosos conocimientos en los espacios de trabajo colegiado.

DEDICATORIA

A mis amados hijos:

Luis Emanuel y Luis Alonso, que con su amor y ejemplo, me han impulsado para superarme en todos los aspectos de la vida.

A mis queridos e inolvidables, Mamá y Papá:

Gloria y José, que me brindaron su amor y apoyo incondicional para mi formación personal y profesional.

A mis hermanos:

Luchadores incansables, que con su ejemplo de vida coadyuvaron a mi formación.

A todos mis profesores:

Que desde mi formación básica, media y profesional, infundieron en mí, el gusto por el aprendizaje y la superación continua.

“Educación es lo que queda después de olvidar lo que se ha aprendido en la escuela”

Albert Einstein

ÍNDICE

Introducción	1
Capítulo 1. Marco Curricular	3
Capítulo 2. Marco Pedagógico	11
2.1 El modelo constructivista en el proceso de enseñanza–aprendizaje	11
2.2 Estilos de aprendizaje.....	13
2.3 El modelo de enseñanza–aprendizaje como Investigación Orientada.....	16
2.4. Etapas del modelo didáctico de investigación orientada.....	21
2.4.1 Etapa de focalización	22
2.4.2 Etapa de exploración	22
2.4.3 Etapa de reflexión, comparación o contraste	23
2.4.4 Etapa de aplicación	23
2.5 Los trabajos prácticos en el proceso de enseñanza–aprendizaje	25
2.6 El trabajo experimental en Química a microescala	26
2.6.1 Orígenes de la química a microescala	26
2.6.2 Ventajas del trabajo experimental en química a microescala	28
2.6.3 Reacción ácido–base a microescala	32
2.7 El diagrama heurístico como una herramienta para evaluar los trabajos prácticos..	33
Capítulo 3. Marco Disciplinar	36
3.1 Acidez y basicidad	36
3.2 Teorías de equilibrio ácido–base	36
3.2.1 Teoría de Arrhenius	37
3.2.2 Teoría de Bronsted–Lowry	39
3.2.3 Teoría de Lewis	39
3.2 El pH como medida de la acidez y la basicidad.....	39
3.3 Indicadores	40
3.3 Reacciones de neutralización	43
3.3.1 Reacción de neutralización según Arrhenius	44
3.3.2 Reacción de neutralización según Bronsted–Lowry	44
3.4 El suelo	45
3.4.1 Introducción	45

3.4.2 Ciclos biogeoquímicos	45
3.4.3 Importancia y funciones del suelo	47
3.4.4 Formación del suelo	49
3.4.5 Composición del suelo	51
3.5 Acidez del suelo	52
3.6 Diagnóstico de la acidez del suelo.....	58
3.7 Neutralización de la acidez del suelo	60
3.7.1 Método de encalado	60
3.7.2 Reacciones del carbonato de calcio	62
3.8 Reacciones de neutralización de la acidez del suelo.....	63
Capítulo 4. Justificación	64
Capítulo 5. Objetivos	65
5.1 Objetivo general.....	65
5.2 Objetivos específicos	65
Capítulo 6. Marco metodológico	67
6.1 Diseño de la estrategia	67
6.2 Propuesta didáctica del proceso enseñanza–aprendizaje.....	69
Capítulo 7. Aplicación de la estrategia	70
7.1. Población y muestra.....	70
7.2 Aplicación de la estrategia en el grupo experimental.....	70
7.3 Actividades de enseñanza–aprendizaje en el grupo control.....	79
Capítulo 8. Resultados y Discusión	84
8.1 Test diagnóstico de estilos de aprendizaje (Inventario de Kolb).....	84
8.1.1. Grupo Control	84
8.1.2. Grupo Experimental	85
8.2 Evaluación diagnóstica de conocimientos previos	86
8.3 Activación de conocimientos previos (Lectura de la lluvia ácida)	88
8.4 Investigación documental de la problemática de la acidez del suelo en la página de la FAO	90
8.5 Investigación documental para neutralizar la acidez del suelo en el campo agrícola	93
8.6 Indagación experimental–Reacción de neutralización de la acidez del suelo a microescala	94

8.7 Problemática real de la acidez del suelo en México	99
8.8 Evaluación final del tema.....	100
8.9 Evaluación de la estrategia didáctica	130
Conclusiones	133
Referencias	137
ANEXOS	141
Anexo 1. Estilos de aprendizaje	142
Anexo 2. Evaluación diagnóstica	145
Anexo 3. Lectura y cuestionario	151
Anexo 4. Investigación documental.....	154
Anexo 5. Delimitación del tema de reacción de neutralización.....	159
Anexo 6. Investigación documental de las formas de neutralizar un suelo ácido en el campo agrícola	162
Anexo 7. Diagrama heurístico para orientar la actividad experimental.....	164
.....	165
Anexo 8. Actividad experimental “Neutralización de la acidez del suelo a microescala (Grupo experimental).....	166
Anexo 9. Problemática de la acidez del suelo	172
Anexo 10. Evaluación final.....	174
Anexo 11. Evaluación de la estrategia.....	178

Introducción

Estadísticamente la asignatura de química en el bachillerato presenta un gran índice de reprobación y esto se debe a la dificultad del aprendizaje de conceptos abstractos y no tangibles para los alumnos, por lo que es necesario desarrollar estrategias de enseñanza–aprendizaje que promuevan ambientes de aprendizaje y aprendizajes significativos. El estudio de la reacción química en alumnos de bachillerato en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), se cursa en el primer semestre con los temas de descomposición y síntesis del agua; reacciones de formación de óxidos metálicos, óxidos no metálicos, bases y oxiácidos. La formación de oxiácidos en el medio ambiente se relaciona con el impacto ecológico en el suelo por la acidez que genera y en especial la forma en que se afecta la fertilidad de éste. Dichos conocimientos previos servirán de andamiaje para la propuesta didáctica del tema reacción de neutralización en el contexto del suelo, tema que corresponde al curso de química del segundo semestre de bachillerato. El estudio de la reacción de neutralización se abordará como una forma de mejorar la fertilidad del suelo, aplicado a una problemática en un contexto real, que permitan al alumno reestructurar sus conocimientos y a la vez desarrollar habilidades científicas que lo lleven a resolver problemas y así lograr aprendizajes significativos; de esta forma el estudio del tema de reacción de neutralización se utilizará como una herramienta para resolver un problema y no como algo abstracto que no tiene ninguna aplicación en la vida de los estudiantes.

La población a la que se dirige la propuesta didáctica es a alumnos de segundo semestre de bachillerato y que están finalizando el curso de química II con edades promedio de 15 años. Se utiliza un grupo control con la exposición del tema en una sesión de clase y en forma tradicional y un grupo experimental en el que se probará la propuesta didáctica basada en el modelo de investigación orientada. En ambos grupos se aplica el mismo test diagnóstico de estilos de aprendizaje (de Kolb) y de conocimientos previos. La propuesta didáctica inicia con la activación de los conocimientos previos, con una lectura referente al tema de lluvia ácida para que los estudiantes reconozcan la formación de los oxiácidos que generan la lluvia ácida, a partir de los óxidos contaminantes en la atmósfera; la fase de desarrollo consiste en actividades de investigación orientada de tipo documental, para conocer la problemática de la acidez del suelo en la producción de alimentos y las formas de neutralizar la acidez utilizando compuestos químicos; y de investigación orientada de tipo experimental para neutralizar la acidez del suelo mediante una reacción ácido–base

con indicador visual a microescala, para promover el uso de mínimas cantidades de reactivos y generar mínimas cantidades de residuos, promoviendo en los alumnos el cuidado del medio ambiente y; la aplicación de los aprendizajes en la solución de una problemática real. En el grupo control, el tema se estudia en una sesión de 2 horas y sólo comprende la activación de conocimientos previos con la lectura de lluvia ácida, la actividad experimental de neutralización de la acidez del suelo a microescala y un cuestionario de reflexión como cierre del tema de estudio, no se incluyen las actividades de investigación documental orientada. Finalmente, se aplica al grupo control y al grupo experimental la misma evaluación final y una encuesta tipo Likert para conocer el grado de satisfacción de la propuesta didáctica.

Los resultados obtenidos en la evaluación final del tema para el grupo control y el grupo experimental, muestran una marcada diferencia a favor para el grupo experimental, en el porcentaje de respuestas correctas a las preguntas que se relacionan con la identificación de las ecuaciones que representan a las reacciones de neutralización y, a la complementación de una ecuación química, que representa a una reacción de neutralización en la práctica agrícola, con la fórmula de los productos, sus respectivos nombres y el pH relacionado a cada uno de ellos; los aprendizajes relacionados con dichas preguntas se refieren a actividades de enseñanza–aprendizaje de investigación documental orientada realizadas únicamente por el grupo experimental. Ambos grupos presentaron frecuencias de respuesta correcta muy similares en las preguntas que corresponden a actividades similares como la lectura de lluvia ácida para activar los conocimientos previos, la exposición de la delimitación del tema, realizado por el profesor y la reacción de neutralización con indicador visual a microescala.

Capítulo 1. Marco Curricular

El currículo es un proyecto educativo en el que se concretan una serie de principios ideológicos, psicológicos y pedagógicos; que en conjunto muestran la orientación del sistema educativo en la institución. Incluye tanto los aspectos curriculares que corresponden a los objetivos y contenidos, como los aspectos instruccionales que son relativos a cómo enseñar, distinguiendo entre el plan o diseño curricular de lo que es la aplicación en las aulas. La primera función del currículo es la de especificar el proyecto o intenciones y el plan de acción que preside a las actividades escolares y, como proyecto, el currículo es un instrumento útil para orientar la práctica pedagógica, guiando en gran medida la acción de los profesores; sin embargo, el currículum tampoco debe suplantar la iniciativa y la responsabilidad de los profesores, convirtiéndolos en unos instrumentos de ejecución de un plan previamente establecido hasta sus más mínimos detalles. Los componentes del currículum se fundamentan básicamente en información referente a: (Coll, 1994).

1. ¿Qué enseñar?, incluye los contenidos (conceptos, sistemas explicativos, destrezas, normas, valores, entre otros) y ¿Para qué enseñar?, comprende los objetivos (procesos de crecimiento personal que se desean provocar, favorecer o facilitar mediante la enseñanza),
2. ¿Cuándo enseñar?, se refiere al proceso de ordenar y secuenciar los contenidos y los objetivos,
3. ¿Cómo enseñar? orienta la manera de estructurar las actividades de enseñanza–aprendizaje en las que van a participar los alumnos con el fin de alcanzar los objetivos propuestos en relación con los contenidos seleccionados y,
4. ¿Qué, cómo y cuándo evaluar?, en la medida en que el proyecto responde a unas intenciones, la evaluación es un elemento indispensable para asegurarse que la acción pedagógica responde adecuadamente a las mismas.

El Bachillerato del Colegio es un bachillerato universitario, que comparte con la Universidad, en su ámbito propio, la responsabilidad de construir, enseñar y difundir el conocimiento en las grandes áreas de las ciencias y humanidades¹.

Se caracteriza por ser de carácter propedéutico, para continuar los estudios universitarios y, de cultura básica que atiende a la formación intelectual ética y social de sus egresados a partir de la integración de conocimientos fundamentales, habilidades y valores que apoyen la construcción de aprendizajes durante toda la vida. La cultura básica hace énfasis en las materias básicas en la formación del estudiante, que se propone contribuir a que el alumno adquiera un conjunto de principios, de elementos productores del saber y hacer, a través de cuya utilización pueda adquirir mayores y mejores saberes y prácticas. Otro aspecto que promueve el Bachillerato es cultura científica en el alumno, vinculando la relación entre la naturaleza–ciencia–sociedad, asociada a una actitud humanística.

El modelo educativo del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), considera al estudiante como el actor principal del proceso educativo y al docente como el mediador de dicho proceso; su organización académica por áreas del conocimiento, permiten al estudiante adquirir una visión humanística y científica del mundo que le rodea.

Las orientaciones del quehacer educativo del Bachillerato del Colegio, se sustentan en los siguientes ejes básicos:

1. *Aprender a aprender*: Significa la apropiación de una autonomía en la adquisición de nuevos conocimientos, congruente con la edad de los alumnos.
2. *Aprender a hacer*: Se refiere en primera instancia, a la adquisición de habilidades, supone conocimientos y elementos de métodos diversos y, en consecuencia, determina enfoques pedagógicos y procedimientos de trabajo en clase (*Aprender haciendo*).
3. *Aprender a ser*: Enuncia el propósito de atender la formación del alumno, no sólo en la adquisición de conocimientos, sino en la de los valores humanos, particularmente en los éticos y cívicos.

¹ S/A, "Modelo Educativo del Bachillerato del Colegio" en Plan de Estudios Actualizado. CCH, DUACB, julio de 1996, págs. 35–40.

4. *Alumno crítico*: Fomenta en el alumno la capacidad de juzgar la validez de los conocimientos que se le presentan en forma cotidiana.
5. *Interdisciplinariedad*: Promueve la relación entre distintos campos del saber, para abordar temas combinando disciplinas y enfoques metodológicos.

En la práctica docente del Bachillerato del Colegio, los aspectos pedagógicos y sus concreciones didácticas, privilegian sus aspectos básicos del saber (habilidades y conocimientos fundamentales en los distintos campos, promoviendo un proceso de aprendizaje continuo, en el que el alumno es el "Sujeto de Aprendizaje; atendiendo los siguientes enfoques pedagógicos fundamentales.

- a) Formar e incrementar en el alumno actitudes para apropiarse del conocimiento científico ante la realidad, la curiosidad y el deseo de aprender; así como aptitudes para la reflexión metódica y rigurosa.
- b) Acentuar la participación y la actividad del alumno, desarrollando actividades de trabajo intelectual, mediante el planteamiento y la solución de problemas, la experimentación, la observación sistemática, la investigación en fuentes documentales y la discusión entre otras.
- c) Favorecer la libertad de opinión del alumno y fomentar el trabajo en las distintas formas de producción individual y en grupo.

En esta perspectiva el profesor cumple la función de guía y es el responsable de proporcionar al alumno las experiencias de aprendizaje que le permitan la adquisición de los conocimientos, el desarrollo de habilidades procedimentales y actitudinales.

Dentro del plan de estudios del CCH, la materia de Química pertenece al área de ciencias experimentales y comprende cuatro asignaturas, Química I y II de carácter básico obligatorio y Química III y IV de carácter propedéutico. La materia de Química I, se imparte en el primer semestre, forma parte del tronco común y es el antecedente directo a Química II. Dichas signaturas contribuyen a la cultura básica del estudiante, promoviendo *aprendizajes* "que le permitirán desarrollar un pensamiento flexible y crítico, de mayor madurez intelectual, a través de conocimientos básicos que lo lleven a comprender y discriminar la información; a comprender fenómenos naturales que ocurren en su entorno o en su propio organismo; a elaborar explicaciones racionales de estos fenómenos; a valorar el desarrollo tecnológico y su uso en la vida diaria, así como a

comprender y evaluar el impacto ambiental derivado de las relaciones hombre–ciencia–tecnología–naturaleza.²

Los Programas de Química del Colegio de Ciencias y Humanidades plantean los contenidos disciplinarios a partir de contextos cotidianos para el estudiante. El programa de Química I, está integrado por dos unidades: “Agua, sustancia indispensable para la vida” y “Oxígeno, sustancia activa del aire”, aborda conceptos esenciales de la disciplina, como el de sustancia y mezcla, la relación composición–estructura–propiedades en el agua y enfatiza el uso responsable de este recurso hídrico. En la unidad II, se presta atención a la importancia de la química en la caracterización de sustancias a partir de sus propiedades, las reacciones de oxidación de metales y no metales y las que se efectúan para obtener energía (quema de combustibles); resaltando efectos al medio ambiente, como la lluvia ácida y el cambio climático. En el programa de Química II los temas que dan contexto son: “Suelo, fuente de nutrientes para las plantas,” y “Alimentos y medicamentos: proveedores de compuestos del carbono para el cuidado de la salud”, en la primera unidad se estudian las propiedades de las sales, como parte de los compuestos inorgánicos del suelo, su nomenclatura, los procesos de óxido–reducción y ácido–base en la obtención de sales, enfatizando el cuidado del suelo como un recurso indispensable para la producción de alimentos. En la unidad II se retoman algunos principios fundamentales de la química entre los que destaca la relación estructura–función de las biomoléculas y los medicamentos, la importancia de una buena alimentación y el uso responsable de los medicamentos. En ambos programas de química, se promueve el trabajo individual, cooperativo y colaborativo, así como la indagación documental y experimental³.

La propuesta didáctica se vincula directamente con los conocimientos previos referentes a las reacciones de formación de oxiácidos mediante la combinación de óxidos no metálicos con el vapor de agua presentes en la atmósfera, produciendo la lluvia ácida. En este contexto se aborda la teoría de disociación de Arrhenius para ácidos y bases débiles y el concepto de pH.

² S/A, “Área de Ciencias Experimentales” en Plan de Estudios Actualizado. CCH, DUACB, julio de 1996, pág. 52.

³ Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. Programas de Estudio, Área de Ciencias Experimentales. Química I–II. Primera edición: 2016, pág. 5,6,13.

En la tabla 1.1, se muestran los aprendizajes previos referentes al tema de reacción química y los temas de estudio, correspondientes al primer semestre de bachillerato, referentes a las unidades I y II de Química I, que los estudiantes cursaron un semestre anterior a la aplicación de la propuesta didáctica que se inserta en la unidad I de química II “Suelo, fuente de nutrientes para las plantas”.

Los aprendizajes en el programa de estudios de química están identificados por una letra y un número, que se refiere al número del aprendizaje y al final se indica el nivel de éste, con base a la taxonomía propuesta por Benjamín S. Bloom para clasificar el tipo y nivel del aprendizaje; en particular, se consideran a los niveles cognoscitivos que se refieren a objetivos educativos y de evaluación que son: conocimiento, comprensión y aplicación. La evaluación en el Colegio es entendida como un proceso sistemático y continuo, mediante el cual se determina el grado en que los objetivos del curso se están logrando, además de que permite tomar decisiones sobre cuándo y cómo hacer intervenciones para orientar a los alumnos en sus aprendizajes. Una adecuada evaluación también debe promover en los estudiantes una autoevaluación y por ende, el desarrollo de la metacognición, que propicia que logre la autorregulación de su aprendizaje. Se sugiere incluir en el proceso de enseñanza–aprendizaje la evaluación diagnóstica identificar conocimientos, habilidades e ideas previas que servirán como punto de partida para diseñar las estrategias de enseñanza; la evaluación formativa que comprende todo el proceso de enseñanza–aprendizaje para realimentar logros y hacer las modificaciones pertinentes en la estrategia y la evaluación sumativa para su síntesis e integración, y de la transferencia de éste a otros contextos. En la tabla 1.2 se presentan los aprendizajes transversales de Química I y II.

La ubicación de la propuesta didáctica para el estudio de reacción de neutralización corresponde a la unidad I, “suelo, fuente de nutrimentos para las plantas”, del curso de Química II del segundo semestre del bachillerato. La tabla 1.3 contiene los aprendizajes a lograr con la aplicación de la propuesta didáctica.

Tabla 1.1. Aprendizajes previos del tema de reacción química (Química I) ⁴

Aprendizajes	Temática
<p>Unidad I: Agua, sustancia indispensable para la vida” A-12. Demuestra que el agua es un compuesto al realizar su descomposición y su síntesis en el laboratorio, lo que posibilita ejercitar las habilidades relativas al trabajo experimental, planteamiento de hipótesis, manejo de equipo, comunicación oral y escrita, fomentando el orden y respeto durante las actividades. (N3)</p>	<p>Reacción química: –Reacción de descomposición del agua y su clasificación como endergónica. –Reacción de síntesis del agua y su clasificación como exotérmica. –Energía de activación. –Representación por medio de símbolos, fórmulas y ecuaciones químicas.</p>
<p>Unidad II: “Oxígeno, sustancia activa del aire” A-2. Identifica experimentalmente al oxígeno como el componente activo del aire, y explica su importancia para la generación de energía en las reacciones de combustión de hidrocarburos y el mantenimiento de la vida. (N3) A-6. Comprende el potencial de los seres humanos para modificar su ambiente al obtener y caracterizar óxidos metálicos y no metálicos mediante su reacción con agua y la identificación del carácter ácido o básico de los productos. (N3) A-7. Utiliza la simbología química para escribir ecuaciones que representen la transformación de sustancias, y la nomenclatura Stock para nombrar y escribir fórmulas de óxidos e hidróxidos, y la tradicional para oxiácidos. (N3) A-9. Representa con base en modelos de Dalton y estructuras de Lewis las reacciones de síntesis de óxidos y escribe las ecuaciones balanceadas de las mismas. (N3)</p>	<p>Reacción química: –Energía en las reacciones químicas: fotosíntesis y combustión. –Representación de las reacciones químicas mediante ecuaciones químicas. –Importancia de la combustión en la generación de energía. –Representación de las energías de activación y de reacción. Reacción química: –Formación de hidróxidos e hidrácidos. –Origen de la lluvia ácida. –Representación de las reacciones estudiadas con ecuaciones químicas. Compuesto –Propiedades de óxidos metálicos y no metálicos. –Propiedades de ácidos y bases. –Fórmulas de óxidos, hidróxidos y oxiácidos. –Nomenclatura de Stock para óxidos e hidróxidos y tradicional para oxiácidos. –Teoría de Arrhenius de ácidos y bases. –Ácidos y bases derivados de los óxidos producidos y sus usos domésticos. Reacción química: –Representación de la síntesis de óxidos con base en el modelo de Dalton y estructuras de Lewis. –Ajuste de ecuaciones químicas por inspección.</p>

⁴ Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. Programas de Estudio. Área de Ciencias Experimentales. Química I—II. Primera edición: 2016. Pág. 21, 30–31.

Tabla 1.2. Aprendizajes transversales de Química I y II ⁵

Aprendizajes generales a promover en el estudiante	Aprendizajes sobre la ciencia y sus métodos	Actitudes y valores a promover en el estudiante
La comunicación oral y escrita en diferentes formatos y contextos.	Planear y realizar investigaciones documentales y experimentales.	La curiosidad, el deseo de aprender y la toma de decisiones informadas.
La búsqueda de información y el uso de fuentes confiables.	Plantear problemas e hipótesis.	La creatividad y la búsqueda de interpretaciones diferentes.
El cuidado y la preservación de la salud y del medio ambiente	Interpretar datos, comparar, discriminar, cuestionar y tomar decisiones.	La responsabilidad y el disenso respetuoso ante ideas contrarias a la propia.
La elaboración de preguntas y el diseño de propuestas para responderlas.	Identificar la diferencia entre las evidencias (hechos) y las inferencias (explicaciones teóricas) y argumentar con base en evidencias.	La autonomía y la autorregulación.
La participación en asuntos socio-científicos	Distinguir entre hechos y creencias.	El trabajo colaborativo, la perseverancia y la honestidad.
	Construir o utilizar modelos dentro de las explicaciones sobre fenómenos cotidianos.	La disciplina tanto intelectual como personal

⁵ Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. Programas de Estudio. Área de Ciencias Experimentales. Química I—II. Primera edición: 2016. Pág. 10

Tabla 1.3. Aprendizajes relacionados con la propuesta didáctica (Química II) ⁶

Aprendizajes	Temática
<p>A1. Reconoce la importancia del suelo en la producción de alimentos y la necesidad de su conservación, al analizar críticamente información al respecto. (N2)</p>	<p>–El suelo como mezcla heterogénea de componentes sólidos, líquidos y gases. –Clasifica la parte sólida en compuestos orgánicos e inorgánicos. –Importancia y función del suelo, como fuente de nutrimentos para las plantas y su relación con la producción de alimentos. –Problemática en México de los suelos debido a la erosión y desertificación. –Empobrecimiento y disminución de suelos agrícolas en zonas urbanas y rurales y su relación con la contaminación.</p>
<p>A–9. Explica la importancia de conocer el pH del suelo para estimar la viabilidad del crecimiento de las plantas, desarrollando habilidades de búsqueda y procesamiento de información en fuentes documentales confiables. (N2)</p>	<p>Compuesto: –Concepto ácido – base (de acuerdo a la teoría de Arrhenius). –Características de ácidos y bases.</p>
<p>A–15. Comprende la importancia de la conservación del suelo por su valor como recurso natural y propone formas de recuperación de acuerdo a las problemáticas que se presentan en el suelo. (N3)</p>	<p>Educación ambiental y para la salud –Aportaciones de la química en la solución de las problemáticas relacionadas con la conservación y restauración de suelos. –La química como herramienta en el aumento de la productividad de los suelos. –Acciones individuales para promover el cuidado de los suelos.</p>

⁶ Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. Programas de Estudio. Área de Ciencias Experimentales. Química I–II. Primera edición: 2016. Págs. 39, 41, 42.

Capítulo 2. Marco Pedagógico

2.1 El modelo constructivista en el proceso de enseñanza–aprendizaje

La teoría del conocimiento constructivista postula la necesidad de entregar al alumno, herramientas que generen andamiajes para crear sus propios procedimientos para resolver una situación problemática, lo cual implica que sus ideas se modifiquen y sigan aprendiendo. Existen varias corrientes constructivistas:

El constructivismo psicológico propuesto por Jean Piaget en 1976, en el cual el conocimiento es un proceso cognitivo personal que hace posible un proceso social.

El constructivismo social, propuesto por Vygotsky en 1978, que considera al conocimiento como un proceso de interacción entre el sujeto y el medio, pero el medio entendido como algo social y cultural, no solamente físico.

La teoría de asimilación del aprendizaje significativo de Ausubel, que enfatiza la importancia del aprendizaje significativo como elemento integrador, donde el aprendizaje se hace posible cuando se logra el anclaje con conocimientos previos. (Coloma, 1999).

El Modelo Constructivista está centrado en la persona, en sus experiencias previas de las que realiza nuevas construcciones mentales, considera que la construcción del conocimiento se produce cuando el sujeto interactúa con el objeto del conocimiento, teoría de Jean Piaget que conceptualizó el desarrollo como el resultado de una compleja relación entre la maduración del sistema nervioso, la experiencia física, la interacción social, y la afectividad, en donde el desarrollo precede al aprendizaje y lo explica.

Mientras que para Vygotsky es el aprendizaje el que antecede y explica el desarrollo en interacción con otros, únicamente cuando dicho aprendizaje actúa en un espacio imaginario creado a partir del desarrollo ya alcanzado. A este espacio Vygotsky lo designó como la zona de desarrollo potencial o próximo y lo definió como "la distancia entre el nivel de desarrollo actual, determinado por la solución independiente de problemas, y el nivel de desarrollo potencial, determinado por medio de la solución de problemas bajo la orientación de un adulto o en colaboración con pares más capaces".

Tanto Jean Piaget como Vygotsky consideran al desarrollo cognoscitivo como un proceso de construcción activa por parte del sujeto en su interacción con el medio ambiente físico

y social. “La premisa fundamental del constructivismo es que las personas formamos o construimos mucho de lo que aprendemos y entendemos”. Desde la perspectiva vygotskiana, la efectividad en la construcción de formas superiores de pensamiento, dependerá en gran medida de los contextos, las herramientas y las interacciones implicadas en las actividades de aprendizaje. (Rodríguez, 1999)

La construcción del conocimiento es significativa mediante la interacción cognitiva entre los conocimientos nuevos y previos, la negociación de significados entre alumno y profesor, las situaciones de aprendizaje deben corresponder a su mundo, su edad, su entorno y su cultura. Para el aprendizaje significativo crítico es necesario la enseñanza–aprendizaje de preguntas que favorece la interacción social y el cuestionamiento, aprender a partir de distintos materiales educativos como instrumentos de percepción y a partir de diferentes estrategias de enseñanza. (Moreira, 2005)

El aprendizaje es el proceso de adquirir conocimiento, habilidades, actitudes o valores, a través del estudio, la experiencia o la enseñanza. Dicho proceso origina un cambio persistente, cuantificable y específico en el comportamiento de un individuo y, según algunas teorías, hace que el mismo formule un cambio conceptual nuevo o que reelabore un conocimiento previo. El aprendizaje significativo surge cuando el alumno construye nuevos conocimientos a partir de los conocimientos o experiencias que ha adquirido anteriormente. Este se desarrolla a partir de dos ejes elementales: la actividad constructiva y la interacción con los otros, en el proceso de construcción del aprendizaje el alumno debe desempeñar un papel activo.

La actividad de construcción consiste en establecer relaciones entre el nuevo contenido y sus esquemas de conocimiento. Es importante diferenciar lo que el alumno es capaz de aprender por sí solo y lo que es capaz de aprender y hacer en contacto con otras personas, observándolas, imitándolas, atendiendo a sus explicaciones, siguiendo sus instrucciones o colaborando con ellas. Para que el aprendizaje sea significativo, se deben cumplir tres condiciones previas:

- a) Poseer los conocimientos previos adecuados para acceder a los nuevos conocimientos, para ello se recomiendan estrategias metodológicas que activen los conocimientos previos.
- b) El contenido debe ser significativo y de interés.

- c) La actitud del estudiante debe ser favorable para aprender significativamente, relacionando el nuevo material del aprendizaje con el que ya conoce.

Todo ello va a depender de su motivación para aprender y de la habilidad del profesor para despertar e incrementar esta motivación. Otros factores que junto al conocimiento previo influyen en los resultados del aprendizaje son la percepción que tiene el alumno de la escuela, del profesor y de sus actuaciones; sus expectativas ante la enseñanza; sus motivaciones y actitudes; las estrategias de aprendizaje que es capaz de utilizar. (Romero, 2009)

Ante esta realidad es necesario que el alumnado le dé significado a su aprendizaje, en el caso de la química, el énfasis debe estar en la comprensión de conceptos abstractos, de modelos y en la aplicación de los procesos químicos como de sus relaciones con el entorno dentro de un contexto social, de tal forma que los aprendizajes de los estudiantes se incorporen a su estructura de conocimiento de modo significativo y por ende las prácticas pedagógicas deben favorecer dichos aprendizajes.

2. 2 Estilos de aprendizaje

En la vida escolar, se descubren algunas formas que facilitan la adquisición de dichos aprendizajes estas formas pueden cambiar en el transcurso de la vida y en la interacción con el medio, se producen versiones distintas y posibilidades de eficiencia. Esto es lo que se denomina “estilo” en el ámbito pedagógico por Alonso, Gallegos y Honey, (1994) citado en (Castro, 2005). Los estilos de aprendizajes se deben tomar en cuenta para hacer que los estudiantes desarrollen mejor sus habilidades, procesen mejor la información y que el docente pueda desarrollar de manera eficaz su acción mediadora en el proceso de enseñanza–aprendizaje. En la práctica pedagógica se deben tomar en cuenta los estilos de aprendizaje de los estudiantes, cuya bondad es conseguir un aprendizaje más efectivo, sustentado en las fortalezas y el desarrollo de habilidades en los alumnos, así como mejorar la interacción entre el profesor y el contenido disciplinario. El estudio de los estilos de aprendizaje muestra las distintas formas de percibir y procesar la información de cada individuo, por lo que este concepto tiene el carácter procedimental de todo aprendizaje Esteban, M., (2003), citado en (Lazo, 2012). Existen varias definiciones de “estilos de aprendizaje”, una de las definiciones más completas lo considera como “los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos, que sirven como indicadores relativamente estables, de

cómo los individuos perciben, interaccionan y responden a sus ambientes de aprendizaje” Keefe (1988) citado en (Alonso, 1994).

En diversos contextos de aprendizaje existen variables personales que son las que explican las distintas formas de abordar, planificar y responder a las demandas de aprendizaje. Es por ello que existen distintas estrategias que hacen referencia a la forma individual de conocer la propia manera de aprender y pensar (Varela, M., 2006) citado en (Lazo, 2012) y lo define como la “cognición de la cognición” que se refiere a “cómo se conoce el conocimiento”. Desde esta perspectiva es el individuo quien participa activamente en la planificación, realización y evaluación de cualquier actividad de aprendizaje, atendiendo a una estrategia cognitiva propia; que implica planes coordinados y contextualizados para lograr determinados objetivos, utilizando ciertos recursos y procedimientos que permitan un procesamiento adecuado de la información e incorporación de ésta para la solución de problemas y toma de decisiones, logrando un control en su propio aprendizaje.

David Kolb desarrolló un modelo de aprendizaje basado en experiencias (Kolb, 2005). Para Kolb, “la experiencia se refiere a la serie de actividades que permiten aprender” e incluye el concepto de estilos de aprendizaje en su modelo de aprendizaje por experiencia y lo describe como algunas capacidades de aprender que se destacan por encima de otras como resultado de las experiencias vitales propias y de las exigencias del medio ambiente actual, logrando resolver los conflictos entre el ser activo y el ser reflexivo y entre el ser inmediato y el ser analítico. Kolb identifica dos dimensiones principales del aprendizaje: *la percepción y el procesamiento*. Considera al aprendizaje como el resultado de la forma de como las personas perciben información y su procesamiento.

Para David Kolb (1984) citado en (Castro, 2005) al examinar las fortalezas y las debilidades que los estudiantes tienen para aprender, señala que existen cuatro estilos de aprendizaje: convergente, divergente, asimilador y acomodador. Kolb incluye el concepto de estilos de aprendizaje en su modelo de aprendizaje por experiencia y se fundamenta en la “Teoría de Aprendizaje Experiencial” (Experiential Learning Theory) Kolb (1984) citado en (Kolb, 2005) que se centra en la importancia que juega el papel de la experiencia en el proceso de aprendizaje y lo describe como algunas capacidades de aprender que se destacan por encima de otras como resultados de las experiencias vitales propias y de las exigencias del medio ambiente actual, logrando resolver los conflictos entre el ser activo y el ser reflexivo y entre el ser inmediato y el ser analítico.

Desde esta perspectiva el aprendizaje, es el proceso por medio del cual construimos el conocimiento mediante un proceso de reflexión y de dar sentido a las experiencias. Sus trabajos se fundamentan en las bases teóricas de Jean Piaget, Jhon Dewey y Kurt Lewin. Según Kolb, para que exista un aprendizaje efectivo, idealmente deberíamos pasar por un proceso que incluye cuatro etapas que corresponden a cuatro habilidades e identifica dos dimensiones principales del aprendizaje: la percepción y el procesamiento. Considera al aprendizaje como el resultado de la forma de como las personas perciben *información* y su *procesamiento*. Describe dos tipos de percepción: percepción a través de la *experiencia concreta* y percepción a través de la *conceptualización abstracta* y *generalizaciones*; con respecto al procesamiento de la información: personas que procesan la información con *experimentación activa* (puesta en práctica de las implicaciones de los conceptos en situaciones nuevas) y procesamiento de la información mediante la *observación reflexiva*.

La *yuxtaposición de las dos formas de percibir y dos formas de procesar la información* llevó a Kolb a describir su modelo de cuatro cuadrantes para explicar los estilos de aprendizaje (Figura 2.1).



Fig. 2.1. Estilos de aprendizaje. Imagen tomada de: www.cca.org.mx
(Kolb (1984) citado en (Lozano, 2000))

Las habilidades que se muestran en el modelo, corresponden a:

EC: Experiencia Concreta ←—————→ CA: Conceptualización Abstracta

EA: Experimentación Activa ←—————→ OR: Observación Reflexiva

1. **Experiencia Concreta (EC):** Ser capaz de adentrarse en nuevas experiencias completamente, sin ningún prejuicio.
2. **Observación Reflexión (OR):** Ser capaz de observar y reflexionar las experiencias desde varias perspectivas.
3. **Conceptualización Abstracta (CA):** Se capaz de crear conceptos que integren sus observaciones en nuevos concepto y teorías lógicas.
4. **Experimentación Activa (EA):** En esta etapa se deben tomar decisiones para resolver problemas con base al uso de teorías o nuevos conocimientos.

El estilo de aprendizaje va a estar determinado por la combinación de las formas de percepción y procesamiento de la información, es decir, si al aprender preferimos tener experiencias concretas o más bien preferimos abordar el objeto de aprendizaje pensando y razonando o si para comprender y dar significado a la información preferimos observar y reflexionar sobre ella, o si preferimos utilizarla para comprenderla. De ello se desprenden los cuatro estilos de aprendizaje:

1. *Acomodador:* Sociable, organizado, acepta retos, impulsivo, poca habilidad analítica, orientado a la acción.
2. *Divergente:* Sociable, genera ideas, soñador, valora la comprensión, disfruta el descubrimiento, orientado a las personas.
3. *Convergente:* Pragmático, racional, analítico, organizado, gusta de la experimentación, orientado a la tarea.
4. *Asimilador:* Poco sociable, genera modelos, reflexivo, pensador abstracto, disfruta la teoría, orientado a la reflexión.

El inventario de Kolb consiste en ordenar de forma jerárquica cuatro palabras que se relacionan con las cuatro habilidades, para identificar las habilidades que se deben potenciar. (Anexo 1)

2.3 El modelo de enseñanza–aprendizaje como Investigación Orientada

Las estrategias de enseñanza–aprendizaje se pueden definir como los procedimientos o recursos que el docente utiliza en forma reflexiva y flexible para el logro de aprendizajes significativos en los alumnos (Díaz, 2004). El énfasis de las estrategias de enseñanza está en el diseño, planeación y elaboración; donde la planificación se realiza de acuerdo a

las necesidades de los estilos de aprendizaje de los estudiantes, cuyo propósito general es hacer más efectivo el proceso de enseñanza aprendizaje. Se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos para la aplicación de cualquier estrategia de enseñanza aprendizaje:

- a) Motivaciones e intereses de los estudiantes.
- b) Conocimiento del contenido curricular.
- c) Creación de un ambiente de aprendizaje propicio (observación del proceso de enseñanza aprendizaje de los alumnos).
- d) Actividades cognitivas y pedagógicas que promueven el aprendizaje efectivo en los alumnos.
- e) Evaluación continua del proceso de enseñanza aprendizaje, para reforzar y profundizar los aprendizajes en los alumnos.
- f) Utilización de contextos reales de aprendizaje para *promover aprendizajes significativos y la construcción de nuevos conocimientos*. (Díaz, 2004)

Una de las estrategias de enseñanza–aprendizaje corresponde a la indagación científica escolar que constituye un camino mediante el cual el estudiante puede construir su propio conocimiento, pensar en lo que sabe y el cómo ha llegado a saber y el por qué, mejorando su comprensión acerca de los procesos que llevan a los científicos a generar conocimiento.

De esta forma aumenta la formación científica del alumno, su participación y motivación en actividades científicas; mejorando su educación en forma general Schwartz, et al., (2004), citado en (Aponte, 2013). Gordon E. (1990), citado en (Garritz, 2010) define a la indagación científica como un “método pedagógico que combina actividades con la discusión y el descubrimiento de conceptos con centro en el estudiante”. Como antecedente histórico la indagación fue incluida en el currículo de ciencias a nivel primaria y secundaria en 1910, recomendada por John Dewey, quién en dicha época fue profesor de ciencias; en 1996 el National Research Council (NRC) de los Estados Unidos coloca a la indagación en primer plano como estrategia para la enseñanza de las ciencias y hasta el 2007 se le ha dado un auge similar en Europa, en el que la enseñanza basada en la indagación ha tomado la pauta de la educación en ciencia Rocard, et al., (2007) citado en (Garritz, 2010).

Según los Estándares Nacionales de la Educación en Ciencias en Estados Unidos (NSES por sus siglas en inglés), la indagación está definida como un conjunto de actividades de corte polifacético que implica hacer observaciones; plantear preguntas; examinar libros y otras fuentes de información, para identificar lo conocido; planificar investigaciones, realizar pruebas experimentales para comprobar lo conocido y descubrir nuevos conocimientos; utilizar instrumentos para reunir, analizar e interpretar datos; proponer respuestas, explicaciones y predicciones, y comunicar los resultados. (NCR, 1996, citado por (Garritz, 2010). No obstante, la NSES no muestra una definición precisa de la enseñanza a través de la indagación, esta categoría incluye una amplia variedad de enfoques, Martín–Hansen, 2002, citado en (Garritz, 2010) define varios tipos de indagación:

- a) *Indagación abierta*: Tiene un enfoque centrado en el estudiante que empieza con una pregunta que se intenta responder mediante el diseño y conducción de una investigación o experimento y la conducción de resultados.
- b) *Indagación guiada*: Donde el profesor guía y ayuda a los estudiantes a desarrollar investigaciones indagatorias en el salón o en el laboratorio
- c) *Indagación acoplada*: La cual acopla la indagación abierta y la indagación guiada.
- d) *Indagación estructurada*: Es una indagación dirigida principalmente por el profesor, para que los alumnos lleguen a puntos finales o productos específicos.

La indagación utilizada como estrategia de enseñanza–aprendizaje a nivel bachillerato promueve las siguientes habilidades principales en los estudiantes NCR, (1996), citado en (Garritz, 2010):

1. Formular preguntas e identificar conceptos que guíen las investigaciones.
2. Probar hipótesis en forma experimental y construir argumentos para explicar los hechos o fenómenos.
3. Utilizar las tecnologías más apropiadas y la matemática para mejorar las investigaciones y su comunicación.
4. Formular explicaciones y usar modelos científicos mediante el empleo de la lógica y las pruebas científicas.
5. Comunicar y defender un argumento científico mediante presentaciones orales y por escrito que involucren las respuestas a las preguntas de investigación.

Garritz, Espinosa, Labastida y Padilla, (2009), citado en (Garritz, 2010) presentan un resumen de todas las *actividades de indagación* que se pueden llevar a cabo con los estudiantes en el aula o en el laboratorio:

- a) Identificar y plantear preguntas.
- b) Definir y analizar bien el problema a resolver.
- c) Reunir información bibliográfica para que sirva de sustento.
- d) Formular explicaciones al problema planteado, a partir de las pruebas.
- e) Plantear problemas de la vida cotidiana.
- f) Diseñar y conducir trabajo de investigación para promover el pensamiento científico a través de: reflexionar sobre las observaciones y buscar regularidades en la información, relacionar variables, evaluar la consistencia empírica de la información, utilizar herramientas apropiadas y técnicas para reunir, analizar e interpretar datos, pensar en forma crítica y lógica para desarrollar predicciones, explicaciones y modelos, evaluar las explicaciones alcanzadas con un modelo científico, comunicar hechos y procedimientos científicos en la clase.
- g) Compartir sus conocimientos con otros, mediante la argumentación.

El modelo de investigación–orientada (indagación guiada o dirigida) considera al proceso de enseñanza–aprendizaje como tratamiento de situaciones problemáticas que los estudiantes pueden considerar de interés e incluye toda una serie de aspectos que, en forma de programa de actividades, orientan la solución de la situación problemática transformada en problema. El planteamiento de una situación problemática de interés para el alumno y el orientarlo para resolverlo científicamente promueven el planteamiento de una hipótesis y de posibles estrategias de solución que requieren del análisis de resultados y sus posibles consecuencias. Es precisamente en este proceso, adecuadamente impulsado por el profesor, cuando pueden aparecer de manera funcional (si es que existen) las posibles concepciones alternativas y la consiguiente necesidad de modificarlas haciendo posible la evolución de tales ideas hacia las ideas científicas que se quieren enseñar, sustituyendo los conceptos (o esquemas) previos por otros nuevos, es decir, la necesidad de un cambio conceptual. (Solbes, 2009).

La estrategia de enseñanza–aprendizaje con orientación constructivista y con las características de la actividad científica, es la que plantea el aprendizaje como tratamiento de situaciones problemáticas que los alumnos puedan considerar de interés, lo que se ha dado en llamar el “modelo de aprendizaje de las ciencias como investigación dirigida” (Gil,

1993), citado en (Furió, 2005). Este modelo posiciona al estudiante como sujeto activo y eje central de su propio aprendizaje. El docente debe estar presente para que guíe el proceso de enseñanza–aprendizaje, diseñe estrategias para acercar los nuevos conocimientos a lo que el estudiante ya conoce y, consecuentemente, debe dar un seguimiento constante al proceso de investigación, de manera que, si este no está funcionando o no va generando una explicación aceptable al problema, sea corregido y retomado (Gil, et al., 1999 y Pozo y Gómez, 1998), citado en (Moya, 2011). La investigación dirigida utiliza como impulsor en el proceso de enseñanza aprendizaje a los problemas cotidianos que en la búsqueda de su solución generan cambios conceptuales en los alumnos y nuevos conocimientos.

El modelo didáctico de investigación orientada o dirigida, según Gil (1991), citado en (Vázquez, 2014) tiene como propósito que el estudiante construya sus propios conocimientos, a partir del tratamiento de problemas que surgen del contexto cotidiano, lo cual le posibilita además, el desarrollo de capacidades cognitivas, procedimentales y actitudinales. La investigación dirigida en este planteamiento se concibe como un proceso de construcción del conocimiento escolar, que requiere de la participación activa del estudiante quien, a partir de sus ideas alternativas, problemas relevantes, razonamientos críticos y explicación de fenómenos, enfrenta un proceso de evolución conceptual orientado por el docente, posibilitando la construcción y reconstrucción de nuevos saberes desde la interacción de los conocimientos cotidianos con el conocimiento científico en el contexto de la escuela García y García, 2000, citado en (Vázquez, 2014). Este modelo busca que el docente oriente a los estudiantes a generar ideas a través del permanente cuestionamiento, análisis, razonamiento y reflexión en torno del objeto de estudio; facilita la participación activa del estudiante en la construcción del nuevo conocimiento, les ayuda a resolver problemas, a desarrollar un pensamiento crítico y habilidades para manejar los procesos de producción del conocimiento escolar, y de esta manera construir una práctica pedagógica efectiva Gil, (1993), citado en (Vázquez, 2014). En este sentido, esta propuesta investigativa aporta una alternativa para orientar la enseñanza de las ciencias a partir de la ejecución de actividades de resolución de problemas, propiciando que los estudiantes pongan en práctica su saber y su saber hacer, consecuentemente con el conocimiento científico escolar. Se pretende que los estudiantes sean capaces de aplicar en diferentes contextos o situaciones lo que están aprendiendo.

El enfoque didáctico de la propuesta de enseñanza–aprendizaje de este trabajo es el de investigación orientada (indagación guiada) apoyada con investigación documental, trabajo experimental a microescala, lecturas y exposiciones de los temas relacionados con las causas y consecuencias de la acidez del suelo; que contribuye a los aprendizajes en los estudiantes referentes a reconocer la importancia del suelo en la producción de alimentos y la necesidad de su conservación; así como proponer formas de recuperación de los suelos mediante aportaciones de la química (reacciones químicas) para sustentar la producción de alimentos.

La estrategia de enseñanza–aprendizaje atiende a tres momentos principales:

- a) El diagnóstico de las ideas previas de los alumnos,
- b) Desarrollo y reconstrucción de los esquemas conceptuales,
- c) El cierre de la estrategia con la reafirmación y aplicación de lo aprendido; considerando los aprendizajes a promover, los antecedentes de los alumnos, los materiales y apoyos disponibles.

La secuencia didáctica de actividades para el logro de los aprendizajes comprende preguntas generadoras, la investigación orientada por el docente para la acción de los estudiantes a la solución de una problemática, la experimentación a microescala y la aplicación de lo aprendido. Se pretende que el estudiante construya significados actuando en un entorno estructurado e interactuando con otros compañeros de forma intencional.

2.4. Etapas del modelo didáctico de investigación orientada

Pérez (1993), Gil et al (1999) y Campanario y Moya (1999), citado en (Moya, 2011) establecen posibles secuencias lógicas para el proceso de mediación del conocimiento mediante la investigación orientada o dirigida (figura 2.2)

1. Se plantea la situación problemática, el nuevo concepto o se puede plantear a través de una hipótesis (Furió y Guisasola, 2001), citado en (Moya, 2011).
2. Los estudiantes expresan sus ideas o conceptos previos del tema.
3. Se propone una estrategia (tratamiento científico) para abordar el o los nuevos aprendizajes. Dentro de este paso, se pueden plantear hipótesis, diseño experimental para prueba de hipótesis, análisis de resultados, contrastación de nuevos conceptos, lo que generará un enriquecedor conflicto cognitivo entre los conocimientos previos y los nuevos conocimientos.

4. Se plantean los nuevos conocimientos y se sintetizan y generan las respuestas, es importante relacionar los nuevos conceptos con los ya asimilados, expresar la utilidad de estos conceptos a otros fenómenos cotidianos, lo que hemos llamado "contextualizar".
5. Se pueden plantear nuevos problemas.

En el campo educativo, la indagación científica constituye un camino mediante el cual el alumno puede construir su propio conocimiento, descubrir lo que sabe y cómo lo ha llegado a saber, mejorando su comprensión acerca de los procesos que llevan a los científicos a generar conocimiento. De esta forma aumenta la formación científica del alumno, su participación y motivación en actividades científicas, mejorándose el nivel de la educación general Schwartz y col., (2004), citado en (Aponte, 2013), quien define las fases de la estrategia indagatoria que se toman como fundamento para el modelo didáctico de investigación orientada como: Etapa de focalización, etapa de exploración, etapa de reflexión comparación o contraste y etapa de aplicación.

2.4.1 Etapa de focalización

Los alumnos exploran y explicitan sus ideas respecto a la temática, problema o pregunta a investigar propuesta por el docente. Estas ideas previas son puestas a prueba en la experimentación o exploración y son necesarias para la adquisición de aprendizajes que tienen significado real para los estudiantes. Es necesario, en esta etapa, iniciar la actividad con una o más preguntas motivadoras, que permitan al docente recoger las ideas previas de los estudiantes acerca del tema en cuestión. Es fundamental para el éxito del proceso de aprendizaje que los alumnos puedan contrastar sus ideas previas con los resultados de la exploración de la temática abordada.

2.4.2 Etapa de exploración

Esta etapa se inicia con la discusión y realización de una experiencia cuidadosamente elegida por el docente que permita comprobar si las ideas previas de los estudiantes se ajustan o no a las ideas vigentes de los científicos de la actualidad. En esta etapa, es importante que sean los propios estudiantes, apoyados por el docente, quienes diseñen procedimientos para probar sus hipótesis. Al igual que en el trabajo de los científicos, es fundamental el registro de todas las observaciones realizadas.

2.4.3 Etapa de reflexión, comparación o contraste

En este punto, se confrontan las predicciones realizadas por los estudiantes con los resultados obtenidos, y elaboran sus propias conclusiones con respecto a la situación o problema analizado. Es el momento ideal para que el docente introduzca algunos conceptos adicionales, terminología asociada, etc., que ahora tendrán sentido y significado para el estudiante. Es importante que los estudiantes realicen los registros de los resultados obtenidos y que con sus propias palabras expliquen los aprendizajes que ellos han obtenido de la experiencia y que luego, compartan esos aprendizajes a través de una plenaria para establecer ciertos consensos relacionados al tema tratado. Así, los conceptos se construyen entre todos, partiendo desde los estudiantes, sin necesidad de ser impuestos por el docente previamente.

2.4.4 Etapa de aplicación

Tiene la finalidad de que el estudiante afirme su aprendizaje ante nuevas situaciones, de manera que pueda asociarlo y aplicarlo en acontecimientos del diario vivir. Esta etapa permite al docente comprobar si los estudiantes han internalizado de manera efectiva ese aprendizaje. Esto se puede lograr a través de extensiones de la experiencia realizada, investigaciones o correlaciones con otras materias, que les permitan a los alumnos aplicar y transferir lo aprendido a situaciones nuevas, logrando un aprendizaje profundo.

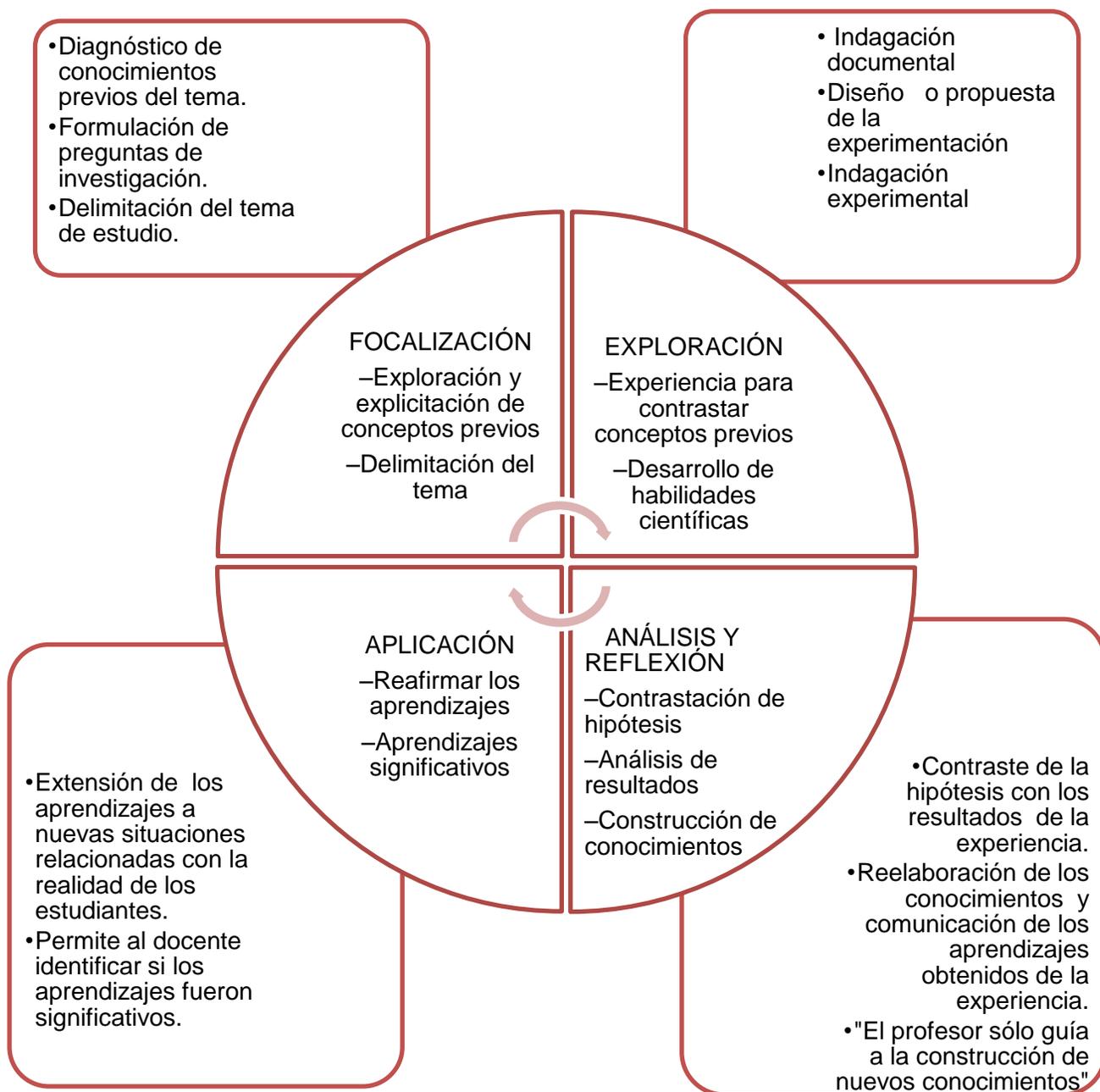


Fig. 2.2. Modelo didáctico de Investigación orientada en el proceso de enseñanza–aprendizaje. (Elaboración propia).

2.5 Los trabajos prácticos en el proceso de enseñanza–aprendizaje

El trabajo experimental abrió el camino para la investigación y desempeña un papel central en la enseñanza de las ciencias. En los albores del siglo XXI, se experimenta una nueva era de reformas en la educación científica, donde el contenido y la pedagogía de la ciencia son objeto de interés en la sociedad, en medio de la cual surgen nuevos estándares, dirigidos a moldear y fortalecer la educación científica (Hofstein, 2004)

Con respecto a la experimentación, las nuevas visiones acerca de la actividad científica–tecnológica y también acerca de la educación científica, replantean el papel del trabajo experimental en la enseñanza de las ciencias. Las actividades experimentales bien estructuradas tienen el potencial de lograr un cambio efectivo en la estructura del conocimiento de los estudiantes, porque al considerar aspectos como identificar los conocimientos previos, diseñar y utilizar diversas estrategias de aprendizaje que permitan modificar las concepciones alternativas para que al presentar la nueva información puedan reestructurar la información previa con la nueva, pero con un significado diferente, para lograr aprendizajes significativos (Rodríguez, 1999)

El trabajo práctico ayuda y promueve el entendimiento conceptual mediante argumentos cognitivos; motiva y genera interés en los estudiantes; promueve el desarrollo de habilidades y capacidades para el trabajo en el laboratorio, apoya al desarrollo de las habilidades sociales e interpersonales y también se adapta a los diferentes estilos de aprendizaje de los alumnos (Nieto, 2013)

Existen diversos planteamientos sobre los objetivos y funciones característicos de los trabajos prácticos. Se propone, entre otras cosas, promover actitudes científicas, comprender cómo funciona la ciencia y cómo trabajan los científicos, desarrollar competencias técnicas, promover el razonamiento práctico, proporcionar aspectos ilustrativos de conceptos y desarrollar las funciones investigativas, teórica y práctica (Caamaño, 2005)

Los trabajos prácticos (TP) pueden ser:

- a) Ejercicios diseñados para desarrollar técnicas y destrezas específicas.
- b) Experiencias en las que se propone que los estudiantes tomen conciencia de determinados fenómenos del mundo, sean naturales o artificiales.
- c) Investigaciones en las que los estudiantes tienen que resolver un problema.

Cada uno de los trabajos puede clasificarse con diferentes niveles de apertura de indagación y autonomía de los estudiantes como: 0, 1, 2 y 3.

- 1) En el nivel 0 el problema, el método de solución y la respuesta la proporciona el profesor o de un libro.
- 2) En el nivel 1 siguen las mismas condiciones sólo el alumno proporciona la respuesta.
- 3) En el nivel 2 el alumno proporciona el método de solución y la respuesta.
- 4) En el nivel 3 el alumno proporciona el problema, el método de solución y la respuesta, según el análisis propuesto por Herron (1971), Tamir (1989), citado en (Chamizo G. J., 2009)

Actualmente los enfoques alternativos a la enseñanza tradicional en química enfatizan la necesidad de que los alumnos desempeñen un papel más activo, en que las actividades experimentales comprendan tareas diversas desde realizar experiencias en el laboratorio hasta resolver problemas, que propicien una aplicación de los conocimientos y constituyan una alternativa al trabajo rutinario. Con base en estas reflexiones se pretende que los alumnos se interesen por la naturaleza de la ciencia, para lo cual se deben de considerar los siguientes puntos (Hodson, 1994):

1. *Fase de diseño y planificación:* Se formulan preguntas, se plantean hipótesis, se proponen procedimientos experimentales y se seleccionan técnicas.
2. *Fase de realización:* Se efectúan las actividades experimentales y se recopilan datos y observaciones.
3. *Fase de reflexión:* Se examinan e interpretan los hallazgos experimentales desde distintas perspectivas teóricas.
4. *Fase de registro y elaboración de un informe:* Se registra el procedimiento, los hallazgos conseguidos, las interpretaciones y las conclusiones extraídas para uso personal o para comunicarlas a otros.

2.6 El trabajo experimental en Química a microescala

2.6.1 Orígenes de la química a microescala

Desde mediados del siglo pasado, se han realizado experimentos a microescala en Europa central, especialmente por parte de Emish y Pregl. Fritz Pregl recibió el premio

nobel de química en 1923 por sus aportaciones en ese campo, pero quizá es más conocido el trabajo de Feigl en la primera mitad de este siglo, la edición de su tratado *“Análisis cualitativo mediante reacciones a la gota”* que contiene una amplia descripción de materiales y métodos para el trabajo a microescala. En Estados Unidos, después de la segunda guerra mundial, se enseñaron técnicas a microescala con fines analíticos y sintéticos. El inicio de la revolución de la química a microescala fue en las décadas de los 80 en Estados Unidos y se encuentra asociado a la publicación del libro *“Microscale organic laboratory”*, cuyos autores fueron los profesores Samuel S. Butcher y Dana W. Mayo del Bowdoin College y Ronald M. Pike del Merrimack College, que en 1992 crearon el *“Microscale Chemistry Center”* con el propósito de impartir cursos teórico-prácticos de química a microescala en diferentes laboratorios industriales y en varias universidades del mundo, como en la Iberoamericana y la Autónoma de San Luis Potosí en México. El centro más importante de la comunidad Iberoamericana es el Centro Mexicano de Química en Microescala, fundado en 1994 por el Dr. Jorge Ibáñez en la Universidad Iberoamericana. Entre algunos factores que influyeron en el uso de la química a microescala se encuentran, los movimientos ecologistas y la regulación de la calidad del agua para la reducción de la cantidad de sustancias peligrosas producidas por la industria química y para la eliminación de residuos tóxicos. Anterior a estas reformas, el manejo de desechos se concretaba en la incineración, la neutralización y el almacenamiento en contacto con el subsuelo o con el lecho marino; con las nuevas metodologías de trabajo a microescala se hace énfasis en el desarrollo de nuevos métodos que reduzcan la generación de residuos al inicio de los procesos y en la reutilización de subproductos. (Arñaiz, 1999). El término microescala es utilizado por varios autores para determinar diferentes cantidades de productos de partida, desde una perspectiva analítica, implica el uso de cantidades de menos de 10 mg de muestra, siendo habitual la realización de ensayos a la gota de productos en disolución. Dentro del punto de vista sintético se refiere al uso de 25 a 250 mg de sólidos y de 0.05 a 2 mL de disolución; pero dichas cantidades sólo son recomendadas, no existe problema en publicar trabajos con el uso de cantidades mayores. Es por eso que la IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) ha estandarizado el uso de cantidades como “Small Scale”, que hace referencia a la reducción drástica de las sustancias utilizadas con respecto a los métodos tradicionales. En la mayoría de los casos, el objetivo de experimentación en química a microescala es ilustrar algún tipo de reacción o el alcance de una técnica, con una obtención de 50–100 mg de producto, no es

necesario obtener más producto que se desperdiciará, pero frecuentemente el desconocimiento y la resistencia al cambio son los principales obstáculos para el uso de dicha metodología de experimentación (Arñaiz, 1999).

La química en microescala ha tenido un desarrollo importante en América Latina en el último tiempo (Ibañez, 2005), situación que ha favorecido la interacción y aplicación de estos trabajos en la docencia. Desde la década de 1990, se ha incrementado el interés en la química experimental a microescala ya que puede realizarse en una escala mucho menor, utilizando equipo simple y de más bajo costo (frascos viales, frascos gotero, jeringas, placas de pozos, pipetas Beral, entre otros).

2.6.2 Ventajas del trabajo experimental en química a microescala

El diseño de actividades experimentales a microescala en la docencia, es una técnica alternativa de trabajo experimental, que está enfocada a la reducción de fuentes de contaminación, la sustitución de materiales clásicos de laboratorio y la disminución a la exposición de contaminantes en el laboratorio académico. La microescala en química es una técnica que se basa en el respeto al medio ambiente, en la prevención de la contaminación acompañada por el uso de material de vidrio pequeño o de uso cotidiano, la significativa reducción de reactivos y, por consiguiente, de desechos. La implementación de la microescala no compromete el rigor analítico y sus técnicas son amigables con el medio ambiente. Las ventajas de la experimentación a microescala se pueden agrupar en dos grandes bloques, pedagógicas y económicas (Arñaiz, 1999).

Ventajas pedagógicas: Entre sus ventajas pedagógicas, en el proceso de enseñanza–aprendizaje, se destacan la oportunidad para el aprendizaje colaborativo y su flexibilidad, ya que no es más difícil de aprender o de aplicar que las técnicas convencionales e incluso algunas son más sencillas y los aparatos más fáciles de armar. En general, la habilidad y el cuidado en el manejo de sustancias químicas y la atención de los alumnos tiende a acrecentarse más y los niveles de autoconfianza y satisfacción del estudiante aumenta (Aponte, 2013). Los aspectos más relevantes de dichas ventajas son:

Seguridad: Tiene primordial relevancia cuando se trabaja con grupos de alumnos jóvenes o poco experimentados en el manejo de sustancias químicas y el uso de laboratorios con infraestructura deficiente. En consecuencia, la calidad del aire se mejora

significativamente y la exposición a productos tóxicos se reduce sustancialmente; así como los riesgos de incendio y explosión son mínimos.

Ahorro de tiempo: Los requerimientos de tiempo son considerablemente menores en operaciones convencionales como montaje de aparatos, calentamiento, enfriamiento, eliminación de disolventes, filtración, entre otras; lo que significa un ahorro de tiempo en las sesiones experimentales que puede ser significativo para experimentos que necesitan varias sesiones o aprovechado para el análisis y discusión de resultados.

Nuevas posibilidades de experimentación: Representa nuevas oportunidades de experimentación ya que significa el trabajar con pequeñas cantidades de sustancias y con materiales alternativos de uso cotidiano y no especializado de mayor costo. Cabe destacar la aportación de S. Thompson de la Universidad de Colorado a quien se le considera como el principal innovador de las técnicas a microescala en química general que, en 1977, modificó los experimentos tradicionales y puso de manifiesto el potencial de los materiales de plástico de biomedicina como tubos de plástico y el uso de jeringas, entre otros, para el desarrollo de experimentos a pequeña escala. La experimentación a microescala también representa una posibilidad de inclusión a las personas con alguna discapacidad debido a la fácil manipulación de los materiales.

Motivación de los estudiantes: La motivación más relevante en los alumnos es la convicción de que la experimentación a microescala cuida el medio ambiente, ya que los residuos son mínimos y ello los motiva a usar pequeñas de sustancias, lo cual reduce también el riesgo de accidentes. El uso de material a pequeña escala despierta el interés en ellos para comprobar si efectivamente se obtienen buenos resultados.

Mejor preparación de los estudiantes: El trabajo a microescala promueve mayores destrezas en el manejo de materiales y productos, debido a que deben ser más cuidadosos que en la manipulación a escala normal. Se promueve mejor conocimiento de los fundamentos de química porque es posible dedicarle mayor tiempo al análisis e interpretación de resultados. Los estudiantes que aceptan de manera positiva el trabajo experimental a microescala tenderán a proyectarlo en su desempeño profesional promoviendo procesos químicos con el menor impacto ambiental.

Ventajas económicas: Este rubro es relevante debido a que los costos de almacenamiento de materiales y sustancias es mucho menor que en un laboratorio

clásico. Además, no se necesita de materiales clásicos de vidrio que es de un costo más elevado que el material de plástico de uso biomédico que comúnmente se usa en las técnicas a microescala. No se requiere de inversión sustancial en medidas de seguridad como el uso de extintores o campanas de extracción porque los riesgos del manejo de las sustancias son mínimos como consecuencia del uso de cantidades pequeñas de reactivos y la mínima generación de desechos. Por ende, el trabajo a microescala en el laboratorio de química es una alternativa para vencer las dificultades de recursos e infraestructura.

El material y equipo que se utilizan en química a microescala para la dosificación y medición instrumental permite una *precisión* aceptable si se opera observando las buenas prácticas de laboratorio. La *exactitud* de las determinaciones analíticas depende, al igual que en la escala convencional, del uso de material de precisión como la balanza analítica, del material volumétrico profesional: matraces aforados de 10, 5, 1 mL, pipetas volumétricas de 1 mL o automáticas y de las sustancias, electrodos e indicadores oficiales de referencia. La *sensibilidad* y la selectividad dependen de los sistemas químicos empleados y de su adecuación a las condiciones de *microescalamiento*. La *eficiencia* de las determinaciones se incrementa ya que el microescalamiento permite disminuir notablemente los tiempos de operación. Uno de los métodos analíticos más utilizados son las titulaciones ácido–base con indicador visual y pueden llevarse a cabo con volúmenes de muestra menores a 0.5 mL. El escalamiento en Química va más allá de la adaptación técnica de los contenedores de reacción y de las operaciones unitarias a gran escala (*Ingeniería Química*) o a escalas menores inclusive a nivel atómico, *Nanoquímica*. Implica también la adecuación de los principios de la reactividad química a la nueva escala, es decir, el desarrollo de nuevas metodologías analíticas y sintéticas. Con respecto a la Química a escala convencional, la Química a microescala ha demostrado su gran utilidad en los siguientes aspectos que se muestran figura 2.3 (Baeza & de Santiago, 2006).

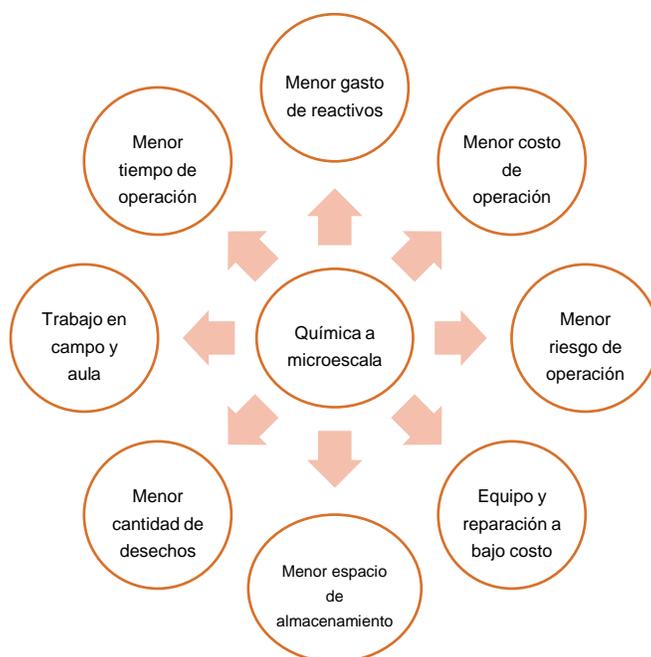


Fig 2.3. Características de la Química a microescala (Baeza & de Santiago, 2006).

La práctica experimental de la química a microescala propicia un cambio cultural tanto en el docente como en los estudiantes, fomenta además la inventiva y la creatividad en el diseño de materiales con menor costo, promueve destrezas y habilidades en los estudiantes, tales como la observación cuidadosa y la manipulación de materiales analíticos a menor escala que los convencionales. Concientiza y compromete a los estudiantes en el cuidado del medio ambiente ya que minimiza el manejo de sustancias tóxicas y se producen menos desechos en las actividades experimentales Nieto et al., (2004), citado en (Nieto, 2013)

En la práctica de la química a microescala a nivel laboratorio también se pueden aplicar las cuatro erres: *reducir* (utilizar mínimas cantidades de reactivos para realizar una actividad experimental con fines didácticos), *reusar* (reutilizar los residuos de una actividad experimental como reactivos de otra o para obtener algún subproducto), *reciclar* (clasificar, según el riesgo que presentan, los residuos que no se pueden reusar y canalizarlos debidamente con base a un procedimiento), *rediseñar* (adaptar las actividades experimentales existentes al uso de menores cantidades de reactivos) (Climent, 2009).

A pesar de que son más las ventajas para la experimentación química a microescala, también existen algunos inconvenientes o retos como el uso de técnicas sofisticadas

como filtración al vacío, destilación fraccionada o extracción con embudos de separación; la medición de alguna variable que no es muy notoria a escala menor, los requerimientos de reactivos de mayor pureza por las pequeñas cantidades que se utilizan y algún material especializado de vidrio que se encarece por su tamaño pequeño (Mainero R. M., 1997).

2.6.3 Reacción ácido–base a microescala

Una de las metodologías analíticas más abordadas en la enseñanza experimental a microescala es la titulación ácido–base con indicador visual. Este tipo de trabajo experimental se puede planear para que el alumno y el docente intervengan con diferente nivel de indagación, ya sea proponiendo la pregunta experimental, el planteamiento de la hipótesis, el método experimental y la solución. El tiempo de trabajo experimental depende del grado de apertura de la indagación, el cual se disminuye con el uso de la técnica a microescala, ya que se reducen en forma significativa los tiempos del trabajo experimental (Silberman, 2000).

La reacción ácido–base a microescala se puede ilustrar agregando gotas controladas del titulante (ácido o base de concentración conocida) y realizar determinaciones semicuantitativas. La adición del titulante se puede hacer con una Jeringa de 2 a 5 mL. Se ha reportado que el volumen del titulante que corresponde al vire del indicador no es el mismo del utilizado en una titulación a macroescala, pero es aceptable para la enseñanza experimental (González, 1997), citado en (Baeza A. , 2003).

Una alternativa práctica y de bajo costo para la titulación ácido–base (*reacción de neutralización*) con indicador visual, es el uso de una jeringa para insulina de 1 y 2 mL como microbureta acoplada a una llave de venoclisis de tres pasos de uso médico que sirve para dosificar el titulante (sustancia de concentración conocida) e integradas a un soporte y un microagitador magnético construidos en el laboratorio. El microagitador magnético se fabrica con un ventilador de microprocesador de computadora, un imán, una resistencia de 130 W en serie con un microinterruptor y a una fuente de 9 V, que puede ser una pila comercial o un eliminador de baterías conectado directamente a la toma de corriente de la mesa de trabajo. Para contener el analito (ácido o base de concentración desconocida) se utilizan matraces Erlenmeyer de vidrio de 5 mL o frascos de plástico dosificadores de medicamento de 10 mL, jeringas de insulina de 1 a 0.5 mL para tomar las muestras de analito y como microagitadores trozos de clíper encapsulados en vidrio

capilar o un agitador magnético) y jeringas de 5 mL para el llenado de la microbureta por la llave de tres pasos, como se muestra en la figura 2.4 (Baeza A. , 2003).



Fig. 2.4. Dispositivo para microtitulación ácido–base
Imagen tomada de: <http://microelectrochemalexbaeza.com/>

Para efectuar la reacción de neutralización ácido–base, la bureta contiene el titulante (ácido o base de concentración conocida) que reaccionará con el analito (ácido o base de concentración desconocida). Para neutralizar un ácido fuerte se utiliza una base fuerte, cuyo punto de equivalencia corresponde a un pH entre 5 y 9, generalmente a un pH de 7. El punto final de la reacción, cuando el analito reaccionó completamente con el titulante, se puede identificar en forma visual mediante el vire de color del indicador fenolftaleína, ya que sus cambios de coloración se encuentran dentro de los rangos de pH respectivos y se presenta en forma incolora en solución ácida y rosa en solución básica a un pH de 8.3. La neutralización de ácidos débiles con bases fuertes corresponde a un pH mayor a 7 y la neutralización de bases débiles con ácidos fuertes presenta un punto final a un pH menor a 7. Para estos casos se pueden utilizar otro tipo de indicadores. (Kinjal, 2005)

2.7 El diagrama heurístico como una herramienta para evaluar los trabajos prácticos

La enseñanza de la química por descubrimiento asegura un conocimiento significativo y fomenta hábitos de investigación disciplinaria. La teoría del aprendizaje por descubrimiento desarrollada por Bruner implica el método del descubrimiento guiado en el cual el estudiante debe involucrarse activamente para construir su propio aprendizaje a través de la acción directa, con la finalidad de impulsar el desarrollo de las habilidades que posibilitan el aprender a aprender. La teoría de Bruner enuncia que “el conocimiento del mundo constituye un modelo que cambia constantemente y se adapta a nuevas

situaciones que permiten predecir o anticipar determinados cambios”. Dicho modelo está sujeto a la realidad cultural de cada individuo y a la interacción con el entorno, las experiencias y todo lo que se pueda percibir (Shulman & Keislar, 1974), citado en (Nieto, 2013). El aprendizaje ocurre por la reorganización de las estructuras cognitivas como consecuencia de la asimilación de experiencias, poniendo en juego las capacidades cognitivas de cada individuo. El eje fundamental de esta teoría es la construcción del conocimiento mediante la inmersión del estudiante en situaciones de aprendizaje problematizadas, diseñadas de tal forma que el estudiante aprenda descubriendo mediante procesos cognitivos que ponen en juego habilidades y destrezas del estudiante, una herramienta de valiosa ayuda para la evaluación de dicho proceso (competencias científicas) es el diagrama heurístico, elaborado por (Chamizo J. A., 2007) a partir de la idea de Toulmin (1972), que es una variación de la UVE de Gowin (1970), en la que se considera el hacer (metodología) y el pensar (conceptos y filosofía), mostrado en la tabla 2.1. Esta herramienta es de valiosa ayuda para el proceso de enseñanza–aprendizaje con indagación experimental, ya que promueve la formulación de preguntas y proponer posibles estrategias experimentales para contestarlas, fomentando el proceso de indagación científica y la argumentación para explicar y comprender los conceptos básicos involucrados. La argumentación en el modelo de Toulmin se basa en una conclusión con base en datos o pruebas y pretende formar alumnos críticos con la capacidad de tomar decisiones en su vida común, que utilice diversas maneras de expresar un significado, en lenguaje cotidiano y científico. El diagrama heurístico propuesto por (Chamizo & Pérez, 2013) guía al estudiante en el establecimiento de una conclusión o afirmación a partir de datos como elementos justificativos. Incluye en la parte conceptual el lenguaje, las técnicas de representación (modelos) y los procedimientos de aplicación de la ciencia. Para complementarlo se debe indicar primero el tema de investigación, reconocer los hechos. Con los hechos se construye una pregunta abierta que, para responderse, requiere de una metodología, indicar el procedimiento elegido para contestar la pregunta, procesar los datos obtenidos, concluir con base en los datos, responder la pregunta incluyendo los conceptos y el modelo, reconocer las aplicaciones de los que se está investigando. Además, el lenguaje permite iniciar el proceso complejo de explicación que se concreta con la identificación o precisión de un modelo. El modelo da el sustento teórico de la explicación de la pregunta y debe ser parte de la respuesta Chamizo (2010), citado en (Chamizo & Pérez, 2013).

Tabla 2.1. Diagrama heurístico (Chamizo J. A., 2007)

Diagrama heurístico sobre: Neutralización de la acidez del suelo		
HECHOS (Se refiere a la información obtenida y/o observaciones realizadas respecto a algo que sucede en el mundo que nos lleva a formular una pregunta)		
PREGUNTA (Enunciado de una pregunta centrada en un experimento)		
CONCEPTOS	METODOLOGÍA	
Aplicaciones (Se refiere a los usos de lo que estamos investigando)	Procedimiento para la obtención de datos (Se refiere a lo que hacemos para obtener la información pertinente para poder contestar la pregunta).	
	Procesamiento de los datos para obtener un resultado. (Se refiere al manejo de datos y resultados en tablas, gráficas, diagramas etc. que resumen los datos obtenidos).	
Modelo (Se refiere al modelo que se usa para dar la respuesta a la pregunta).	Análisis y/o conclusión derivado de los datos (Se refiere únicamente a lo obtenido a partir de los datos procesados).	
RESPUESTA O RESULTADO (Se refiere a la explicación que responde a la pregunta, reuniendo los conceptos con la metodología o a las razones por las cuales falló el experimento, o no se puede contestar la pregunta).		
REFERENCIAS De los hechos: De los conceptos: De la metodología:		
Autoevaluación (total de puntos) /20 puntos posibles		

Capítulo 3. Marco Disciplinar

3.1 Acidez y basicidad

La acidez y la basicidad corresponden al conjunto de propiedades características de dos importantes grupos de sustancias químicas: los ácidos y las bases. Antes de que se conociera el comportamiento a nivel molecular de este tipo de sustancias, se reconocían por sus propiedades características. Esta idea de definir el concepto de ácido y de base indicando cómo ha de comportarse químicamente una sustancia para que pueda considerarse como miembro de una u otra familia de compuestos, fue introducida por Boyle en 1663. Posteriormente, un conocimiento más preciso de las fórmulas químicas llevó a algunos investigadores, como Liebig en (1803–1873), a definir los ácidos por su composición molecular. Sin embargo, la vieja idea de Boyle, aunque transformada con las sucesivas definiciones de ácidos y bases, sigue aún en pie y permite diferenciar a las sustancias ácidas y básicas por sus propiedades químicas.

Propiedades químicas de los ácidos: Tienen sabor agrio, colorean de rojo el papel tornasol, en disolución acuosa conducen la corriente eléctrica, ésta depende no sólo de la concentración del ácido sino también del grado de disociación de éste; producen efervescencia al reaccionar con carbonatos y desprenden gas hidrógeno al reaccionar con metales.

Propiedades químicas de las bases: Las bases también llamadas álcalis, en árabe *al-kali*, significa cenizas vegetales; presentan sabor amargo característico, sensación jabonosa al tacto, en disolución acuosa conducen la corriente eléctrica, colorean de azul el papel tornasol; reaccionan con ácidos para formar sal y agua.

Aparte de las propiedades que caracterizan y diferencian a los ácidos de las bases, la acidez y la basicidad de cada sustancia está determinada para las sustancias ácidas por la concentración de iones hidrógeno (H^+) presentes y para las sustancias básicas por la cantidad de iones hidroxido (OH^-), según algunas teorías ácido–base.

3.2 Teorías de equilibrio ácido–base

Lavoisier a finales del siglo XVIII propuso la primera teoría de ácidos, “el oxígeno es el principio acidificante”, ya que convierte a los elementos carbono (C), azufre (S) y nitrógeno (N_2) en ácidos carbónico, sulfúrico y nítrico, respectivamente; sin

embargo, Davy a principios del siglo XIX demostró que dicha teoría no aplicaba a los hidrácidos (HCl, HBr, etc). Gay Lussac en 1814, llegó a la conclusión de que era el hidrógeno el principio acidificante y la sustancia común a todas las sustancias que manifestaban propiedades ácidas y, que los ácidos y las bases no pueden definirse sino en relación mutua. En dicha época no existía una teoría específica para las bases, pero ya se consideraba que al reaccionar con los ácidos formaban sales (Chamizo J. A., 2017)

Actualmente existen varias teorías que explican los equilibrios ácido–base y cuyos modelos se aplican a diferentes tipos de sustancias y condiciones de reacción, en este texto se hace énfasis en la *Teoría de Arrhenius* para abordar el estudio del tema de “*reacción de neutralización en un medio acuoso.*”

3.2.1 Teoría de Arrhenius

El concepto de ácido y base propuesto por Svante Arrhenius en 1884, fue con base en su teoría de disociación: “*Cuando el ácido clorhídrico (HCl) se disuelve en agua, sus moléculas se disocian en la forma*”:



Con base a la idea de disociación iónica, la existencia de iones H^+ libres en disolución, llevó a Arrhenius a postular que *el carácter ácido de una sustancia está relacionado directamente con la capacidad de una sustancia para liberar en disolución acuosa iones H^+* . Con base a este caso particular de disociación electrolítica, Arrhenius define:

Ácido: Sustancia capaz de ionizarse en agua cediendo un protón (H^+).

Base: Sustancia que se ioniza cediendo un ion hidróxido (OH^-).

Según esta teoría los ácidos tienen hidrógenos reemplazables por un metal o un radical positivo para formar sales y las bases contienen uno o más hidróxidos que pueden ser reemplazados por aniones o radicales negativos para formar sales. En los procesos de disociación iónica se presentan equilibrios dinámicos.

Equilibrios ácido–base, según la teoría de Arrhenius:





En los ácidos y bases fuertes, el equilibrio estaría desplazado hacia la derecha, ya que todo el ácido y la base estarían disociados completamente.

El ion H^+ en disolución acuosa no puede permanecer aislado; dado el carácter dipolar de la molécula de agua, éste se une a ella formando el ion hidronio según la reacción:



Por ello, cuando se escribe $H^+_{(aq)}$, se da a entender que el ion H^+ está hidratado como H_3O^+ . El agua se puede comportar como un ácido o como una base por su capacidad de disociación iónica y presenta el siguiente equilibrio:



La constante de equilibrio de agua se expresa como:

$$K_w = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]^2}$$

La actividad del agua es 1, por lo tanto, el producto iónico del agua se expresa como:

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

$$K_w = [H^+][OH^-] = 10^{-14} M, \text{ a } 25^\circ C$$

En agua pura: $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} M$

En disoluciones diluidas a temperatura constante, el producto iónico del agua K_w es constante, por lo que un aumento de $[H^+]$ supondrá una disminución de $[OH^-]$ y viceversa. De tal forma que la presencia de un ácido aumentará la concentración de iones $[H^+]$ en la disolución, mientras que la presencia de una base aumentará la concentración de iones OH^- .

Las definiciones de ácido y base con base a la teoría de Arrhenius, presentan dos limitantes significativas: a) se limita a un medio acuoso, b) las definiciones de ácido y base no corresponden a todas las sustancias con propiedades características de dichos compuestos.

3.2.2 Teoría de Bronsted–Lowry

En 1924, presentan su teoría que amplían la definición de ácido y base, considerando a los ácidos como sustancias capaces de ceder uno o más protones a otra molécula y a las bases como las sustancias capaces de aceptar dichos protones en su molécula. Dicha teoría podría explicar el comportamiento básico de sustancias que no poseen iones (OH^-). Esta teoría se aplica a cualquier medio disolvente en el cual se lleva el proceso de donación y aceptación de protones. Según Bronsted–Lowry a todo ácido le corresponde una base conjugada con la que está en equilibrio y, a toda base le corresponde un ácido conjugado.

3.2.3 Teoría de Lewis

Lewis, en 1923, enunció una teoría más amplia, que engloba a los procesos de transferencia iónica como casos especiales y generaliza el concepto de ácidos y bases para compuestos no iónicos; sustentando su teoría en la transferencia de pares de electrones, define a un ácido como cualquier sustancia que acepta un par de electrones y una base como la sustancia capaz de ceder un par de electrones.

3.2 El pH como medida de la acidez y la basicidad

En 1909, Sorensen, introdujo el concepto de pH para simplificar el manejo de la concentración de protones. Definió el concepto de potencial de hidrógeno (pH) como el logaritmo negativo de la concentración molar de protones y el potencial de iones hidróxido (pOH) como el logaritmo negativo de la concentración molar de iones hidróxido.

$$pH = -\log[H^+]$$

$$pH = -\log[OH^-]$$

Con base en la concentración de iones hidrógeno ($[H^+]$) y de iones hidroxido ($[OH^-]$), se pueden clasificar a las disoluciones por su valor de pH:

Disoluciones neutras: La concentración de iones hidrógeno ($[H^+]$) es igual a la concentración de iones hidróxido ($[OH^-]$). A 25 °C la concentración de iones H^+ es igual a 1×10^{-7} mol/L e igual a la concentración de iones hidróxido ($[OH^-]$) que corresponde a un pH de 7.

Disoluciones acidas: La concentración de iones hidrógeno ($[H^+]$) es mayor a la concentración de iones hidróxido ($[OH^-]$) con valores de pH menor a 7.

Disoluciones básicas: La concentración de iones hidróxido ($[OH^-]$) es mayor a la concentración de iones hidrógeno ($[H^+]$), con valores de pH mayor a 7.

La escala de pH presenta un rango de 0 a 14, que corresponde a las disoluciones ácidas, neutras y básicas, como se observa en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Valores de pH en relación con la concentración de iones $[H^+]$ y de iones $[OH^-]$ (Elaboración propia).

$[OH^-]$	1×10^{-14}	1×10^{-13}	1×10^{-12}	1×10^{-11}	1×10^{-10}	1×10^{-9}	1×10^{-8}	1×10^{-7}	1×10^{-6}	1×10^{-5}	1×10^{-4}	1×10^{-3}	1×10^{-2}	1×10^{-1}	1×10^0
$[H^+]$	1×10^0	1×10^{-1}	1×10^{-2}	1×10^{-3}	1×10^{-4}	1×10^{-5}	1×10^{-6}	1×10^{-7}	1×10^{-8}	1×10^{-9}	1×10^{-10}	1×10^{-11}	1×10^{-12}	1×10^{-13}	1×10^{-14}
pH	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Muy ácido		Moderadamente ácido		Ligeramente ácido			Neutro	Ligeramente básico		Moderadamente básico			Muy básico	

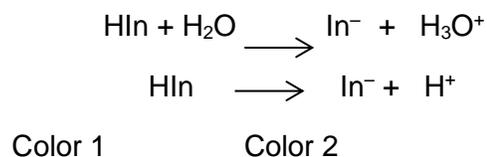
3.3 Indicadores

En el periodo protoquímico entre la alquimia y el desarrollo de la química, Roberto Boyle (1627–1691) fue el primero en identificar que algunos jugos coloreados de plantas cambiaban de color cuando se colocaban en presencia de ácidos o álcalis. Es decir descubrió lo que hoy llamamos “indicadores ácido–base (como el tornasol), que permitió clasificarlos de una manera muy simple. El tornasol es un colorante de color violeta en disolución acuosa (tintura de tornasol) que puede cambiar de color según el grado de acidez de la disolución. Impregnado en papel sirve para indicar el carácter ácido de una disolución, coloreándose de color rojo.

El uso de indicadores permite conocer el valor aproximado de pH de una sustancia, debido a que su cambio de coloración se da en un cierto intervalo de pH. Esta propiedad se utiliza para la determinación del punto de equivalencia de una reacción de neutralización.

Los indicadores ácido–base más comunes son sustancias orgánicas complejas con carácter ácido o básico débil. La forma ácida (HIn) y la conjugada (In^-) del indicador se encuentran en un equilibrio ácido base regido por la constante de acidez del indicador, K_{in} .

Cuando HIn se ioniza, se obtiene una partícula distinta, el anión In⁻, el cual tiene otro color, de tal forma que éste está condicionado por la concentración de iones ácidos y básicos y por ende por el pH del medio.



$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{In}^-]}{[\text{HIn}]}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]}$$

El indicador fenolftaleína es el más utilizado en la reacción de neutralización ácido–base. El potencial de la constante de acidez (pKa) es de 9.4. Cuando el pH es menor a 9.4 la forma ácida predomina sin corresponder a un pH necesariamente ácido y la disolución es incolora, debido a que se encuentra en forma de lactona (Figura 3.1), cuando el pH es mayor a 9.4 predomina la base conjugada y la disolución se colorea de rosa (Figura 3.2).

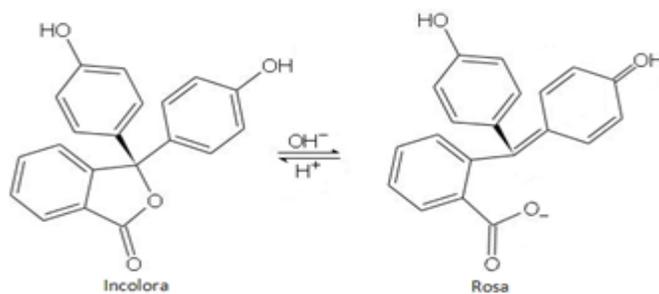


Fig. 3.1. Acción de la base sobre la estructura de la fenolftaleína

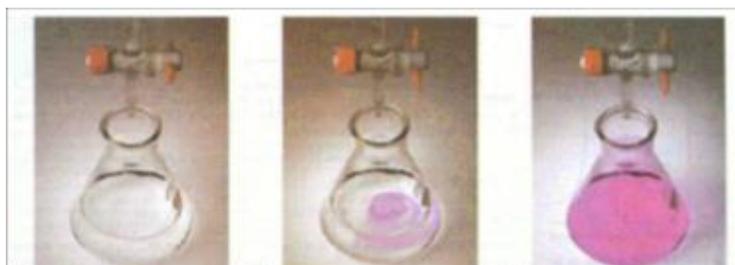


Fig. 3.2. Forma ácida y básica del indicador fenolftaleína con su respectivo color
Fuente: (Fernández)

El cambio de coloración del indicador, *vire del indicador*, se produce en un intervalo de pH definido. El ojo humano percibe el cambio de coloración cuando una de las formas del indicador es diez veces mayor que la otra, por consiguiente, existe un intervalo de pH para el vire del indicador y es característica para cada uno, ya que depende de su grado de disociación. Un buen indicador debe tener un rango de pH muy estrecho para el vire de color, además de presentar un cambio notorio de color. Existen una gran variedad de indicadores ácido–base que cambian de color entre pH 0 y 14. En la figura 3.3, se presentan algunos indicadores con los intervalos de pH para el cambio de coloración. Los de uso más común son la fenolftaleína, el rojo de metilo y naranja de metilo.

Es importante elegir el tipo de indicador. En la valoración de un ácido fuerte, es muy drástico el cambio de pH y tanto la fenolftaleína como el rojo de metilo se pueden utilizar para determinar el punto de equivalencia de la reacción; sin embargo, en la valoración de un ácido débil no se aconseja el uso del indicador rojo de metilo ya que el vire de color se encuentra a valores de pH muy alejados del punto de equivalencia.

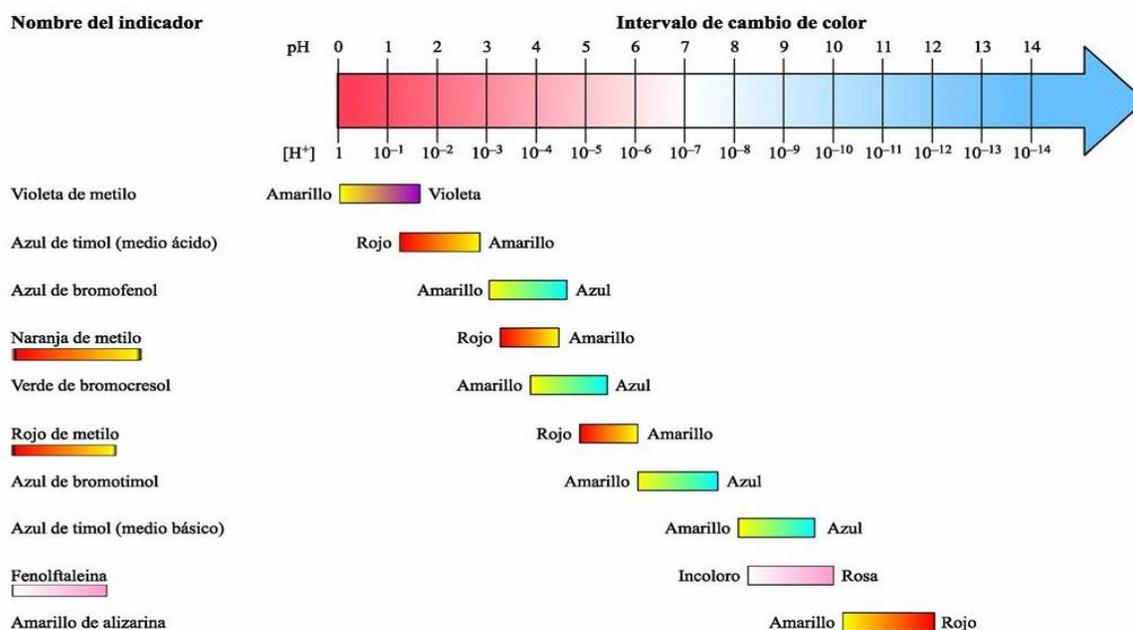


Fig. 3.3. Intervalos de pH en el cambio de coloración para algunos indicadores comunes.
Fuente: (Kinjal, 2005)

Tabla 3.2. Intervalos de pH en el cambio de coloración para algunos indicadores comunes. Fuente: (Kinjal, 2005)

Indicador	Color-ácido	Color-básico	Intervalos de pH
Azul de timol	Rojo	Amarillo	1.2–2.8
Naranja de metilo	Rojo	Naranja	3.2–4.4
Rojo de metilo	Rojo	Amarillo	4.8–6.0
Tornasol	Rojo	Azul	4.7–8.3
Fenolftaleína	Incoloro	Rosa	8.2–10.0
Amarillo de Alizarina	Amarillo	Rojo	10.1–12.0

3.3 Reacciones de neutralización

Desde la época de la alquimia europea y asiática se conocía la preparación de las sustancias conocidas como álcalis (palabra de origen árabe que significa “ceniza calcinada de ciertas plantas”), el espíritu de la sal (HCl) o el aceite de vitriolo (H₂SO₄). Las sustancias álcalis y ácidos, además de reconocerse por sus propiedades, se les reconoce por su forma de reaccionar entre sí formando una sal. Considerándose a ésta como una reacción fundamental de la química.



En 1754 Rouelle generaliza el término “base” para sustituir el de “álcali” y reescribe la reacción de formación de sales.

La reacción mediante la cual una base neutraliza las propiedades de un ácido recibe el nombre *reacción de neutralización* y se ajusta, en términos generales, a una ecuación química del tipo:



La reacción de neutralización entre un ácido y una base da lugar a una sal y agua (el H⁺ que libera el ácido se une al OH⁻ de la base para formar el agua). Los productos de estas reacciones no contienen los iones característicos de los ácidos y las bases, por lo tanto, han desaparecidos sus propiedades; ya que Arrhenius afirmó que los iones H⁺ y los iones OH⁻ son los que le confieren las propiedades los ácidos y a las bases, respectivamente (Chamizo J. A., 2017). Así, por ejemplo, al añadir lentejas de sosa a una disolución de ácido clorhídrico, se presenta el siguiente equilibrio ácido-base:



3.3.1 Reacción de neutralización según Arrhenius

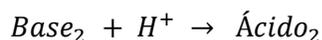
De acuerdo con la teoría de Arrhenius, la neutralización es la unión de los protones cedidos por el ácido con los hidróxidos cedidos por la base para dar agua.



Si la concentración de la base es suficiente, todos los iones H^+ procedentes del ácido serán neutralizados por los iones OH^- procedentes de la base. Un exceso de base otorgará a la disolución resultante un carácter básico; por el contrario, un exceso de ácido determinará el carácter ácido de la disolución final. Esta teoría sólo es válida en medio acuoso, pero debido a que la mayoría de las reacciones de interés analítico se efectúan en medio acuoso, presenta una gran aplicación.

3.3.2 Reacción de neutralización según Bronsted–Lowry

La reacción ácido–base con base a esta teoría se refiere a los procesos en los que interviene un ácido y su base conjugada, que es la sustancia que recibe el protón cedido por el ácido; de tal forma para que un ácido pueda transformarse en su base conjugada cediendo un protón tiene que existir simultáneamente una base, de otro sistema ácido–base, que acepte los protones transformándose en su ácido conjugado. El modelo de la reacción ácido–base corresponde a:



En la teoría de Arrhenius, el disolvente no interviene en el equilibrio, mientras que, en esta teoría, forma parte activa cediendo o captando protones. Al poner un ácido o una base en disolución se produce una reacción ácido–base con el disolvente.

La limitación principal de la teoría de Bronsted–Lowry es que hay sustancias que tienen comportamiento de ácido y no contienen átomos de hidrógeno en su estructura molecular.

La titulación ácido–base se refiere al proceso de conocer la cantidad de una base o un ácido necesario para que se efectúe la reacción de neutralización entre ambos y se forme sal y agua como productos.

3.4 El suelo

3.4.1 Introducción

El suelo es un recurso no renovable en términos del tiempo de vida de los humanos, depende del conocimiento, la conciencia y su cuidado para su preservación y debe empezar en los niños que serán los ciudadanos del mañana. Esta es la única posibilidad de lograr la sostenibilidad planetaria y no sólo corresponde a los estudiosos de la ciencia del suelo, sino a toda la población el llevarla a cabo. En México, no se producen alimentos básicos para la dieta nacional, en cantidad suficiente para su población, menos aún para exportar e inclinar la balanza económica a su favor. Por el contrario, se enfrenta una gran diversidad de graves problemas, de los que destacan dos, íntimamente relacionados e igualmente fundamentales para su desarrollo:

- 1) La contaminación y degradación del medio ambiente y
- 2) La consecuente disminución de la producción de alimentos, en cantidad y calidad.

Además, no se imparte una educación básica y media de calidad, y la temática ambiental, en general, y la edafológica, en particular, apenas se abordan en el currículum oficial educativo. Es indispensable conformar un proyecto educativo nacional que responda a la necesidad de formar ciudadanos con una cultura cívica y científica de protección y aprovechamiento racional del medio ambiente. De manera que éstos exijan e impulsen el desarrollo de una ciencia que garantice la preservación de los recursos naturales y la producción y conservación de alimentos. (Reyes, 2006).

3.4.2 Ciclos biogeoquímicos

En la naturaleza, la química de los suelos es una parte importante de los ciclos de elementos en la superficie de la tierra. Todos los iones generados por el intemperismo en la superficie terrestre y liberados a la atmósfera como gases o lixiviados a los mares como iones, con el tiempo retornan a los suelos, como gases absorbidos de la atmósfera, como solutos en las lluvias, como sales marinas acarreadas por el viento, como sedimentos marinos y como roca ígnea formada a las orillas de la plataforma continental y elevadas a la superficie terrestre.

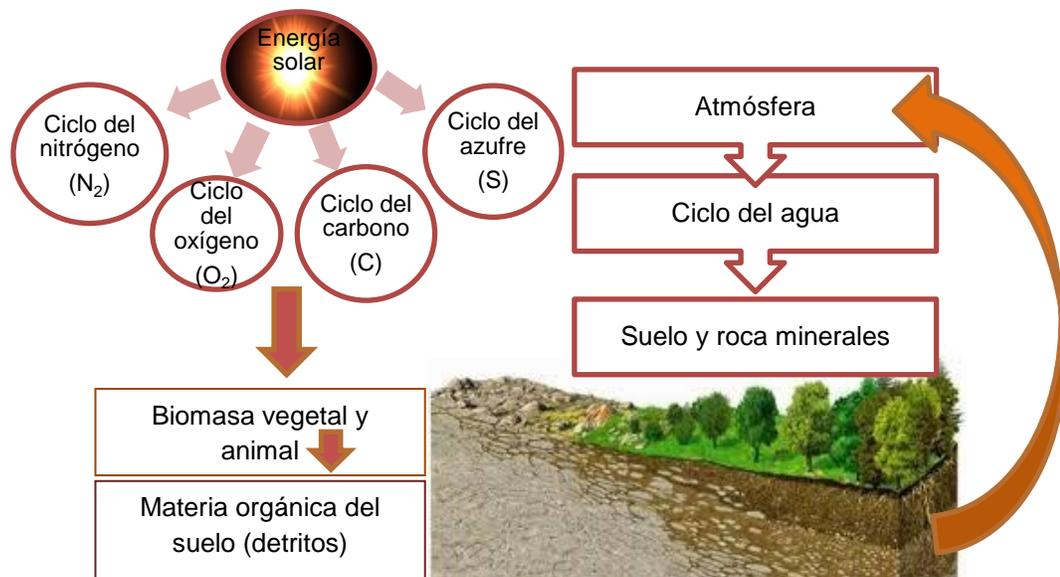
El carbono (C), el nitrógeno (N_2) y, en una magnitud menor, el azufre (S), pasan por sus ciclos relativamente rápidos entre la atmósfera, los océanos y los suelos.

En el ciclo del nitrógeno, las raíces de las plantas y los microorganismos del suelo absorben los iones nitrato y amonio del agua de las lluvias y las convierten en aminoácidos, en N_2 o N_2O gaseosos. Los gases se difunden nuevamente a la atmósfera. El nitrógeno gaseoso se equilibra cuando los microorganismos simbióticos absorben el N_2 y lo convierten en aminoácidos (fijación del nitrógeno). Los suelos también absorben y liberan otros gases de nitrógeno (NO , NO_2 y NH_3). Las reacciones en el suelo también determinan la presencia de gases en la atmósfera.

El papel que desempeña el suelo en el ciclo del carbono es también importante. La cantidad de carbono orgánico del suelo excede en mucho al resto de las otras fuentes de carbono activo en la superficie terrestre. El desprendimiento de CO_2 producido por la descomposición orgánica en los suelos, constituye una fuente importante en la atmósfera. La velocidad de eliminación de los elementos del suelo se ve reducida por: la adsorción, la precipitación, el efecto amortiguador del pH y la absorción de las plantas. La contaminación química altera los ciclos naturales de los elementos químicos. El carbono, nitrógeno y fosfato de los basureros municipales que se descargan en las corrientes de agua, son eliminados del ciclo plantas-suelo. Cuando los desperdicios se descargan en el aire y el agua, puede haber contaminación debido a que los componentes de los desperdicios regresan muy lentamente a los ciclos naturales. Por otro lado, el suelo tiene un área superficial y una actividad catalítica enorme, además de un suministro de agua y oxígeno con las cuales puede desactivar los contaminantes. El suelo degrada rápidamente la mayoría de los desechos y devuelve los componentes a los ciclos naturales, disminuyendo con ello el efecto contaminante de la actividad humana.

Los fertilizantes por ejemplo, están hechos de fuentes concentradas de sales y se diluyen cuando se extienden sobre las áreas destinadas a la agricultura. Las plantas recuperan solamente una fracción; el resto lo consume el suelo cuando el fertilizante se convierte en forma no recuperable, el fósforo y el potasio con el tiempo se lixiviarán del suelo una vez más, afectando la concentración y disponibilidad en el suelo.

El suelo forma parte del gran ecosistema terrestre en donde interactúan recursos bióticos y abióticos. La parte abiótica tiene gran contenido de elementos biogeoquímicos pero su flujo es muy lento y la estadía es muy alta, en contraste con la parte biótica que el flujo es muy rápido pero la cantidad de estos elementos que forma a los seres vivos es baja. Los diferentes elementos pasan del suelo, el agua o el aire a los seres vivos, se comparten entre ellos y se regresan al suelo, aire y agua, como se muestra en figura 3.4.



Fuente de imagen: <http://www.escolapedia.com/la-conservacion-del-suelo/>.

Fig. 3.4. Ciclos biogeoquímicos e interacción con el suelo (elaboración propia).

3.4.3 Importancia y funciones del suelo

El interés del estudio del suelo se centra principalmente en la función como un recurso productor de alimentos, dicha función e importancia se conocía desde las sociedades primitivas que mantenían la fertilidad del suelo rotando cultivos, devolvían los desperdicios al suelo o los abandonaban. El estudio de los procesos químicos del suelo, se aceptó por primera vez en 1850 cuando en Rothamsted, Inglaterra, Way y Lawes descubrieron el intercambio de cationes que tiene hasta hoy en día aplicación en la fertilidad de los suelos. El suelo constituye un medio de reciclaje por su capacidad de absorber, intercambiar, oxidar y precipitar la materia. Dichos procesos además de ayudar a eliminar desechos contribuyen a la nutrición de las plantas que extraen sus nutrientes minerales del suelo y sirven de fuente de alimentación para la humanidad (Álvarez & Rimsky, 2016).

El suelo como recurso natural de vital importancia para la sostenibilidad del planeta, presenta las siguientes funciones:

- ✓ *Almacenamiento o fijación de carbono:* Es de primordial importancia para la supervivencia de los seres vivos, dadas las circunstancias mundiales actuales del cambio climático, ya que el suelo es el mayor sumidero de carbono en la naturaleza. La fijación del carbono por el suelo impide que el dióxido de carbono se vaya a la

atmósfera, siendo que este es uno de los gases de efecto invernadero que propician el cambio climático. Con la intermediación de las plantas y la participación de los organismos del suelo, el carbono se transforma en materia orgánica que se acumula en el suelo por amplios periodos de tiempo. Este carbono almacenado en el planeta en el primer metro de suelo, es superior al acumulado en la vegetación.

- ✓ *Participación del suelo en los ciclos biogeoquímicos:* Por efectos de la energía se intercambian los elementos biogeoquímicos entre los componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas para el mantenimiento de los seres vivos.
- ✓ *Asiento natural para la producción de alimentos y de materias primas para la sociedad mundial:* Es una de las funciones más evidentes del suelo ya que es el soporte y suministro de nutrientes para las plantas a fin de producir alimentos y biomasa en general, de este valioso recurso dependen en forma directa o indirecta más del 95% de la producción mundial de alimentos.
- ✓ *Almacenamiento y filtración del agua:* El suelo capta, infiltra y almacena el agua, determinando de esta forma el ciclo hidrológico y la recarga de los mantos acuíferos. El suelo funciona como lecho filtrante atrapando ciertos contaminantes e impide que lleguen a las reservas de agua.
- ✓ *Regulación del clima:* El suelo tiende a modular indirectamente la temperatura y la humedad, incidiendo directamente en el clima.
- ✓ *Soporte de las actividades humanas y fuente de materias primas:* Sobre el suelo se desarrolla la infraestructura urbana e industrial. También es fuente de materias primas de origen vegetal y suministro de minerales que intervienen en procesos productivos.
- ✓ *Reserva de biodiversidad:* El suelo es una de las reservas más importantes de biodiversidad, por el enorme número de organismos que viven en su superficie y al interior del mismo en complejas comunidades de organismos presentes.

Además de las funciones más importantes antes mencionadas, el suelo representa un patrimonio geológico y arqueológico, así como un entorno físico y cultural para la humanidad, las cuales están determinadas por las acciones humanas de intervención en el suelo. La mayor parte de este valioso recurso se halla al límite o en mala o muy mala situación, las amenazas más fuertes para la función del suelo son la erosión, la compactación, sellado y anegamiento, la acidificación y salinización, la contaminación, el desequilibrio de nutrientes por exceso o deficiencia, la pérdida del carbono orgánico del suelo que se asocia a la producción de gases de efecto invernadero y, finalmente, la pérdida de la biodiversidad. Es por ello que debe haber un manejo respetuoso del suelo,

no solo para incrementar la producción de alimentos sino para preservar los servicios ecosistémicos y regulación del clima (FAO–ITPS, 2015), citado en (Burbano-Orjuela, 2016).

3.4.4 Formación del suelo

El intemperismo es un proceso de transformación de las rocas que, para dar lugar a la formación del suelo, dando lugar a la composición de los sólidos y la solución del suelo. El intemperismo en las rocas ígneas y metamórficas cambia los sólidos densos en materiales suaves y porosos. Los cambios que ocasiona el intemperismo en las rocas sedimentarias son menores porque sus condiciones de formación son similares a las de la superficie terrestre. Cuando las rocas quedan expuestas en la superficie terrestre, los estados químicos de combinación en los minerales se vuelven inestables, por las condiciones físicas como erosión, calentamiento y enfriamiento que disgregan lentamente a las rocas; pero el cambio más grande lo provoca. las nuevas condiciones químicas: la exposición al agua, oxígeno, dióxido de carbono y compuestos orgánicos. Algunos minerales permanecen virtualmente sin cambios por el intemperismo, como las partículas de cuarzo que parece ser el estado más estable para el silicio del suelo (figura 3.5).

El agua de los ríos está constituida por el drenaje de los suelos y el escurrimiento superficial. Las aguas que se drenan naturalmente contienen concentraciones bajas de nutrientes; en cambio las aguas de escurrimiento son más ricas en sedimentos, nutrientes y materia orgánica. La cubierta vegetal evita la erosión y los suelos se vuelven permeables. La velocidad de escurrimiento se incrementa a medida que la permeabilidad de la superficie de terreno disminuye por la disminución de la materia orgánica y la compactación del suelo.



Fig. 3.5. Factores del intemperismo en la formación del suelo (elaboración propia).

La descomposición de la materia orgánica libera iones más rápidamente que el proceso de intemperización, pero la mayoría de estos iones reaccionan con la fase sólida antes que las plantas o los microorganismos los puedan absorber. Los suelos retienen iones y moléculas mediante el intercambio de cationes y aniones. Las propiedades coloidales que las arcillas imparten a los suelos incluyen la retención e intercambio iónico y molecular, la adsorción de gases y agua, la contracción y la expansión. Las propiedades coloidales de la arcilla forman la mezcla íntima de los sólidos, líquidos y gases del suelo, que es tan importante para el crecimiento de los vegetales.

Los elementos esenciales para las plantas se subdividen en macronutrientes, que se requieren en cantidades relativamente grandes como: el hidrógeno, carbono, nitrógeno, oxígeno, magnesio, fósforo, azufre, potasio y calcio; y micronutrientes, que son requeridos en cantidades pequeñas (boro, cloro, vanadio, manganeso, hierro, cobre, cinc y molibdeno). Las plantas extraen normalmente sus componentes minerales del suelo, sin embargo, las excepciones son el nitrógeno y los gases de azufre (NO_x , NH_3 , y SO_2) que las hojas absorben directamente de la atmósfera. Bajo condiciones naturales, los principales factores que afectan la disponibilidad de iones para las plantas son:

- 1) La concentración en la disolución de suelo.
- 2) Grado de interacción con la fase sólida del suelo y la velocidad de liberación de esta misma fase.
- 3) La actividad de los microorganismos del suelo.
- 4) La selección efectuada por la raíz de la planta durante la absorción de iones.

La disponibilidad de los cationes en el suelo generalmente se encuentra en mayor cantidad la concentración del ion calcio, seguido de potasio y sodio. Las reservas del suelo de nitrógeno y azufre son bajas, pero continuamente se renuevan mediante la absorción de gas y de lluvias; a pesar de esta renovación las concentraciones de estos elementos son menores a las óptimas requeridas para el crecimiento de las plantas. El nitrógeno es el nutriente mineral que limita con más frecuencia la productividad de los cultivos. Los recursos de calcio y potasio son bajos, pero no determinan directamente el rendimiento del cultivo, estos elementos se pueden renovar por la intemperización del suelo o agregando cal o fertilizantes.

Las reacciones bioquímicas se efectúan por la acción de los microorganismos presentes en el suelo. Para elementos como el C, N y S, la actividad microbiana determina casi en

forma total las velocidades de reacción del suelo que son afectadas principalmente por la composición mineral del suelo, clima, intercambio de gases con la atmósfera y la energía de la fotosíntesis. Estos factores externos e inorgánicos determinan, en primer lugar, el curso de la química del suelo y la formación de éste. Los procesos orgánicos afectan principalmente la velocidad de las reacciones químicas del suelo.

3.4.5 Composición del suelo

El suelo por su composición, se considera una mezcla heterogénea de sólidos, líquidos y gases (figura 3.6).

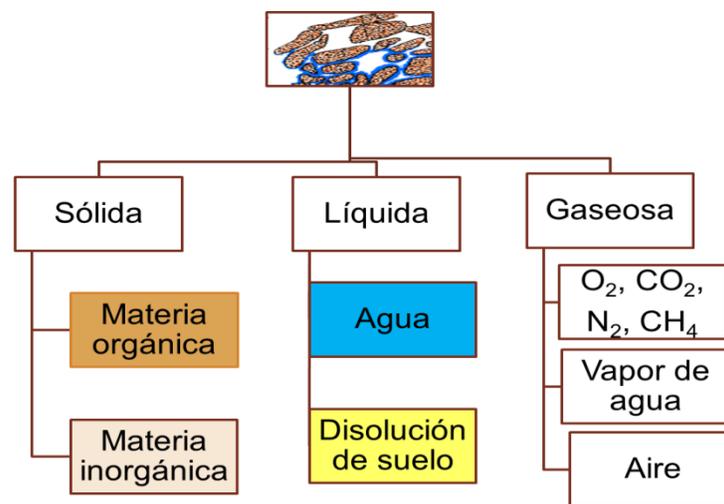


Fig. 3.6. Composición del suelo

Las partículas sólidas presentes en el suelo y su diferente capacidad de retención de agua por su composición química, le confieren diferentes características. Cuando la proporción mineral mayoritaria es *arena*, el agua se escurre de las manos, si es *limo* se retiene agua y es "jabonoso" al tacto, se puede moldear, pero se resquebraja y si es *arcilla* se retiene agua, es moldeable, no se cuarteo (Reyes, 2006).

La materia orgánica corresponde a residuos de plantas y materiales animales, compuesta de carbohidratos, ligninas y proteínas. Mediante el proceso de mineralización los microorganismos descomponen la materia orgánica en materia inorgánica, en dióxido de carbono y los residuos más resistentes forman el humus. El grado de mineralización depende de la cantidad de oxígeno en el suelo. La materia orgánica y el humus almacenan muchos nutrientes del suelo. También mejoran su estructura, sueltan suelos de arcilla, ayudan a prevenir la erosión y mejoran la capacidad de retención de nutrientes

y agua. La cantidad de materia orgánica del suelo depende de la vegetación, el clima, la textura del suelo, el drenaje del mismo y de su laboreo.

La disolución de suelo se forma por la fuerte tendencia de los iones de los sólidos a disolverse en el agua. La disolución iónica en los suelos no puede continuar de manera indefinida, debido a que el agua de los suelos por lo general se presenta solamente como una película fina en las superficies de las partículas del suelo. Después de disolverse algunos iones se vuelven a combinar a su forma más estable en la superficie del suelo. Los iones que permanecen en solución son lixiviados fácilmente de los suelos y por tanto se consideran intemperizables. Las pérdidas de iones a gran escala que sufre el suelo comúnmente se presentan solo en periodo de lluvias excesivas o durante el crecimiento vegetal limitado, originado por deforestación.

Los solutos electrolitos y no electrolitos contenidos en la disolución de suelo son las fuentes inmediatas de los nutrientes que necesitan las plantas. Los mecanismos que permiten la entrada de los iones a la disolución de suelo incluyen:

- 1) Intemperismo mineral,
- 2) Descomposición de la materia orgánica,
- 3) La lluvia,
- 4) Las sales contenidas en el agua de riego,
- 5) Fertilización,
- 6) Liberación de iones retenidos por el coloide o la fracción coloidal o arcillosa del suelo.

Los iones retenidos por el suelo son generalmente la fracción más grande de nutrientes disponibles para las plantas.

3.5 Acidez del suelo

La acidez o basicidad de un suelo, hace referencia a la cantidad de iones hidrógeno (H^+) o hidróxidos (OH^-) presentes en el suelo y se expresa por medio de un valor de pH (potencial de hidrógeno). Este valor determina las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, que a su vez determinan la productividad del suelo y tiene una importancia primordial en el desarrollo de las plantas y la producción de alimentos.

La acidez del suelo constituye un problema de importancia en la producción agrícola, porque afecta de una forma determinante algunas características químicas y biológicas de éste. Un suelo ácido presenta en forma general, una reducción en el crecimiento de las

plantas ocasiona la disminución de la disponibilidad de algunos nutrientes como calcio magnesio, potasio y fosforo; y favorece la presencia de elementos tóxicos como el aluminio y el magnesio. Se considera al ácido carbónico (H_2CO_3) presente en las lluvias como el principal factor de acidez en los suelos y en la intemperización mineral. El dióxido de azufre (SO_2) y el monóxido de nitrógeno (NO) liberados en los procesos de combustión incrementan significativamente la acidez en la atmósfera, estos gases al combinarse con el agua (H_2O) forman el ácido sulfúrico (H_2SO_4) y el ácido nítrico (HNO_3) respectivamente, conocida como lluvia ácida, que genera un pH de 4.5 o menos en la superficie del suelo y es muy común en las regiones industriales. Tal valor de acidez afecta severamente al crecimiento de las plantas y a la rapidez de intemperización (alteración física y química de las rocas minerales) del suelo. Las plantas y microorganismos absorben aniones de nitrato y sulfato y, simultáneamente desprenden una cantidad equivalente de iones hidróxido (OH^-) con el fin de mantener el balance de carga. De esta forma las plantas contrarrestan los efectos de la lluvia ácida sobre el intemperismo de los suelos en forma natural. La alcalinidad inicial que produce el intemperismo se neutraliza parcialmente mediante el dióxido de carbono contenido del suelo producido por la descomposición de la materia orgánica.

Existen varios procesos en el suelo que contribuyen al aumento de la acidez en los suelos, estos dependen del tipo de suelo, del tipo de cultivo y de las condiciones de manejo. (Cepeda, 2004)

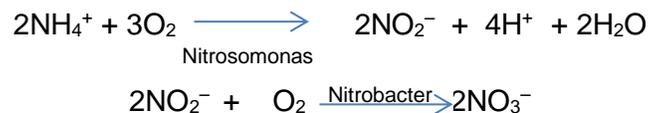
- a) Remoción de nutrientes: Un suelo con pH neutro tiene saturada la fase de intercambio con cationes básicos (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} y Na^+) estos cationes cubren la carga eléctrica de la superficie de los coloides del suelo. La acidificación se empieza cuando las raíces de las plantas al absorber dichos cationes liberan iones H^+ para mantener el equilibrio en su interior, lo que contribuye a la reducción del pH del suelo.
- b) Lixiviación: Se debe al arrastre de los cationes al combinarse con aniones disueltos en el agua. El aporte de aniones se debe en un inicio a la mineralización de la materia orgánica que produce nitratos (NO_3^-), sulfatos (SO_4^{2-}) y cloruros (Cl^-) que son los que arrastran a los cationes básicos del perfil del suelo al formar pares iónicos.

- c) Aumento del dióxido de carbono (CO₂): La descomposición de la materia orgánica por la acción de los microorganismos produce CO₂ y al disolverse en agua forma fácilmente bicarbonato (HCO₃⁻) y iones H⁺.



Los iones H⁺ disminuyen la acidez del suelo y los iones de HCO₃⁻ se combinan fácilmente con los cationes básicos lavándolos del perfil del suelo.

- d) Presencia de grupos carboxílicos y fenólicos activos presentes en la materia orgánica, que se disocian liberando iones H⁺ a la solución de suelo. El contenido de materia orgánica en el suelo es variable y por ende su contribución a la acidez del suelo.
- e) Proceso de nitrificación: El proceso de mineralización de la materia orgánica y el uso de fertilizantes nitrogenados como el sulfato de amonio ((NH₄)₂ SO₄) o el nitrato de amonio (NH₄NO₃), forman el ion amonio (NH₄⁺). El ion amonio (NH₄⁺) liberado se convierte en nitrato (NO₃⁻) mediante la oxidación biológica por la acción de las bacterias nitrosomonas y nitrobacter. A este proceso se le conoce como nitrificación y se representa por las siguientes ecuaciones:



La nitrificación es un proceso natural para que las plantas asimilen el nitrógeno en forma de nitratos, dicho proceso aumenta la producción de iones H⁺ aumentando la acidez del suelo y requiere de oxígeno, es por ello que el suelo debe tener una buena aireación.

- f) Aluminio intercambiable: Uno de los principales factores en el desarrollo de la acidez del suelo, es la presencia del ion aluminio (Al³⁺) en la solución de suelo, los cuales al hidrolizarse forman compuestos monoméricos y poliméricos hidroxil-alumínicos y sus reacciones son similares a las de un ácido fuerte que libera iones H⁺.

La hidrólisis de las formas monoméricas del aluminio se muestra en las siguientes ecuaciones químicas:





Cada una de las reacciones anteriores liberan iones H^+ que aumentan la acidez del suelo y promueve la presencia del ion Al^{3+} listo para reaccionar de nuevo.

En el proceso del intemperismo se liberan bases que son neutralizadas e forma natural por el ácido carbónico, producto de la descomposición de la materia orgánica.

Los cationes de los metales alcalinos y alcalinotérreos (principalmente sodio, potasio, magnesio y calcio), los haluros, sulfato y sílice tienden a permanecer en solución. A pesar de la capacidad del suelo para retener a los cationes acuosos, bajo condiciones normales de drenaje, estos iones con el tiempo llegan al mar. El potasio, magnesio y silicio se mueven más despacio que el sodio, calcio o sulfato. El hierro, manganeso y aluminio precipitan y se acumulan en los suelos. Los cationes divalentes de los metales de transición son más móviles que los cationes trivalentes y tetravalentes.

Los minerales secundarios que generalmente son el resultado de la combinación de iones y moléculas al pasar de la solución de suelo a la fase sólida, liberados por la intemperización, tienden a ser pequeños, principalmente son aluminosilicatos y óxidos hidratados de aluminio y hierro.

En la primera etapa del intemperismo, los minerales de la roca liberan calcio, magnesio, sodio y potasio que son retenidos por adsorción por partículas de minerales secundarios que se encuentran cargados negativamente. Estas son importantes porque están sujetas a la lixiviación y determinan el pH del suelo; además proporcionan a las plantas y microorganismos los elementos esenciales.

El contenido de fosfato y azufre permanece casi constante después de la primera etapa de intemperización. El azufre y el nitrógeno de los suelos tienden a asociarse a la fracción orgánica del suelo, hecho que tiende a mantener el contenido de azufre de los suelos.

La pérdida de solutos durante las etapas iniciales de intemperismo se relaciona directamente con la composición de la fracción de arcilla que por la acción de la composición del suelo total. "Las partículas de arcilla son las que reflejan de manera más precisa propiedades químicas del suelo".

La carga total de las partículas del suelo frecuentemente varía con el pH. La carga positiva se genera a un pH bajo y la carga negativa a un pH alto. La mayoría de los suelos tienen una carga negativa debido a las cargas de los silicatos laminares y a la materia orgánica.

En el ciclo del agua, la lluvia que cae en los suelos lleva disueltas cantidades pequeñas pero significativas de solutos como cloruro de sodio, nitratos y amónico. Sin embargo, al evaporarse el agua los solutos permanecen en el suelo. Los suelos y las plantas absorben los gases de la atmósfera. Los suelos también liberan gases, como el vapor del agua y el dióxido de carbono como producto de la descomposición de la materia orgánica; nitrógeno y monóxido de nitrógeno por el proceso de des nitrificación. La presencia de los iones en el suelo no se puede asignar en forma definitiva en la parte sólida o en la solución de suelo, ésta es un intermediario en la mayoría de las reacciones químicas en el suelo.

Las interacciones químicas de los suelos con la atmósfera y el agua percolada, determinan en gran medida la composición de la atmósfera del suelo y las aguas subterráneas. Los beneficios que obtienen las plantas al absorber los aniones de la lluvia ácida, se incrementarían en suelos ácidos donde las concentraciones naturales de sulfatos son bajas. En suelos neutros y alcalinos, el pH alto y la capacidad amortiguadora de ácido alta, contrarrestarían los efectos de la lluvia ácida.

La fracción orgánica del suelo consiste en organismos vivos, plantas secas y residuos de origen animal. La materia orgánica es la fracción más activa del suelo y almacena varios elementos esenciales, es una fuente de capacidad de intercambio iónico y regula los cambios de pH, provee de aireación y circulación del agua en los suelos y *es un enorme depósito geoquímico de carbono.*

La materia orgánica en descomposición forma el humus (material orgánico que los microorganismos del suelo han transformado en una forma estable).

A pesar del contenido bajo en materia orgánica de la mayoría de los suelos minerales de la superficie terrestre (0.5 a 5%) el comportamiento coloidal activo de la fracción orgánica ejerce una enorme influencia en las propiedades químicas y físicas del suelo. La materia orgánica no húmica corresponde a carbohidratos y compuestos relacionados, proteínas y sus derivados, grasas, ligninas, taninos y varios productos de descomposición parcial. Éstos son una fuente excelente de alimentos para los microorganismos del suelo como

los mohos y las bacterias, cuyos principales productos de descomposición son el CO₂ y el H₂O y polímeros coloidales llamados humus. El humus es una mezcla de sustancias de color café casi negro amorfas y coloidales, resistentes a los microorganismos.

La materia orgánica contribuye al crecimiento de la vegetación, determinando las propiedades químicas, biológicas y físicas del suelo. También proporciona nitrógeno, fósforo y azufre, sirve como fuente de energía para los organismos de la microflora y microfauna del suelo; y contribuye a la estructura del éste. En los suelos sin fertilizar la materia orgánica proporciona casi todo el carbono, del 50–60 % de nitrógeno y hasta el 80% del azufre. En la tabla 3.3 se muestran las propiedades generales del humus y su efecto en los suelos. (Bohn, 1993)

Tabla 3.3. Propiedades del humus y su efecto en el suelo ⁷

Propiedad	Observaciones	Efectos en el suelo
Color	El color oscuro, lo origina la materia orgánica.	–Puede facilitar el calentamiento.
Retención de agua	La materia orgánica puede retener hasta 20 veces su peso de agua.	–Ayuda a evitar la desecación. –Mejora la retención de humedad en los suelos arenosos.
Combinación con minerales arcillosos	Enlaza las partículas de suelo en unidades estructurales llamados agregados.	–Permite el intercambio de gas. –Incrementa la permeabilidad –Estabiliza la estructura
Solubilidad en agua	La insolubilidad de la materia orgánica es el resultado parcial con la arcilla.	–La materia orgánica en pequeñas cantidades se pierde por lixiviación.
Relaciones con el pH	La materia orgánica del suelo amortigua el pH del suelo en los límites entre ligeramente ácido, neutro y alcalino	–Ayuda a mantener una reacción uniforme de pH en el suelo.
Intercambio catiónico	Confiere una acidez al suelo	–Incrementa la capacidad de intercambio catiónico del suelo en un 20–70%.
Mineralización	La descomposición de la materia orgánica produce CO ₂ , NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ y SO ₄ ²⁻	–Fuente de elementos nutritivos para el crecimiento de las plantas.
Combinación con moléculas orgánicas	Influye en la bioactividad y biodegradabilidad de los plaguicidas.	–Modifica la relación de aplicación de los plaguicidas para un control efectivo.

⁷ Stevenson, De F. J. (1982). Humus chemistry. Wiley, Nueva York. Citado en Bohn H. L., Mcneal, B. L., O'Connor, G. A. (1993). Química del suelo. Limusa, S.A. de C.V.. México.

En los suelos húmedos, el carbono (C), Nitrógeno (N) y azufre (S) se encuentran predominantemente en los compuestos orgánicos. Al incrementarse la aridez del suelo, la materia orgánica disminuye y, a su vez tiende a incrementarse la cantidad de compuestos inorgánicos (carbonatos, sulfatos y nitratos).

La disponibilidad de muchos cationes como micronutrientes también está determinada fuertemente por la materia orgánica presente en el suelo. Por ejemplo, el ácido fúlvico forma complejos estables con el Fe^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} y otros cationes polivalentes, dichos complejos protegen a los cationes contra las reacciones de hidrólisis y precipitación.

3.6 Diagnóstico de la acidez del suelo

La acidez o basicidad de un suelo, hace referencia a la cantidad de iones hidrógeno (H^+) o hidróxidos (OH^-) presentes en el suelo y se expresa por medio de un valor de pH (potencial de hidrógeno). Este valor determina las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, que a su vez determinan la productividad del suelo y tiene una importancia primordial en el desarrollo de las plantas debido a que del pH del suelo dependen los siguientes procesos:

- a) Humidificación.
- b) Movilidad y disponibilidad de los nutrientes.
- c) Procesos de intercambio iónico.

Generalmente los suelos son ácidos cuando la mayor parte de los cationes intercambiables está representada por hidrógeno y diferentes formas de aluminio hidratado. La mayor parte de la acidez en los suelos proviene del aluminio y es común referirse al término de acidez intercambiable (Al^{3+} , H^+) y aluminio intercambiable como términos sinónimos. La presencia del ácido carbónico (H_2CO_3) o de ácidos orgánicos como el ácido fúlvico, provoca que los cationes como el sodio (Na^+), el potasio (K^+) y el calcio (Ca^{2+}), sean intercambiados por el protón (H^+) de los ácidos presentes en el agua y removidos del suelo o depositados a mayor profundidad del agua; proceso que ocasiona la no disponibilidad de dichos nutrimentos para el buen crecimiento de las plantas.

Todos los suelos tienen una capacidad de neutralización de la acidez (CNA) en forma natural, proveniente de la fase sólida y en solución, el mayor aporte proviene de la fase sólida tomando como referencia el pH igual a 3 y descartando valores menores. Cuando

se adiciona un ácido al suelo la CNA disminuye porque el suelo retiene al ácido por precipitación del ion SO_4^{-2} como sulfato básico de hierro o de aluminio, incrementando la magnitud de SO_3 o por lavado del anión por los cationes liberados del suelo, resultando una reducción en la concentración de los iones Mg^{2+} , K^+ y Ca^{2+} .

La acidez del suelo o aluminio intercambiable se determina mediante la extracción del suelo con una sal neutra como el cloruro de potasio con una concentración 1 Normal (1N) y la titulación del extracto con una base. El extracto constituye a la fracción de aluminio y el ion hidrógeno intercambiable que puede perjudicar el crecimiento de las plantas. También se determina midiendo la actividad de los iones hidrógeno en la solución de suelo y se expresa con el valor de pH (potencial de hidrógeno).

Para establecer la acidez del suelo se determina el valor del pH en solución acuosa o solución salina. El valor de pH en solución acuosa caracteriza a la acidez actual y el pH en la solución salina (KCl, 1 N) a la acidez potencial; seguido de la titulación del extracto de suelo con una base.

Los iones H_3O^+ en solución están en relación con los iones H^+ no disociados, fijados a la matriz orgánico–mineral del suelo que se comporta como un ácido débil (HA).



Este equilibrio se puede desplazar hacia la derecha por la acción de una solución salina con la fuerza iónica suficiente como el cloruro de potasio (KCl), que se utiliza comúnmente a una concentración 1N y así se determina el pH de intercambio.



El catión K^+ sustituye parte de los protones (H^+) de cambio que tiene el suelo y la medida del pH será menor que cuando sólo se determina con agua destilada.

El valor del pH del suelo con extracción salina es de importancia cuando se requiere corregir la excesiva acidez del suelo mediante un método de encalado.

3.7 Neutralización de la acidez del suelo

3.7.1 Método de encalado

La corrección de la acidez de los suelos y en específico el encalado es una de las prácticas agronómicas más antiguas en la historia de la agricultura, mencionada en diferentes culturas es una actividad difundida desde mediados del siglo pasado. El encalado consiste en la aplicación masiva de sales básicas con el fin de neutralizar la acidez del suelo causada por los iones hidrógeno y aluminio. Esta práctica agronómica se fundamenta en que en el rango de pH de 6.5 a 7 el proceso de fijación simbiótica del nitrógeno (N) alcanza su máxima eficiencia. Además, en este rango los elementos fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg) y molibdeno (Mo) presentan su máxima disponibilidad; por otro lado, la solubilidad de aluminio (Al), hierro (Fe) y manganeso (Mn) aumenta en suelos ácidos, pudiendo alcanzar niveles tóxicos para los vegetales. Los microorganismos responsables de la dinámica degradativa de la materia orgánica y de los ciclos del N, P y azufre (S) orgánico incrementan su nivel de actividad a pH cercanos a la neutralidad.

Los suelos de acidez elevada presentan menor agregación, lo que determina una disminución en la permeabilidad y la aireación.

No todos los cultivos se ven afectados de igual medida por la acidez del suelo, algunas especies presentan su mayor productividad a pH ácido, tal como arándanos y en menor medida la papa, ello se debe a que cada cultivo tiene un rango de pH en el cual su producción es máxima y se conoce como pH óptimo. Las especies más sensibles a los reducidos valores de pH son las leguminosas.

Las enmiendas son productos de naturaleza mineral u orgánica que al incorporarse al suelo modifican favorablemente sus propiedades físicas y químicas. El término enmienda incluye a los productos correctivos de la acidez del suelo. Los productos que se utilizan principalmente como alcalinizantes o correctivos de la acidez del suelo, son carbonatos, óxidos, hidróxidos y silicatos de calcio o magnesio; con diferente capacidad de neutralización.

Consiste en la aplicación masiva de sales básicas con el fin de neutralizar la acidez del suelo causada por los iones hidrógeno y aluminio. Los productos que se utilizan principalmente como alcalinizantes o correctivos de la acidez del suelo, son carbonatos,

óxidos, hidróxidos y silicatos de calcio o magnesio; con diferente capacidad de neutralización. (Espinosa, 1999)

3.7.1.1 Hidróxido de magnesio

El compuesto más recomendable para realizar la neutralización de la acidez del suelo para fines de laboratorio es el hidróxido de magnesio por su capacidad neutralizante y bajo riesgo en su manejo, que corresponde a la forma hidratada del óxido de magnesio que es un material de encalado que contiene solamente magnesio. Su capacidad de neutralización es elevada, pero por su poca solubilidad en agua debe ser molido finamente para que controle la acidez del suelo. Es una fuente de magnesio en suelos ácidos que presentan la deficiencia de dicho nutrimento. El óxido de magnesio reacciona rápidamente con el agua para producir hidróxido de magnesio que es una base fuerte, por lo que son más efectivos para disminuir la acidez del suelo a corto plazo, también es una fuente de magnesio en suelos ácidos que presentan la deficiencia de dicho nutrimento.

3.7.1.2 Otros compuestos químicos utilizados en el encalado

Óxido de calcio: El óxido de calcio (CaO) conocido como cal viva o cal quemada, es un polvo blanco altamente higroscópico y su reacción con el agua es fuertemente exotérmica que libera iones OH⁻. Se utiliza cuando se requieren resultados inmediatos y se debe incorporar inmediatamente al suelo porque se endurece fácilmente al ponerse en contacto con la humedad del suelo y pierde su eficacia. Sus resultados son similares al aplicar hidróxido de calcio.

Hidróxido de calcio: Se le conoce como cal apagada o cal hidratada y se obtiene por la reacción del óxido de calcio con agua, como se muestra en la siguiente ecuación:



El hidróxido de calcio es una sustancia blanca polvorienta y también reacciona rápidamente con el suelo, por lo que es recomendable adicionarlo en forma inmediata. Tiene un efecto intermedio entre el óxido de calcio y el carbonato de calcio para neutralizar la acidez del suelo.

Carbonato de calcio: Se le conoce como cal agrícola o calcita, es el material más utilizado para encalar los suelos y contiene principalmente carbonato de calcio (CaCO₃), se obtiene de la molienda y cernido del mineral calcita, el carbonato de calcio se encuentra mezclado

con otras impurezas como arcillas, arena, hierro y limo que reducen el contenido de carbonatos.

Magnesita: Es un producto a base de carbonato de magnesio ($MgCO_3$) y también es una fuente de magnesio.

Los mecanismos de reacción de los materiales de encalado permiten la neutralización de los iones H^+ en la solución de suelo por medio de los iones OH^- producidos al entrar en contacto la cal con el agua del suelo, es por esta razón que la cal sólo es efectiva cuando existe humedad en el suelo.

Reacciones de la cal en el suelo: Los materiales de encalada a base de carbonatos, presentan la formación de una base débil al reaccionar con el agua y es por eso que son los más usados en la neutralización de la acidez de los suelos; ya que a pesar de que los óxidos e hidróxidos de magnesio y calcio son más efectivos su manejo es más difícil.

3.7.2 Reacciones del carbonato de calcio

Las reacciones básicas del carbonato de calcio en el suelo son:



Mientras exista el ion H^+ en la solución de suelo, todos los productos de las ecuaciones anteriores aparecerán para neutralizar la acidez del suelo y formar agua. De esta forma el pH del suelo aumentará. El ion calcio (Ca^{2+}) proveniente de la disociación del carbonato de calcio en medio acuoso, no interviene en la disminución de la acidez, sólo pasa a formar sitios de intercambio en la superficie de los coloides del suelo y servirá como nutriente para las plantas.

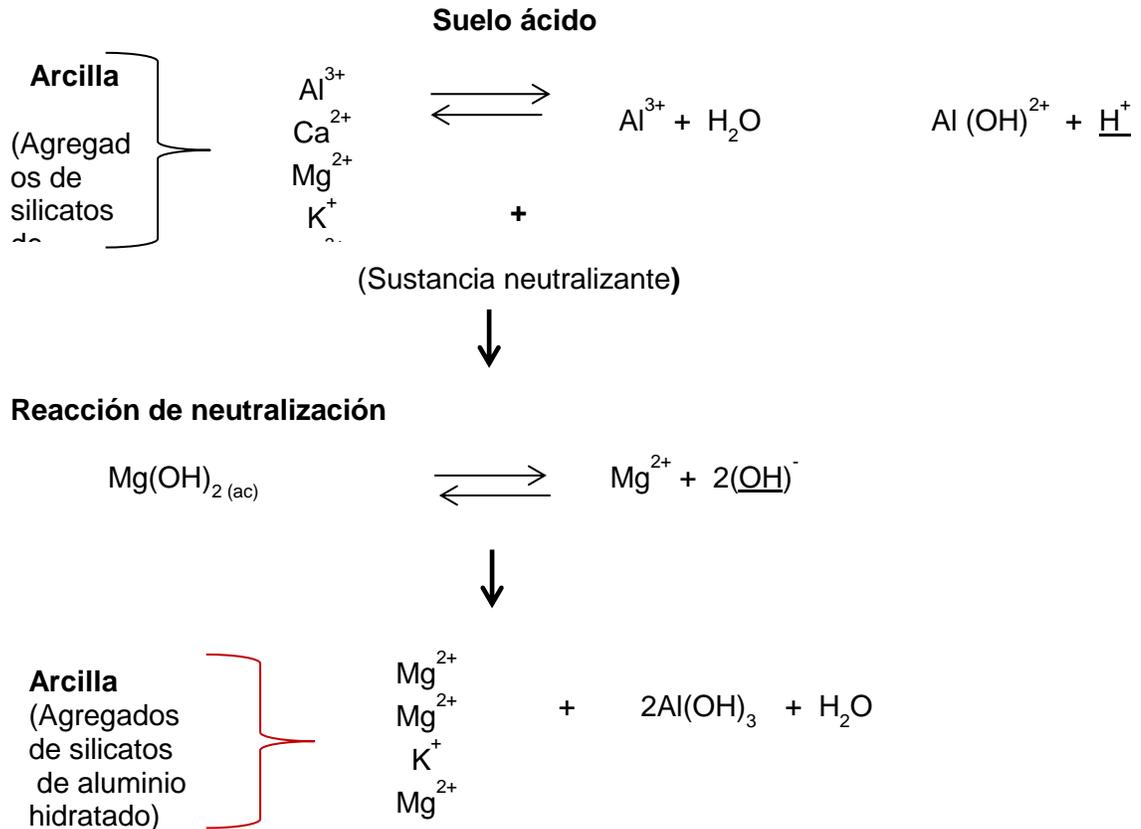
Es importante puntualizar que el ion carbonato (CO_3^{2-}) es el que realmente neutraliza la acidez del suelo al producir iones OH^- y al final se disipa como dióxido de carbono (CO_2).

Esta es la razón por la cual la cal sólo tiene efectos de neutralización de la acidez en el lugar de aplicación y no afecta el pH de las capas inferiores del suelo.

El incremento de pH en el suelo provoca la precipitación del aluminio (Al^{3+}) como hidróxido de aluminio ($\text{Al}(\text{OH})_3$) que es insoluble y tiene un efecto tóxico en los cultivos y la principal fuente de iones hidrógeno (H^+) en el suelo. También se favorece la precipitación de los iones hierro (Fe^{3+}) y manganeso (Mn^{2+}) que en ocasiones se encuentran en exceso en suelos ácidos.

3.8 Reacciones de neutralización de la acidez del suelo

Sustancia neutralizante: Hidróxido de magnesio ($\text{Mg}(\text{OH})_2$)



Capítulo 4. Justificación

Estadísticamente se ha determinado en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) para el semestre 2016–2, un promedio de aciertos alcanzado por los alumnos del CCH de 55.30%, referentes a los aprendizajes logrados en la asignatura QUÍMICA II, que comprende la unidad 1. “Suelo, fuente de nutrientes para las plantas” y la unidad 2 “Alimentos y medicamentos: proveedores de compuestos del carbono para el cuidado de la salud⁸. Una de las razones puede ser que en general las asignaturas de química presentan contenidos abstractos e intangibles para los alumnos. Es por ello que en esta propuesta didáctica se utiliza la investigación orientada (dirigida) como método alternativo en la enseñanza de la química para que los estudiantes construyan su propio conocimiento, a partir de sus conocimientos previos, mediante un aprendizaje significativo de conocimientos científicos que requiere de la participación activa del estudiante, utilizando el proceso “aprender a aprender”, realizando investigaciones documentales y experimentales, para explicarse de manera fundada hechos de su vida cotidiana (contextualizados), interactuando con sus compañeros y el profesor que funge como guía para contrastar ideas y reelaborar sus propios conocimientos; lo anterior con el propósito de integrar el aprendizaje de conceptos, la resolución de problemas y el trabajo práctico; que son componentes complementarios que se aprenden mejor cuando los estudiantes participan en procesos de investigación, ya que uno de los mayores problemas de la enseñanza de las ciencias es el abismo que existe entre las situaciones de enseñanza–aprendizaje y el modo en que se construye el conocimiento científico Gil (1994), citado en (Moya, 2011). La investigación tiene como propósito resolver un problema que no se puede resolver automáticamente sino mediante un proceso de búsqueda que funge como la mediación pedagógica que genera la construcción del conocimiento y, la orientación de dicho proceso por parte del profesor favorece y guía el conflictivo cognitivo para que se dé el cambio conceptual (Moya, 2011).

⁸ Dirección General Colegio de Ciencias y Humanidades. Resultados de Diagnóstico Académico (UNAM)

Capítulo 5. Objetivos

5.1 Objetivo general

Mejorar la comprensión del tema de reacción de neutralización en alumnos de bachillerato, utilizando una propuesta didáctica de enseñanza–aprendizaje basada en el modelo de investigación orientada en la unidad de suelos.

5.2 Objetivos específicos

- Diseñar y aplicar una prueba diagnóstica de conocimientos previos del tema de reacción de neutralización.
- Diseñar y aplicar una prueba diagnóstica de estilos de aprendizaje con base en las capacidades de los estudiantes.
- Diseñar la secuencia de actividades con base en el modelo de investigación orientada para que los estudiantes:
 - ✓ Reconozcan la importancia del suelo en la producción de alimentos y la necesidad de su conservación.
 - ✓ Reconozcan las causas y consecuencias de la acidez de los suelos.
 - ✓ Comprendan las reacciones de neutralización y su aplicación en la remediación de la acidez del suelo.
 - ✓ Utilicen a la química como herramienta en el aumento de la productividad de los suelos.
 - ✓ Neutralicen la acidez del suelo mediante una reacción de neutralización a microescala.
 - ✓ Desarrollen habilidades científicas mediante actividades de investigación documental y experimental a microescala, interactuando en equipo y en grupo, con la orientación del profesor.
 - ✓ Reconozcan las aportaciones de la química en la solución de las problemáticas relacionadas con la conservación y restauración de suelos.
- Motivar a los estudiantes al contextualizar el tema de estudio con una problemática de su entorno y así puedan aplicar los aprendizajes obtenidos para neutralizar la acidez del suelo.
- Diseñar y aplicar una evaluación final para identificar el logro de los aprendizajes al aplicar la secuencia didáctica.

- Diseñar y aplicar una encuesta tipo Likert para determinar el grado de satisfacción de la estrategia.
- Aplicar la estrategia de enseñanza–aprendizaje del tema de reacción de neutralización, en un grupo experimental y realizar las evaluaciones correspondientes.
- Evaluar los resultados de la estrategia en forma cualitativa y cuantitativa.

Capítulo 6. Marco metodológico

La presente investigación se desarrolló desde una perspectiva cualitativa y cuantitativa, mediante la cual se pretende conocer el impacto escolar que tiene la aplicación de un enfoque constructivista en el proceso de enseñanza–aprendizaje del tema de reacción de neutralización, en un ambiente de aprendizaje que refleje los procedimientos de la ciencia y la indagación científica dentro de un contexto que sea de interés para el estudiante.

El enfoque didáctico que se utilizó es el de investigación orientada, apoyada con el trabajo experimental a microescala en el contexto de suelos que corresponde a la segunda unidad: “Suelo, fuente de nutrientes para las plantas” del programa de Química II del segundo semestre de bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades.

La estrategia está dirigida a estudiantes de bachillerato y se aplicó en dos grupos, uno control y otro experimental, ambos corresponden al segundo semestre de bachillerato de la asignatura de Química II del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Naucalpan, turno matutino. El grupo experimental estaba formado de 23 estudiantes (15 mujeres y 8 hombres), el grupo control lo integraban 24 alumnos (14 hombres y 10 mujeres), ambos grupos con un promedio de edad de 15 años. En ambos grupos se aplicaron las siguientes pruebas:

- a) Prueba diagnóstica de estilos de aprendizaje de Kolb.
- b) Prueba diagnóstica de conocimientos previos del tema de reacción de neutralización.
- c) Evaluación final del tema de reacción de neutralización, al final del proceso de enseñanza aprendizaje.

En el grupo control se desarrolló el tema en forma tradicional, sustentado principalmente por la exposición y dirección del profesor y en el grupo experimental se aplica la estrategia de enseñanza–aprendizaje basada en el modelo de investigación orientada, con actividades de investigación documental y actividades experimentales a micro escala, en donde el profesor orienta y guía a los estudiantes en el proceso de enseñanza–aprendizaje.

6.1 Diseño de la estrategia

La estrategia consiste en una secuencia didáctica referente al tema de reacción de neutralización en el contexto de suelos ácidos. Para el diseño de la estrategia didáctica se

consideraron los aprendizajes a promover, los antecedentes de los alumnos, los materiales y apoyos disponibles.

La estrategia didáctica atiende a tres momentos principales: *El diagnóstico de los conocimientos previos de los alumnos* que corresponden a los aprendizajes de química I, que se relacionan con el tema de la propuesta didáctica y que fundamentalmente se refieren a la formación de oxiácidos que generan la lluvia ácida y afectan la acidez del suelo, el significado de pH y los iones que lo determinan, así como la teoría de disociación de Arrhenius. También se incluyeron preguntas relacionadas con reacción de neutralización y las características de una reacción química. *El desarrollo se fundamenta en actividades de investigación documental y de indagación experimental*, relacionadas con la acidez del suelo, la producción de alimentos y la neutralización de la acidez del suelo a microescala; con dichas actividades se pretende la reconstrucción de los esquemas conceptuales y la generación de nuevos conocimientos. Finalmente el *cierre de la estrategia* corresponde a la aplicación de lo aprendido por los estudiantes, resolviendo una problemática de su entorno en relación de la acidez del suelo y la producción de un alimento. Con la propuesta didáctica se pretende que el estudiante construya significados, actuando en un contexto de su realidad e interactuando con sus compañeros. En la figura 6.1 se muestra de forma detallada todas las actividades de la secuencia didáctica con base en el modelo de investigación orientada (dirigida) que se aplicó en el grupo experimental.

6.2 Propuesta didáctica del proceso enseñanza–aprendizaje

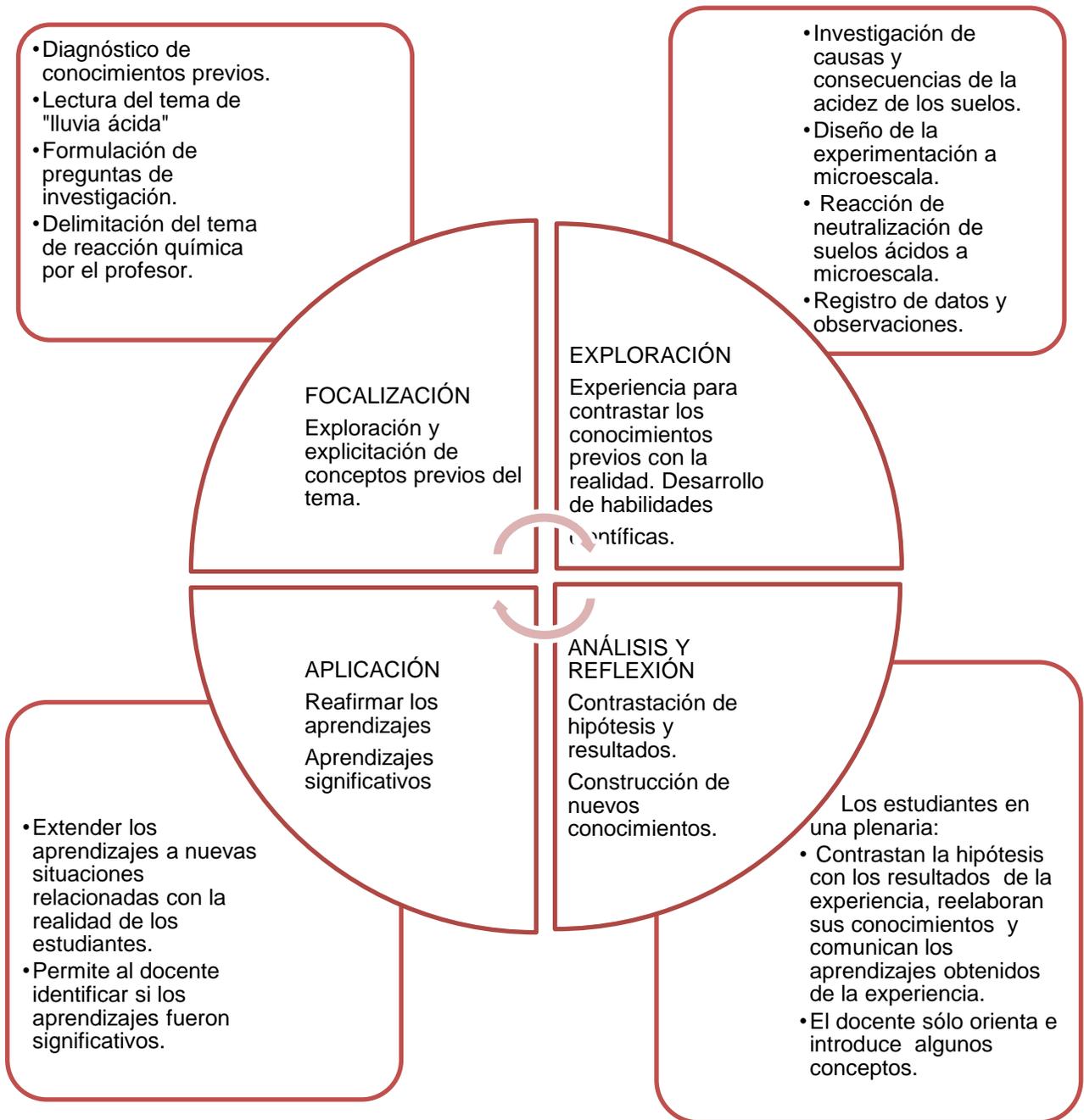


Fig. 6.1. Secuencia didáctica de actividades basada en el modelo de Investigación Orientada (IO).

Capítulo 7. Aplicación de la estrategia

7.1. Población y muestra

La estrategia se aplicó en dos grupos, uno control y otro experimental, ambos corresponden al segundo año de bachillerato de la asignatura de Química II del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Naucalpan, turno matutino. El grupo experimental formado de 23 estudiantes (15 mujeres y 8 hombres), y el grupo control integrado por 24 alumnos (14 hombres y 10 mujeres), ambos grupos con un promedio de edad de 15 años. En los dos grupos se diagnosticaron los estilos de aprendizaje con el test de Kolb y los conocimientos previos con el mismo instrumento de evaluación. En el grupo experimental se aplicó la propuesta didáctica de investigación orientada en 5 sesiones, 4 de 2 horas y una de 1 hora, sustentando el proceso de enseñanza–aprendizaje en investigación documental y experimental a microescala, para resolver situaciones problemáticas relacionadas con el suelo; específicamente en reacciones de neutralización para la remediación de suelos ácidos. En el grupo control, el tema de reacción de neutralización se estudió en una sesión de 2 horas y el proceso de enseñanza–aprendizaje fue dirigido completamente. Se aplicó la misma evaluación final al grupo control y al grupo experimental.

7.2 Aplicación de la estrategia en el grupo experimental

El plan de clase se muestra en tabla 7.1. Se inicia la estrategia de enseñanza aprendizaje basada en el modelo de investigación orientada (IO) en el grupo experimental con el diagnóstico de conocimientos previos del tema de reacción química abordado en el curso de Química I, mediante una lectura referente al tema de “lluvia ácida” que contiene preguntas relacionadas con los principales compuestos y reacciones químicas que generan la lluvia ácida, su relación con el pH y las consecuencias en la fertilidad de los suelos para la producción de alimentos. Se revisaron los conceptos previos del tema de reacción química en una en una plenaria y se formularon las preguntas de investigación referidas a la problemática de relacionada con la producción de alimentos y la acidez de los suelos; para dicha investigación se orientó a que los alumnos consultaran en la página de la FAO información actualizada de las problemáticas del suelo a nivel mundial. Dicha investigación la realizaron los estudiantes en equipo y la presentaron en una plenaria para proponer alternativas de solución con orientación del profesor hacia ¿cómo neutralizar la

acidez de los suelos para obtener mejores cosechas, utilizando compuestos químicos? El profesor delimitó el tema de reacción de neutralización mediante una exposición en PowerPoint en la cual se muestra los procesos químicos en el suelo que originan la acidez del suelo, propiciando la reflexión en la identificación de las reacciones químicas para proponer la solución a la problemática planteada: ¿cómo neutralizar la acidez de los suelos para obtener mejores cosechas, utilizando compuestos químicos?.

Se orientó a que los estudiantes investiguen las formas de neutralizar la acidez del suelo, para lo que se proporcionó bibliografía de apoyo. Cada equipo presentó en una plenaria su investigación y el profesor orientó a una alternativa de neutralización de la acidez del suelo que se realizó a microescala, se simuló en los suelos que no tenían pH ácido, el efecto de la lluvia ácida agregando gotas de ácido sulfúrico, que es un compuesto responsable de la lluvia ácida; para realizar la actividad experimental a microescala se utilizó un formato heurístico en el cual se planteó la hipótesis de trabajo. Los estudiantes realizaron la actividad experimental a micro escala y registraron todas las observaciones en el formato para entregar el informe en la siguiente clase en forma individual y socializaron sus resultados por equipo en una plenaria. Para la aplicación de lo aprendido se proporcionó una problemática acerca del cultivo de un alimento con ciertos requerimientos de pH y características de acidez del suelo, para que cada equipo diera una alternativa de solución. En la figura 7.1, se muestra un diagrama de flujo, en donde se resumen las actividades desarrolladas por el profesor y los estudiantes, así como los aprendizajes que se espera obtengan los estudiantes, durante la aplicación de la secuencia didáctica. Como entrada, se presentan las actividades iniciales y como salida los aprendizajes de los alumnos. En el centro las actividades del profesor (rectángulos).

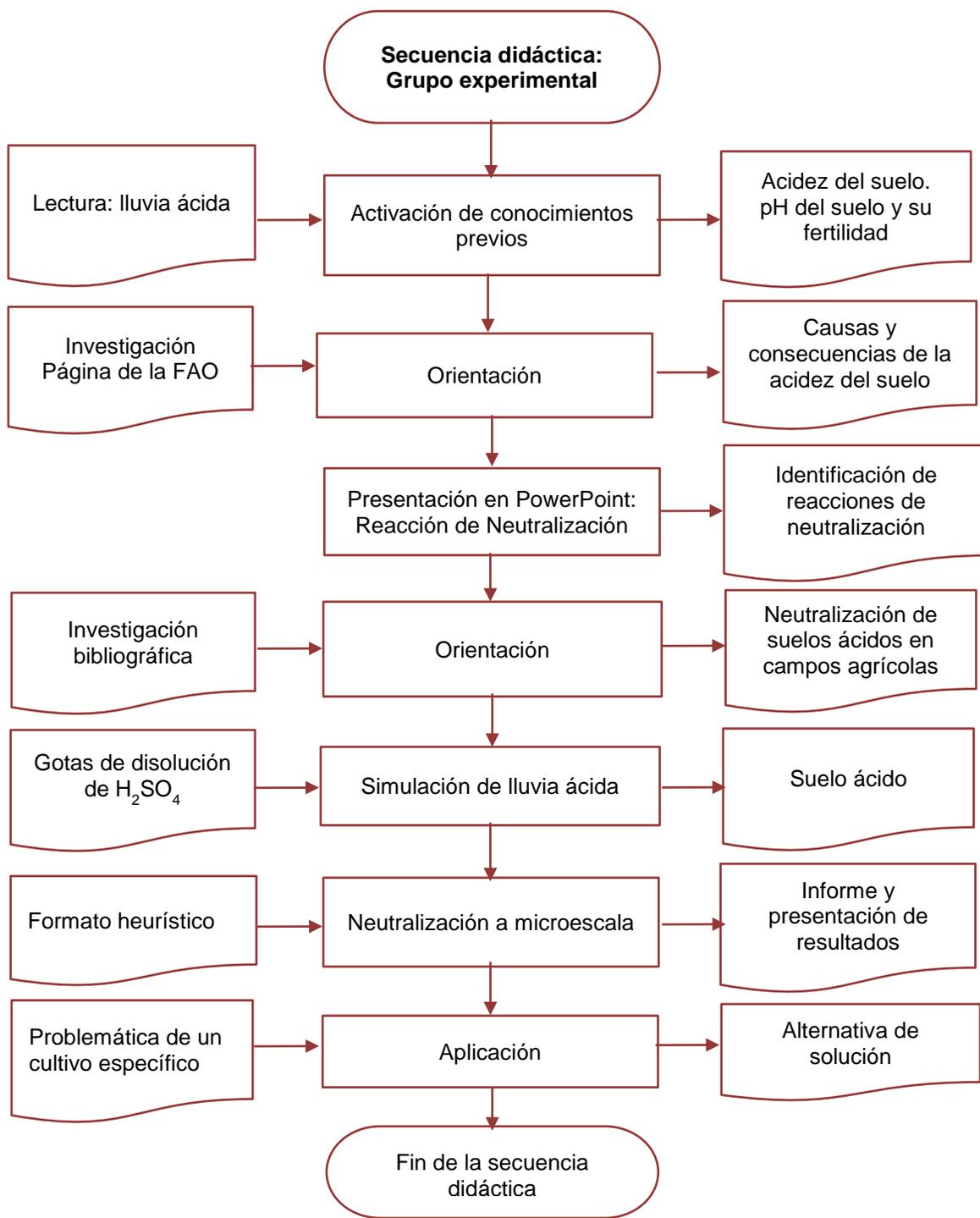


Fig. 7.1. Diagrama de flujo de la secuencia didáctica aplicada al grupo experimental. Para simplificar el diagrama, no se incluyen las evaluaciones realizadas.

Tabla 7.1. Secuencia didáctica en el grupo experimental, basada en el modelo de Investigación Orientada (IO).

Secuencia de actividades TEMA: REACCIÓN QUÍMICA DE NEUTRALIZACIÓN	Tiempo: 9 horas
OBJETIVOS DEL TEMA: Los estudiantes con orientación del profesor: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizarán una lectura en forma individual, acerca de las causas y consecuencias de “la lluvia ácida” para identificar los conocimientos previos del tema de reacción química. ✓ Contestarán un cuestionario en forma individual de la lectura, el cual se revisará en una plenaria y al final se cuestionará la problemática de la acidez del suelo y la producción de alimentos. ✓ Revisarán los conceptos previos de reacción química en una plenaria. ✓ Investigarán las problemáticas de acidez de los suelos en México y en el mundo para la producción de alimentos. (se sugiere la página de la FAO). ✓ Presentarán la investigación de las problemáticas de la acidez del suelo en una presentación, infografía o cartel. ✓ Conocerán la delimitación del tema de reacción química, presentada por el profesor en PowerPoint. Se planteará las alternativas de las reacciones de neutralización de la acidez de los suelos. ✓ Investigarán las formas de recuperación de los suelos mediante reacciones de neutralización y elegirán una en equipo. ✓ Diseñarán y realizarán la actividad experimental para neutralizar la acidez del suelo, mediante una titulación ácido–base a microescala y con indicador visual. Utilizarán un formato heurístico para el diseño y registro de sus observaciones. ✓ Socializarán los aprendizajes obtenidos y los extenderán para la solución de problemáticas similares. 	
OBJETIVOS DE SUBTEMAS: Los estudiantes: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Contestarán un test diagnóstico de estilos de aprendizaje de Kolb ✓ Vincularán los conocimientos previos de reacción química del tema de lluvia ácida del curso de química I con el tema de reacción química en el suelo en el curso de química II. ✓ Activarán los conocimientos previos del tema de reacción química referente a la formación de la lluvia ácida mediante la reacción de óxidos no metálicos (dióxido de carbono) con el agua y la generación de suelos ácidos. ✓ Reconocerán algunas problemáticas que se presentan como consecuencia de la lluvia ácida, como la acidificación de los suelos. ✓ Propondrán soluciones a problemas reales de degradación de suelos, utilizando reacciones químicas. 	
CONOCIMIENTOS PREVIOS:	

<p style="text-align: center;">UNIDAD I, QUÍMICA II</p> <p style="text-align: center;">“SUELO, FUENTE DE NUTRIENTES PARA LAS PLANTAS”</p> <p>APRENDIZAJES A LOGRAR⁹:</p> <p>El alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ A1. Reconoce la importancia del suelo en la producción de alimentos y la necesidad de su conservación, al analizar críticamente información al respecto. (N2) ✓ A15. Comprende la importancia de la conservación del suelo por su valor como recurso natural y propone formas de recuperación de acuerdo a las problemáticas que se presentan en el suelo. (N3). <p>TEMÁTICA:</p> <p style="text-align: center;">“CONSERVACIÓN DEL SUELO COMO RECURSO NATURAL”</p> <p>Educación ambiental y para la salud:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Aportaciones de la química en la solución de las problemáticas relacionadas con la conservación y restauración de suelos. ➤ La química como herramienta en el aumento de la productividad de los suelos. ➤ Acciones individuales para promover el cuidado de los suelos. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Composición del suelo: mezcla heterogénea de sólidos, líquidos y gases. ✓ Componentes de la parte sólida del suelo: compuestos orgánicos e inorgánicos. ✓ Propiedades de los compuestos orgánicos e inorgánicos. ✓ Compuestos inorgánicos presentes en el suelo e identifica cuales proveen de nutrientes a las plantas. ✓ Propiedades de las sales y su relación con el tipo de enlace. ✓ Teoría de Arrhenius para explicar la disociación de las sales en el agua para formar iones que servirán como nutrimentos de las plantas. ✓ Uso del modelo de Bohr para explicar la formación de cationes y aniones. ✓ Número de oxidación de los elementos en fórmulas de compuestos inorgánicos. ✓ Diferenciar las reacciones de obtención de sales, con base al cambio en el número de oxidación. ✓ Nomenclatura Stock de sales inorgánicas. ✓ Cálculos estequiométricos (mol–mol, masa–masa) a partir de las ecuaciones químicas de los procesos que se llevan a cabo en la obtención de sales.
ACTIVIDADES	
FASE DE PRESENTACIÓN Y DIAGNÓSTICO	
<p style="text-align: center;">Primera sesión</p> <p style="text-align: center;">Tiempo: 60 min</p> <p>SOCIALIZACIÓN DE OBJETIVOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Presentación ➤ Presentación de objetivos generales de la estrategia didáctica. ➤ Diagnóstico de estilos de aprendizaje. ➤ Evaluación de conocimientos del tema reacción de neutralización. 	<p>TÉCNICA:</p> <p>Exposición oral</p> <p>MATERIAL:</p> <p>–Gafete con el nombre de cada alumno.</p> <p>–Test de estilos de aprendizaje. (de Kolb) (Anexo 1)</p> <p>–Evaluación diagnóstica de conocimientos previos del tema.</p>

⁹ Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. Programas de Estudio. Área de Ciencias Experimentales. Química I—II. Primera edición: 2016. Pág. 39, 42.

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Formar equipos de trabajo. ➤ Información general de la secuencia de actividades. ➤ Información de las formas de evaluación. 	(Anexo 2)
FASE DE APERTURA	
<p>PRIMERA SESIÓN Tiempo: 60 min</p> <p>Actividad 1: Lectura de lluvia ácida</p> <p>Propósito de la actividad: La lectura referente al tema de “lluvia ácida” tiene como propósito activar los conocimientos previos del tema de reacción química, en específico la reacción de los óxidos no metálicos con el agua para formar los compuestos responsables de la lluvia ácida y su relación con el pH de los suelos; así como las consecuencias en la fertilidad y la producción de alimentos.</p> <p>Después de la lectura, los estudiantes contestarán un cuestionario, el cual se revisará en una plenaria para identificar los conceptos previos del tema de reacción química. Finalmente se formularán las preguntas de investigación referidas a la problemática relacionada con la producción de alimentos y la acidez de los suelos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ¿Cómo afecta la acidez de los suelos al crecimiento de las plantas? ➤ ¿El crecimiento de los cultivos depende del pH del suelo? <p>Actividad extra clase: “Investigación de la problemática de suelos ácidos y la producción de alimentos”</p> <p>Propósito de la actividad: Orientar a los estudiantes a que consulten la página de la FAO para investigar información actualizada de las problemáticas del suelo a nivel mundial y en América Latina, incluyendo México.</p> <p>Dicha investigación la realizarán en equipo y se orientarán con un formato que contiene los rubros a investigar. Con la información investigada elaborarán una presentación en PowerPoint, infografía o un cartel.</p>	<p>TÉCNICA: –Activación de conocimientos previos mediante la comprensión de una lectura.</p> <p>MATERIAL: Lectura y cuestionario impreso (Anexo 3) Pizarrón Plumones</p> <p>EVALUACIÓN: Coevaluación del Cuestionario.</p> <p>TÉCNICA: Investigación</p> <p>MATERIAL: Página web: FAO Formato para dirigir la investigación documental (Anexo 4)</p>
FASE DE DESARROLLO	
<p style="text-align: center;">SEGUNDA SESIÓN Tiempo: 120 min</p> <p>Actividad 1: “Presentación de la investigación de la problemática de suelos ácidos y la producción de alimentos”</p> <p>Propósito de la actividad: Socializar la investigación de cada equipo acerca de la problemática que generan los suelos ácidos en la producción de alimentos.</p>	<p>TÉCNICA: Exposición</p> <p>MATERIAL: Cartel, presentación en PowerPoint o infografía computadora, proyector</p>

<p>En una plenaria, cada equipo presentará las problemáticas de los suelos ácidos y la repercusión en la producción de alimentos, así como las alternativas de recuperación de los suelos ácidos. El profesor orientará a reflexionar y plantear propuestas a las siguientes preguntas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ¿Cómo afecta la acidez de los suelos al crecimiento de las plantas? ➤ ¿El crecimiento de los cultivos depende del pH del suelo? 	<p>EVALUACIÓN: Coevaluación de la presentación con base a la lista de cotejo. (Anexo 4)</p>
<p>TERCERA SESIÓN Tiempo: 30 min</p> <p>Actividad 1: Delimitación del tema de “reacción de neutralización”</p> <p>Propósito de la actividad: El profesor expondrá en una presentación en PowerPoint, para delimitar el tema de reacción química en el contexto del suelo. La exposición tiene como finalidad explicar la importancia de la conservación del suelo, los factores que influyen en la formación del suelo, los procesos de humificación y mineralización en la descomposición de la materia orgánica para la formación de iones asimilables por las plantas, las causas de la acidez del suelo y su relación con el pH; las formas químicas de neutralización de la acidez del suelo y los suelos ácidos en México. Al finalizar la presentación cada equipo aportará propuestas del uso de compuestos químicos para neutralizar la acidez del suelo.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ¿Cómo neutralizar la acidez de los suelos para obtener mejores cosechas? ➤ ¿Qué tipo de compuestos utilizarían para realizar la neutralización de la acidez de los suelos? 	<p>TÉCNICA: Exposición (Anexo 5)</p> <p>MATERIAL: Presentación en PowerPoint Computadora, proyector, presentador de diapositivas</p> <p>Evaluación: Participación del grupo.</p>
<p>Actividad extraclase: “Investigación de las formas químicas para neutralizar la acidez del suelo en el campo agrícola”.</p> <p>Propósito de la actividad: Que los estudiantes investiguen con la orientación del profesor los productos químicos utilizados para neutralizar la acidez del suelo en el campo agrícola. El profesor sugiere la revisión de bibliografía para que los alumnos investiguen los compuestos químicos que se utilizan para neutralizar la acidez del suelo y la forma en que se aplican en el campo agrícola.</p>	<p>TÉCNICA: Investigación</p> <p>MATERIAL: Preguntas orientadoras para la investigación documental. (Anexo 6)</p> <p>EVALUACIÓN Revisión en plenaria y en equipo las preguntas orientadoras de la investigación documental.</p>
<p>Actividad 2: Tiempo: 90 min. “Representación de la reacción química para para neutralizar la acidez del suelo”</p> <p>Propósito de la actividad: Que los estudiantes representen la ecuación de neutralización de la acidez del suelo e identifiquen</p>	<p>TÉCNICA: Trabajo colaborativo</p>

<p>reactivos y productos, con base a su pH característico y que presenten la información en un cartel.</p> <p>Cada equipo elegirá un compuesto químico para neutralizar la acidez del suelo, con base en la presentación, y representará la ecuación iónica y la ecuación molecular de la neutralización de la acidez del suelo y reflexionarán en las características de reactivos y productos con base al cambio de pH. (Anexo 6), dicha información se representará en un cartel junto con la investigación extra clase, acerca del uso de compuestos químicos para neutralizar la acidez del suelo en el campo agrícola.</p> <p>TERCERA SESIÓN Tiempo: 30 min</p> <p>Actividad 3:</p> <p>Actividad experimental: Planteamiento de la actividad experimental: “Reacción de neutralización a micro escala”</p> <p>Propósito de la actividad:</p> <p>Con orientación del profesor los estudiantes complementarán un formato heurístico para plantear la pregunta de indagación experimental, formular la hipótesis de trabajo para realizar la neutralización de la acidez del suelo, identificarán los reactivos y productos de la reacción de neutralización, así como sus características de pH y conocerán el manejo del dispositivo a microescala para neutralizar.</p> <p>Al finalizar la sesión se revisará las técnicas de muestreo para que los alumnos lleven a la sesión experimental la muestra de suelo a analizar.</p>	<p>MATERIAL:</p> <p>Preguntas orientadoras (Anexo 6)</p> <p>EVALUACIÓN</p> <p>Respuesta en equipo de las preguntas orientadoras en un cartel</p> <p>TÉCNICA:</p> <p>Exposición</p> <p>MATERIAL:</p> <p>Cartel</p> <p>EVALUACIÓN</p> <p>Información completa (Anexo 6)</p> <p>TÉCNICA:</p> <p>Indagación experimental</p> <p>MATERIAL:</p> <p>–Formato heurístico (Anexo 7)</p> <p>–Dispositivo para la titulación micro escala.</p> <p>–Material y Sustancias de laboratorio.</p> <p>–Técnicas de: (Anexo 8)</p> <p>Muestreo del suelo</p> <p>Neutralización de la acidez del suelo.</p> <p>EVALUACIÓN</p> <p>Formato heurístico complementado con la información solicitada.</p>
<p>CUARTA SESIÓN 120 min</p> <p>Actividad 4: Actividad experimental en equipo. “Neutralización de la acidez del suelo a microescala”</p> <p>Propósito de la actividad:</p> <p>La actividad tiene como finalidad, que los estudiantes comprueben que la acidez del suelo se puede neutralizar con una base mediante una reacción química.</p> <p>Se revisará en grupo y con orientación del profesor, la técnica de neutralización de la acidez del suelo. En equipo, los estudiantes realizarán la actividad experimental de neutralización a microescala y registrarán las observaciones y resultados en el formato heurístico que utilizaron en el diseño experimental y darán respuesta a la pregunta inicial planteada.</p>	<p>TÉCNICA:</p> <p>Investigación experimental</p> <p>MATERIAL:</p> <p>–Dispositivo para la titulación micro escala.</p> <p>–Material y Sustancias de laboratorio.</p> <p>–Técnicas de: (Anexo 8)</p> <p>Muestreo del suelo</p> <p>Neutralización de la acidez del suelo.</p> <p>Diagrama heurístico (Anexo 7)</p> <p>EVALUACIÓN:</p> <p>Reporte individual del formato heurístico complementado.</p>

FASE DE CIERRE	
<p>QUINTA SESIÓN</p> <p>Actividad 1: Análisis de resultados de la actividad experimental</p> <p>Propósito de la actividad: Analizar en una plenaria los resultados obtenidos con la participación de todos los estudiantes y ellos autoevaluarán su formato heurístico. Se concluirá en grupo acerca de la reacción de neutralización para mejorar la acidez del suelo.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u> Trabajo colaborativo.</p> <p><u>MATERIAL:</u> Formato heurístico.</p> <p><u>EVALUACIÓN</u> Formato heurístico individual</p>
<p>Actividad 2: “Propuesta de solución a la problemática de acidez del suelo”</p> <p>Propósito de la actividad : Que los estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos del tema en una problemática real. Con la colaboración de todo el grupo se resolverá una problemática real de acidez del suelo en el pizarrón.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u> Exposición</p> <p><u>MATERIAL:</u> Cartel</p> <p><u>EVALUACIÓN</u> Solución a la problemática real de acidez del suelo. (Anexo 9)</p>
<p>Actividad: Tiempo: 20 min</p> <p>Evaluación final</p> <p>Propósito de la actividad Identificar la efectividad de la propuesta didáctica en la comprensión del tema de reacción química de neutralización y su uso en la recuperación de suelos ácidos mediante la reacción de neutralización.</p> <p>Actividad: Evaluación de la estrategia didáctica (10 min)</p> <p>Propósito de la actividad Que los estudiantes evalúen la secuencia didáctica de actividades.</p>	<p>Evaluación final del tema. (Anexo 10) Evaluación de la estrategia didáctica. (Anexo 11)</p>

7.3 Actividades de enseñanza–aprendizaje en el grupo control

Para el grupo control en una sesión de dos horas, se realizaron únicamente las actividades de: a) Lectura de “lluvia ácida” para activar los conocimientos previos del tema, la actividad experimental de reacción de neutralización a micro escala sin el uso del formato heurístico y la misma evaluación final que se aplicó al grupo experimental. No se incluyeron las actividades de investigación documental. De acuerdo a lo mostrado en la tabla 7.2 y en la figura 7.2.

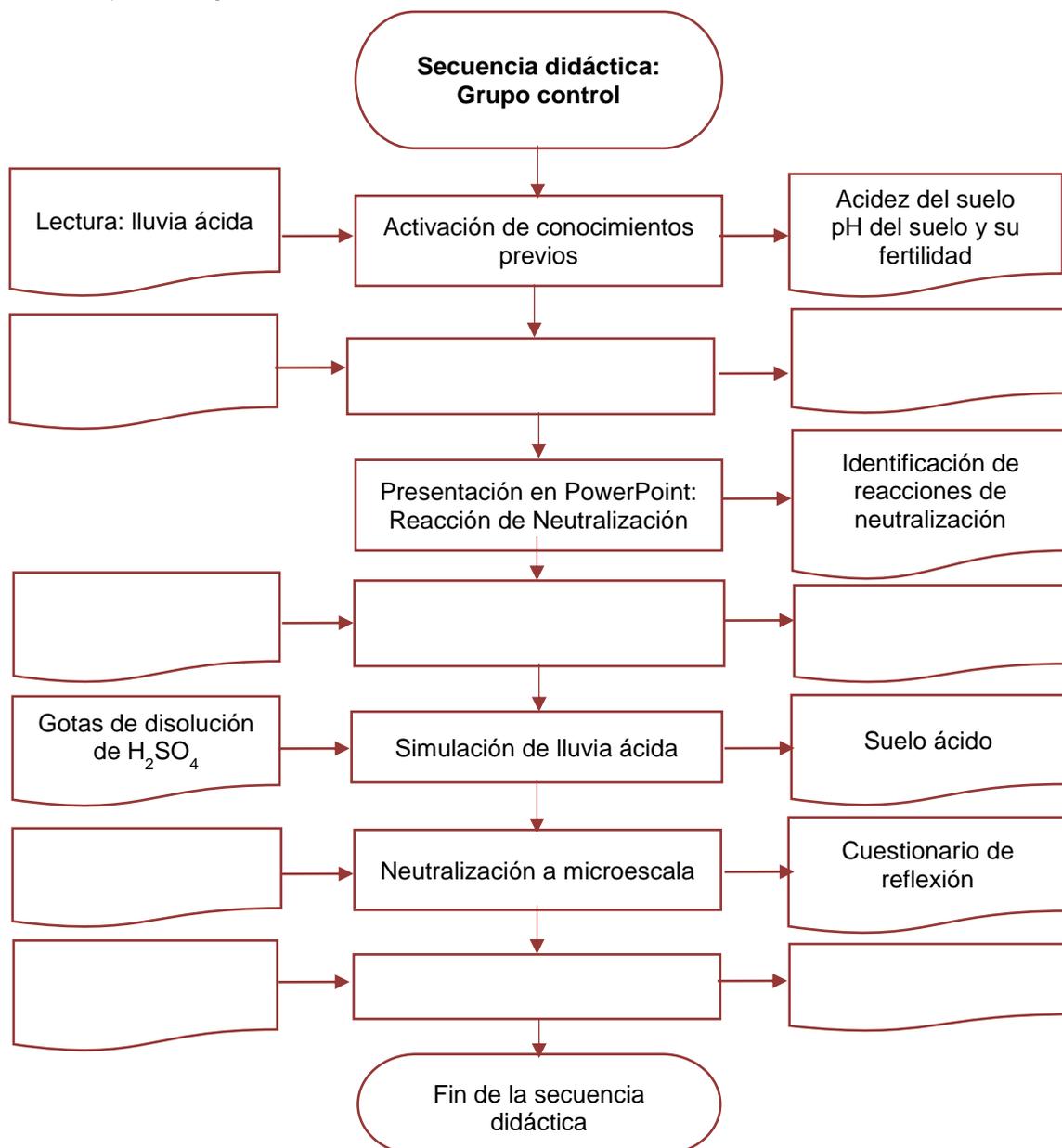


Fig. 7.2. Diagrama de flujo de las actividades realizadas con el grupo control.

Tabla 7.2. Secuencia didáctica aplicada al grupo control

	
Secuencia de actividades para el grupo control TEMA: REACCIÓN DE NEUTRALIZACIÓN	Tiempo didáctico: 2 horas
OBJETIVOS DEL TEMA: Los estudiantes con orientación del profesor: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Reconocerán la importancia de la conservación del suelo para la producción de alimentos. ✓ Realizarán una lectura de “la lluvia ácida” para identificar los conceptos previos del tema, contestarán las preguntas relacionadas con el texto. ✓ Se revisarán las preguntas en una plenaria para concretar los conceptos previos del tema y se plantearán las problemáticas de la acidez de los suelos con la producción de alimentos. ✓ Conocerán la delimitación del tema, presentada por el profesor en PowerPoint. Se planteará las alternativas de las reacciones de neutralización de la acidez de los suelos. ✓ Realizarán la actividad experimental para neutralizar la acidez del suelo, mediante una valoración ácido–base con indicador visual. ✓ Se revisarán los cuestionarios de reflexión con la participación del grupo. 	
OBJETIVOS DE SUBTEMAS: Los estudiantes: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Contestaran un test diagnóstico de estilos de aprendizaje de Kolb ✓ Resolverán una evaluación diagnóstica del tema de reacción de neutralización ✓ Vincularán los conocimientos previos de reacción química del tema de lluvia ácida del curso de química I con el tema de reacción de neutralización en el suelo del curso de química II. ✓ Neutralizarán la acidez del suelo mediante una reacción de neutralización, para valorar el uso de la química en la recuperación de los suelos ácidos. ✓ Propondrán la solución de una problemática real para aplicar los aprendizajes del tema. ✓ Resolverán una evaluación final para valorar el logro de aprendizajes 	
APRENDIZAJES A LOGRAR¹⁰: El alumno: <ul style="list-style-type: none"> ✓ A1. Reconoce la importancia del suelo en la producción de alimentos y la necesidad de su conservación, al analizar críticamente información al respecto. (N2) ✓ A15. Comprende la importancia de la 	CONOCIMIENTOS PREVIOS: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Composición del suelo: mezcla heterogénea de sólidos, líquidos y gases. ✓ Componentes de la parte sólida del suelo en compuestos orgánicos e inorgánicos.

¹⁰ Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. Programas de Estudio. Área de Ciencias Experimentales. Química I—II. Primera edición: 2016. Pág. 39, 42.

<p>conservación del suelo por su valor como recurso natural y propone formas de recuperación de acuerdo a las problemáticas que se presentan en el suelo. (N3).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Propiedades de los compuestos orgánicos e inorgánicos. ✓ Compuestos inorgánicos presentes en el suelo e identifica cuales proveen de nutrientes a las plantas. ✓ Propiedades de las sales y su relación con el tipo de enlace. ✓ Teoría de Arrhenius para explicar la disociación de las sales en el agua para formar iones que servirán como nutrimentos de las plantas. ✓ Uso del modelo de Bohr para explicar la formación de cationes y aniones. ✓ Número de oxidación de los elementos en fórmulas de compuestos inorgánicos. ✓ Diferenciar las reacciones de obtención de sales, con base al cambio en el número de oxidación. ✓ Nomenclatura Stock de sales inorgánicas. <p>Cálculos estequiométrica (mol–mol, masa–masa) a partir de las ecuaciones químicas de los procesos que se llevan a cabo en la obtención de sales.</p>
A C T I V I D A D E S	
FASE DE PRESENTACIÓN Y DIAGNÓSTICO	
<p style="text-align: right;">Tiempo: 10 min</p> <p>SOCIALIZACIÓN DE OBJETIVOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Objetivos generales de la estrategia didáctica ➤ Evaluación diagnóstica de los estilos de aprendizaje. ➤ Evaluación diagnóstica de conocimientos del tema ➤ Trabajo colaborativo durante la secuencia de actividades ➤ Evaluación final del logro de los aprendizajes ➤ Formas de evaluación del tema 	<p>TÉCNICA: Exposición oral</p> <p>MATERIAL: –Gafete con el nombre de cada alumno.</p>
<p>Orden del día:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Presentación ➤ Socialización de objetivos ➤ Diagnóstico de estilos de aprendizaje (Test de KOLB). (7 min) ➤ Diagnóstico de conocimientos del tema de reacción de neutralización. (15 min) 	<p>MATERIAL</p> <p>–Test de estilos de aprendizaje. (Anexo 1)</p> <p>–Evaluación diagnóstica de conocimientos previos del tema. (Anexo 2)</p>

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desarrollo del plan de clase ➤ Evaluación final 					
FASE DE APERTURA					
<p>Actividad 1: Lluvia de ideas Tiempo: 10 min</p> <p>Propósito de la actividad: Que los estudiantes reconozcan la importancia del cuidado y conservación del suelo para la producción de bienes y su función en la producción de alimentos. Con la participación del grupo, en el pizarrón se complementará la siguiente tabla:</p> <table border="1" data-bbox="237 569 967 722"> <tr> <td style="width: 50%;">Importancia del suelo en la producción de bienes</td> <td style="width: 50%;">Función del suelo para la producción de alimentos</td> </tr> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td></td> </tr> </table> <p>Actividad 2: Lectura de lluvia ácida Tiempo: 15 min</p> <p>Propósito de la actividad: La lectura referente al tema de "lluvia ácida" tiene como propósito activar los conocimientos previos del tema de reacción química, en específico la reacción de los óxidos no metálicos con el agua para formar los compuestos responsables de la lluvia ácida y su relación con el pH de los suelos; así como las consecuencias en la fertilidad y la producción de alimentos.</p> <p>Después de la lectura los estudiantes contestarán un cuestionario, el cual se revisará en una plenaria para identificar los conceptos previos del tema de reacción química. Finalmente se formularán las preguntas de investigación referidas a la problemática de relacionada con la producción de alimentos y la acidez de los suelos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ¿Cómo afecta la acidez de los suelos al crecimiento de las plantas? ➤ ¿El crecimiento de los cultivos depende del pH del suelo? 	Importancia del suelo en la producción de bienes	Función del suelo para la producción de alimentos			<p>TÉCNICA: Activación de conocimientos previos mediante la lluvia de ideas.</p> <p>MATERIAL: Pizarrón Plumones</p> <p>EVALUACIÓN: Participación</p> <p>TÉCNICA: Activación de conocimientos previos mediante la comprensión de una lectura.</p> <p>MATERIAL: Lectura de lluvia ácida y cuestionario impreso. (Anexo 3)</p> <p>EVALUACIÓN: Coevaluación del Cuestionario</p>
Importancia del suelo en la producción de bienes	Función del suelo para la producción de alimentos				
<p>Actividad 2: Delimitación del tema de reacción química Tiempo: 10 min.</p> <p>Propósito de la actividad: El profesor expondrá en una presentación en PowerPoint, para delimitar el tema de reacción química en el contexto del suelo.</p> <p>La exposición tiene como finalidad explicar las principales reacciones químicas en el suelo que ocasionan la acidez de éste, centradas en los procesos de intemperización, mineralización y humificación.</p> <p>Al finalizar la presentación cada equipo aportará propuestas del uso de compuestos químicos para neutralizar la acidez del suelo.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ¿Qué tipo de compuesto químico neutralizará a un suelo ácido? 	<p>TÉCNICA: Exposición</p> <p>MATERIAL: Presentación en PowerPoint Computadora, proyector</p> <p>EVALUACIÓN: Participación</p>				

<p>➤ ¿Qué tipo de compuesto químico neutralizará a un suelo básico?</p>	
FASE DE DESARROLLO	
<p>Actividad 1: Neutralización de la acidez del suelo a microescala. Tiempo: 30 min</p> <p>Propósito de la actividad Que los estudiantes comprueben que la química es una herramienta para restaurar los suelos y aumentar la productividad de éstos.</p> <p>En equipo, los estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Prepararan la muestra de suelo ácido para determinar el pH. ➤ Plantearán una hipótesis para neutralizar la acidez del suelo a un pH óptimo para el cultivo. ➤ Neutralizarán la acidez del suelo mediante una valoración colorimétrica a microescala. ➤ Relacionaran el cambio de pH con el punto final de la reacción. <p>Actividad 2: Cuestionario de integración de la actividad experimental. Tiempo: 20 min</p> <p>Integrar los aprendizajes teóricos y prácticos en la neutralización de la acidez del suelo.</p> <p>En una plenaria y con la participación de los integrantes del grupo se contestarán las preguntas correspondientes a la actividad experimental.</p>	<p>TÉCNICA: Indagación experimental</p> <p>MATERIAL: –Dispositivo para titulación a microescala –Técnicas de: –Medición de pH –Neutralización de la acidez del suelo (Anexo 4)</p>
FASE DE CIERRE	
<p>Actividad 1: Cuestionario de integración Tiempo: 10 min</p> <p>Propósito de la actividad Que los estudiantes reafirmen los conocimientos adquiridos.</p> <p>Actividad 2: Evaluación final Tiempo: 15 min</p> <p>Propósito de la actividad Identificar los conocimientos adquiridos.</p>	<p>Técnica Integración de conocimientos –Cuestionario Anexo 5</p> <p>EVALUACIÓN FINAL Anexo 6</p>

Capítulo 8. Resultados y Discusión

8.1 Test diagnóstico de estilos de aprendizaje (Inventario de Kolb)

El test de Kolb se aplicó al grupo control y al grupo experimental al inicio del proceso de enseñanza–aprendizaje del tema de reacción de neutralización, que corresponde al curso de Química II. El test (inventario de Kolb) consistió en ordenar de forma jerárquica cuatro palabras que se relacionan con las cuatro habilidades: Experiencia Concreta (EC), Experimentación Activa (EA), Observación Reflexión (OR) y Conceptualización Abstracta (CA), en 9 preguntas de respuesta corta, para identificar el estilo de aprendizaje predominante en cada estudiante.

Para obtener la gráfica representativa del modelo de Kolb de cuatro cuadrantes, se realizó la suma de cada habilidad para todo el grupo y se representó gráficamente en un plano cartesiano mediante el uso del programa Geogebra, de esta forma se puede apreciar el estilo de aprendizaje predominante para cada grupo, ya que éste se representa en un cuadrante y está determinado por las habilidades predominantes que se representan en cada eje.

8.1.1. Grupo Control

En el Anexo 1, se muestra la evidencia del test diagnóstico de estilos de aprendizaje, que contestó un alumno del grupo control. El estilo de aprendizaje que corresponde al grupo control es **convergente** en el que predominan las habilidades de *conceptualización abstracta*, son capaces de crear conceptos que integren sus observaciones en nuevos concepto y teorías lógicas y, *experimentación activa*, en la cual deben tomar decisiones para resolver problemas con base al uso de teorías o nuevos conocimientos. El conocimiento en las personas que tienen este estilo se organiza de forma hipotético–deductivo, por lo que pueden centrar su atención en un problema específico; son racionales, analíticos, organizados, gustan por la experimentación, se orientan en una tarea, no involucran emociones y prefieren tratar más con pensamientos que con personas (figura 8.1).

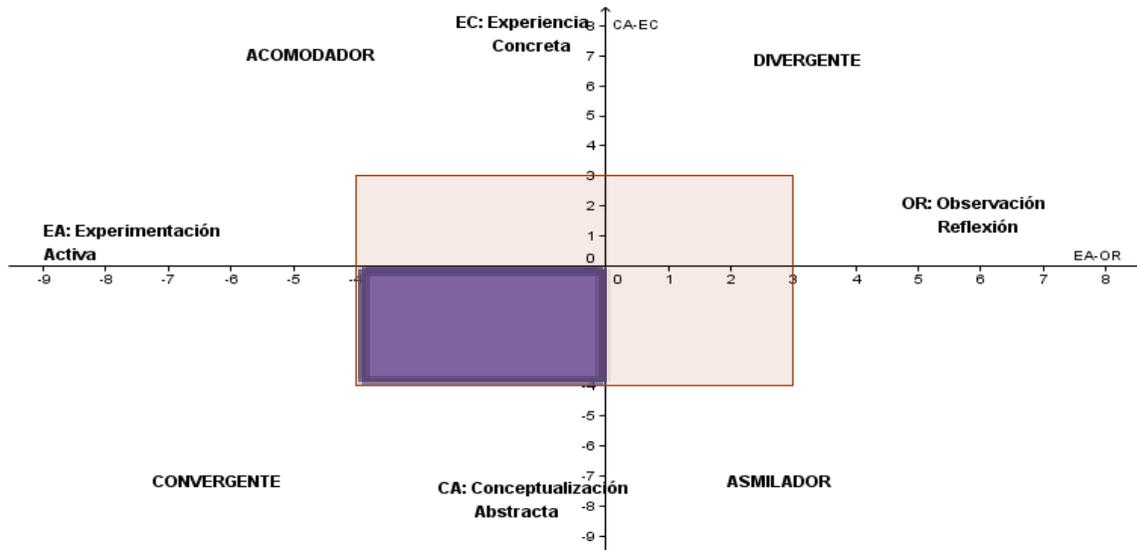


Fig. 8.1. Estilos de aprendizaje del grupo control

8.1.2. Grupo Experimental

En el anexo 1, se presenta la evidencia de la aplicación del Test de estilos de aprendizaje aplicado en el grupo experimental (inventario de Kolb). El grupo experimental presenta un **estilo de aprendizaje divergente** (figura 8.2), es opuesto a la convergencia y presentan habilidades de *experiencia concreta*, son capaces de adentrarse en nuevas experiencias completamente y, presentan observación reflexiva, son capaces de observar y reflexionar las experiencias desde varias perspectivas; disfrutan el descubrimiento, valoran la comprensión, generan ideas, son soñadores, sociables, emocionales y se interesan por las personas.

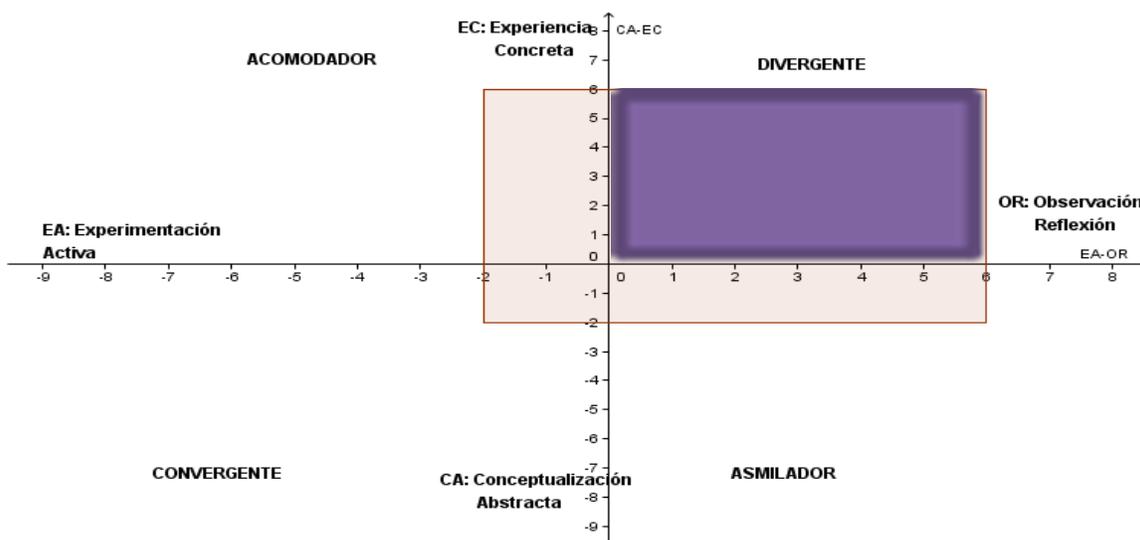


Fig. 8.2. Estilos de aprendizaje del grupo experimental

8.2 Evaluación diagnóstica de conocimientos previos

La evaluación diagnóstica se elaboró con base en los conocimientos previos correspondientes al tema de reacción química y reacción de neutralización que se estudiaron en los cursos de Química I y Química II de bachillerato, ya que la propuesta didáctica corresponde a un aprendizaje final del curso de química II. La prueba consistió en 15 preguntas relacionadas con las características principales de una reacción química y la aplicación en la vida cotidiana, tipo de compuestos que ocasionan la acidez del suelo, pH como la unidad de medida de la acidez y la alcalinidad de una sustancia; reactivos y productos en una reacción de neutralización.

Se aplicó la misma evaluación diagnóstica al grupo control y al grupo experimental. En el anexo 2, se presentan las evidencias de las evaluaciones para el grupo control y el experimental.

En la figura 8.3 se muestran los resultados comparativos de la frecuencia de respuesta correcta en la evaluación diagnóstica, tanto del grupo control como del grupo experimental.

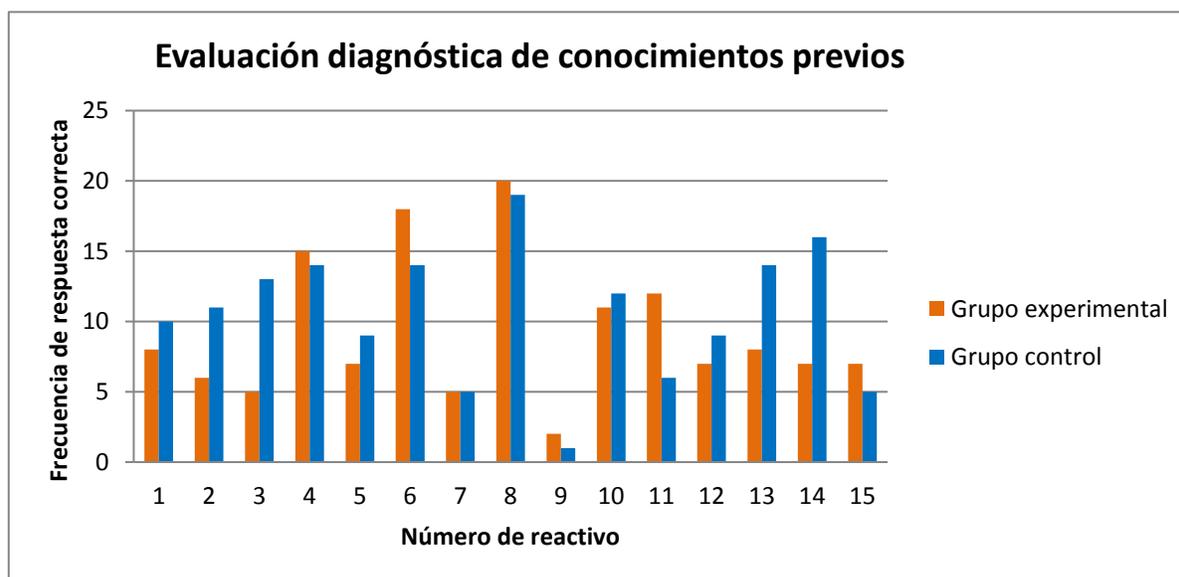


Fig. 8.3. Comparativo de la evaluación diagnóstica de conocimientos previos

Los resultados representados en el gráfico del grupo control y el grupo experimental con una población de 24 y 23 alumnos respectivamente muestran que:

En la pregunta 1, 10 alumnos del grupo control relacionaron un cambio químico con un cambio en las nuevas sustancias que se formaron, el resto lo relaciona con el cambio de color o cambio de estado; en el grupo experimental menos de 10 alumnos respondieron correctamente.

En la pregunta 2 referente a ejemplos de cambio químico en la vida cotidiana, se aprecia que la frecuencia de respuesta correcta en el grupo control fue casi el doble que el grupo experimental, los alumnos que respondieron correctamente identifican el quemar tortilla como un cambio químico, la mayoría de alumnos relacionan un cambio químico con la disolución de un soluto en agua.

En la pregunta 3 que se refiere a las características de una reacción química, más de la mitad de alumnos del grupo control relacionan al cambio en las propiedades de las nuevas sustancias que se forman con una reacción química y en el grupo experimental sólo 5 alumnos de 23 responden correctamente.

En la pregunta 4, se aprecia una frecuencia de respuesta correcta muy similar con respecto a ejemplos de reacciones químicas en la vida cotidiana, en ambos grupos la mayoría identifican el quemar pan como un ejemplo de reacción química.

En la pregunta 5 acerca de la definición de ácido con base en la teoría de Arrhenius, menos de la mitad de los alumnos, tanto en el grupo control como en el experimental recuerda la definición.

Referente a la pregunta 6, en donde relacionan al ion hidróxido con una base disuelta en un medio acuoso, la frecuencia de respuesta correcta aumenta casi al doble en ambos grupos.

En la pregunta 7 se puede apreciar que ambos grupos, sólo 5 alumnos en ambos grupos relacionan al pH como una medida de acidez o alcalinidad de un medio.

En la pregunta 8, la mayoría de los alumnos de ambos grupos identifican con una frecuencia de respuesta correcta entre 15 y 20 del total del grupo, que el jugo de limón determina un pH ácido al agua.

La pregunta 9 se refiere a un ejemplo de razonamiento estequiométrico de una reacción de combustión, en éste reactivo ambos grupos tuvieron una frecuencia de respuesta correcta muy baja (menor a 5).

En la pregunta 10 que también corresponde a estequiometría, pero con cantidades en gramos que se forman de producto a partir de ciertos gramos de reactivos, se aprecia que aproximadamente la mitad de ambos grupos la contestó correctamente.

En la pregunta 11, que se refiere al compuesto que se forma cuando reacciona un óxido no metálico con agua más de la mitad del grupo experimental contestó correctamente y menos de la mitad del grupo control contestó acertadamente.

En la pregunta 12, referente a al balanceo de la ecuación química de formación de un oxiácido, menos de la mitad de ambos grupos la contestaron correctamente.

La pregunta 13 se refiere al tipo de compuesto que se utiliza para neutralizar el pH ácido de una sustancia, el grupo control presentó el doble de aciertos comparado con el grupo experimental.

En cuanto a la identificación de las ecuaciones químicas de una reacción de neutralización (pregunta 14) sólo 7 alumnos en el grupo experimental pueden identificar a las ecuaciones, en contraste con el grupo control que más de 15 alumnos pueden identificarlas.

La pregunta 15 que se refiere a los productos que se forman en una reacción de neutralización se puede apreciar que menos de 10 alumnos en ambos grupos identifican los productos de la reacción y en la frecuencia de respuesta correcta se aprecia una mínima diferencia.

8.3 Activación de conocimientos previos (Lectura de la lluvia ácida)

El proceso de activación de conocimientos previos del tema de reacción química fue el mismo para el grupo control y el grupo experimental, consistió en una lectura corta referente al tema de *lluvia ácida* que correspondió a una temática del curso de Química I. La lectura consistió en un texto de una página con base en un artículo referente a la simulación e impacto de la lluvia ácida (Chandia, 2011) (Anexo 3). Una sugerencia experimental, que trata fundamentalmente de la formación de los oxiácidos responsables de la lluvia ácida a partir de los óxidos no metálicos que son generados principalmente como gases contaminantes por la quema de combustibles fósiles. Se presentan las ecuaciones químicas involucradas en la formación del ácido carbónico, ácido nítrico, y

ácido sulfúrico, así como el impacto que estos ácidos tienen en la acidez del suelo y la disminución de su fertilidad.

El propósito de la lectura, además de activar los conocimientos previos del tema de reacción de neutralización, pretende desarrollar habilidades de lectura y comprensión. En ambos grupos se detectaron las mismas dificultades en la lectura del texto y sobre todo en la lectura referente a la nomenclatura química.

El proceso de enseñanza–aprendizaje fue diferente en el grupo control y en el grupo experimental, en el primero la lectura se realizó en equipo y en el grupo experimental se realizó en forma individual, ambos grupos subrayaron aspectos relevantes del tema de reacción química; seguido de la lectura contestaron un cuestionario de integración de cinco preguntas, en el grupo control se autoevaluó y en el grupo experimental se coevaluó por un compañero, mediante una revisión en grupo orientado por el profesor en el anexo 3, se presenta una evidencia de coevaluación.

En la figura 8.4, se muestran los resultados comparativos del cuestionario de la lectura “Lluvia ácida” para la activación de conocimientos previos del tema:

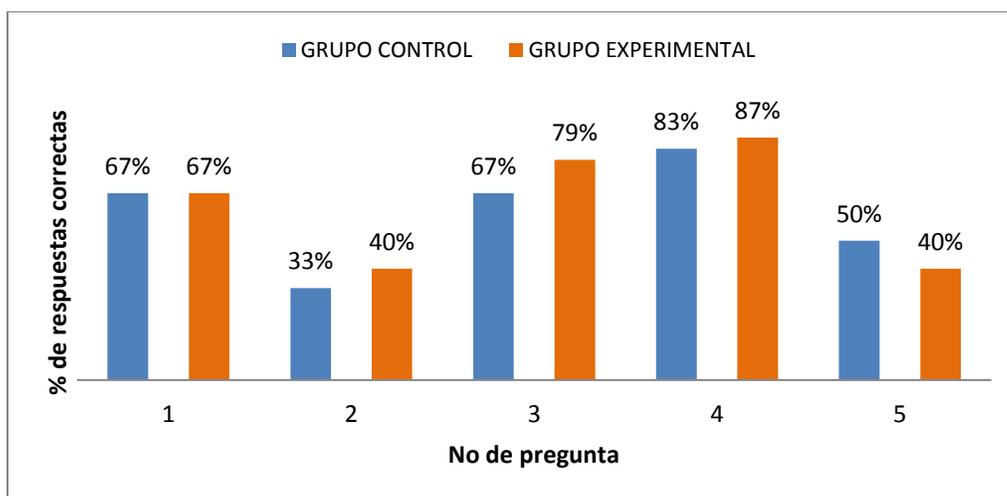


Fig. 8.4. Porcentaje de respuestas correctas

El análisis por pregunta, según el porcentaje de respuesta es el siguiente:

Pregunta 1: ¿Cuáles son los principales gases contaminantes que ocasionan la lluvia ácida?, ambos grupos presentaron el mismo porcentaje de respuesta, indicando que los gases contaminantes corresponden al dióxido de azufre (SO_2) y el dióxido de nitrógeno (NO_2), ya que la lectura hace énfasis en que dichos gases son emitidos principalmente como productos de la combustión de combustibles fósiles. Ningún alumno en ambos

grupos hace referencia al dióxido de carbono (CO₂) ya que en el texto se menciona que este óxido se forma por la descomposición natural de la materia orgánica y no lo relaciona como contaminante.

Pregunta 2: ¿Qué fuentes generan los gases contaminantes de la lluvia ácida?, en ambos grupos se aprecia que no recordaron a todas las fuentes que generan la lluvia ácida, que incluyen a las naturales y las ocasionadas por el hombre y; los estudiantes sólo hacen referencia a las fuentes relacionadas con la contaminación.

Pregunta 3 ¿Qué efecto tiene la lluvia ácida en el pH del suelo?, en ambos grupos contestaron casi con el mismo porcentaje, que ocasionaba un pH ácido o que aumentaba la acidez del suelo.

Pregunta 4: ¿Cómo afecta el pH ácido del suelo, al crecimiento de las plantas? En el grupo control y el grupo experimental coincidieron en la respuesta de que un pH ácido afecta el crecimiento de las plantas.

Finalmente en la pregunta 5: ¿Qué propones para poder cultivar en suelos ácidos?, en el grupo experimental y el grupo control se aprecia casi la misma frecuencia de respuesta, del 50 al 40 % respectivamente, debido a que la respuesta a esta pregunta no se comprende en el texto y tenía la intención de plantear una inquietud en los estudiantes para dar inicio el tema de estudio: “reacción de neutralización de la acidez del suelo mediante una reacción de neutralización”.

En forma global los resultados del grupo control y el grupo experimental fueron muy similares e indican que la mayoría de los alumnos, conocen algunos gases que provocan la acidez del suelo, así como la forma de neutralizar o contrarrestar dicha acidez, utilizando un compuesto químico.

8.4 Investigación documental de la problemática de la acidez del suelo en la página de la FAO

Se orienta a investigar en la página de la FAO el estado mundial del recurso “suelo”, en específico la importancia del suelo como recurso natural, la problemática del crecimiento de la población y la producción de alimentos y las 10 amenazas para las funciones del suelo (para América Latina): El desequilibrio de nutrientes, la acidificación del suelo, la pérdida de biodiversidad del suelo, la compactación del suelo, la contaminación del suelo,

la erosión del suelo, la pérdida del carbono orgánico del suelo, la salinización del suelo, el sellamiento del suelo y el anegamiento del suelo; así como las estrategias relacionadas con el suelo para incrementar el suministro de alimentos, como evitar la pérdida de la productividad debido a la degradación de los suelos, el aumento en el rendimiento de los cultivos, el aumento del almacenamiento de carbono y la biodiversidad en el suelo, la reducción del impacto ambiental a la salud humana y a los sistemas agrícolas.

Se proporcionó una lista de cotejo para orientar la investigación y el resumen en una presentación en PowerPoint, cartel o infografía. La lista de cotejo se utilizó también como instrumento de coevaluación por equipo y se dividió en cuatro rubros:

- a) Presentación de la información solicitada en forma completa.
- b) Organización de la información resumida y en forma secuenciada.
- c) Creatividad en la presentación, la información se encuentra acompañada de imágenes y colores.
- d) Interacción en la presentación con el grupo.

Esta actividad promueve el desarrollo de habilidades procedimentales como la indagación documental, selección de la información, organización de ésta en forma creativa para transmitir lo investigado y las habilidades de comunicación cuando se presenta la información y se transmiten las ideas de la investigación, interactuando con el grupo. De seis equipos, cuatro presentaron la investigación documental con base a la lista de cotejo y un equipo presentó más información de lo solicitado explorando la página de la FAO y profundizando en el tipo de fertilizantes que pueden ocasionar la acidez del suelo (los nitrogenados) y recomendando el uso de abonos para aumentar la productividad del suelo.

Esta actividad, únicamente se realizó en el grupo experimental para promover la investigación documental orientada, el trabajo colaborativo y cooperativo entre los estudiantes, para ello se entregó la hoja de trabajo para la actividad extraclase (Anexo 4).

Cada equipo expuso mediante una presentación en PowerPoint ante el grupo la investigación documental realizada, y ésta se coevaluó por otro equipo con base a una lista de cotejo, se muestra evidencia de las presentaciones y de la coevaluación en el anexo 4.

Seguido de la presentación de los estudiantes acerca de la problemática de la acidez del suelo y las consecuencias en la producción de alimentos, se discute en un plenaria en grupo la forma de prevenir o disminuir las amenazas que disminuyen la función del suelo, con relación a las estrategias que propone la página de la FAO, así como algunas propuestas individuales o en forma colectiva.

El profesor orientó hacia la reflexión de cómo afecta la acidez del suelo en la producción de los cultivos y promueve las propuestas de los alumnos para fomentar la sostenibilidad del suelo, la mayoría opina que se podría regular la acidez de forma natural sin alterar el ecosistema que representa el suelo, pero también consideran que no es una forma de remediación a corto plazo y es en donde el profesor orienta hacia el tema de reacción química y en específico al de neutralización en el suelo, formulando preguntas de cómo:

- ¿Por qué no es fértil un suelo degradado?
- ¿Cómo afecta el pH a la disponibilidad de los nutrimentos para los cultivos?
- ¿La química podría ayudar aumentar la productividad de los cultivos, sin el abuso del uso de fertilizantes?
- ¿Qué se podría hacer en los suelos degradados por el exceso de acidez?

Con las participaciones de los estudiantes se dio lugar a la delimitación del tema de reacción de neutralización en una presentación realizada por el profesor (Anexo 5), se presenta en forma inicial la importancia del suelo como un recurso no renovable a corto plazo, cuyas funciones primordiales son la regulación del clima, la producción de alimentos y de fibras; componente fundamental de los ecosistemas y los ciclos biogeoquímicos; Se explica en forma breve el proceso de meteorización (intemperismo) física, química y biológica para la formación del suelo, para concluir en las capas (horizontes) y los componentes que lo forman. Se ilustran en forma conjunta los procesos de humificación y mineralización para la formación de iones que servirán de nutrimentos para las plantas y el cómo se genera la acidez del suelo, debido principalmente a la formación del ácido carbónico proveniente del dióxido de carbono de la descomposición de la materia orgánica al combinarse con el agua; de esta forma se introduce a la acidez del suelo y al valor de pH como una medida del grado de acidez y alcalinidad de las sustancias. Se clasifican a los suelos por su pH y se relaciona éste con la disponibilidad de los nutrimentos en el suelo, a valores de pH menores de 5.5 se presenta menor crecimiento de las plantas, disminución de la disponibilidad de K, Ca, Mg y P y se favorece la solubilidad de elementos tóxicos como Al y Mn. Se aborda el tema de reacción

de neutralización para remediar la acidez del suelo utilizando sustancias básicas como sales o hidróxidos (método de encalado); se explica la teoría de Arrhenius para definir a un ácido y una base; se representa la ecuación de la reacción entre un ácido y una base (reacción de neutralización) en forma molecular y iónica para que los estudiantes visualicen que en una reacción de neutralización reaccionan los iones H^+ con los iones OH^- para formar agua como producto y una sal. Finalmente se concluye con la problemática de los suelos ácido en México, como en Oaxaca, Chipas y Veracruz que tienen alto grado de humedad y las temperaturas son de templadas a cálidas.

En el transcurso de la presentación se interactuó con los alumnos para que reflexionaran acerca de la importancia del pH y su relación con la acidez para la producción de cultivos que sirven de alimento al ser humano y, el uso de compuestos básicos para neutralizar dicha acidez. Para reafirmar los conocimientos de reacción de neutralización los estudiantes contestaran en equipo un cuestionario y se revisó en una plenaria de grupo. Se muestra evidencia del cuestionario en el anexo 5.

La mayoría de los equipos pudieron representar la ecuación molecular que corresponde a la reacción de neutralización, con base a la información que presentó el profesor en la exposición del tema. Menos del 50 % de estudiantes logró representar la ecuación iónica de la reacción de neutralización y en todos los equipos el profesor orientó a la comprensión de la representación. También se reafirmó el pH que correspondía a los reactivos que intervienen en una reacción de neutralización y al pH de los productos que se obtienen.

8.5 Investigación documental para neutralizar la acidez del suelo en el campo agrícola

Se proporcionó una referencia bibliográfica (Espinosa, 1999) para orientar la investigación en equipo, acerca del método de encalado para remediar la acidez del suelo en el campo agrícola con diferentes sustancias básicas como: óxido de calcio, CaO (cal viva), hidróxido de calcio, $Ca(OH)_2$ (cal apagada), carbonato de magnesio, $MgCO_3$ (Magnesita), carbonato de calcio, $CaCO_3$ (calcita), óxido de magnesio, MgO e hidróxido de magnesio, $Mg(OH)_2$. Se orientó la investigación con un formato en el que se solicitó que escribieran el nombre y la fórmula del compuesto elegido para neutralizar la acidez del suelo, la ecuación química que representa la neutralización de la acidez del suelo, tomando en cuenta cualquier oxiácido responsable de la acidez del suelo, el nombre de los reactivos y

productos, así como predecir los valores de pH de éstos. Después de la investigación se revisó la información con la orientación del profesor y cada equipo elaboró un cartel para presentarlo ante grupo, en el anexo 6, se muestra la evidencia de la exposición. De 6 equipos 4 incluyeron la información solicitada. Las dificultades presentadas en la actividad consistieron principalmente en la escritura de fórmulas químicas y la formación de productos a partir de los reactivos (compuestos ácidos y bases). El trabajo presentado muestra que se cumplió con el objetivo de la actividad ya que reconocieron que para neutralizar la acidez del suelo se necesita un compuesto básico y asociaron el pH para reactivos y productos. Esta actividad no se aplicó en el grupo control.

8.6 Indagación experimental–Reacción de neutralización de la acidez del suelo a microescala

La actividad experimental se abordó de forma diferente en el grupo control y en el grupo experimental, en el primero se realizó en una sesión todo el proceso de enseñanza–aprendizaje del tema reacción de neutralización; en cambio en el grupo experimental se dedicó una sesión para la actividad. Para el grupo control y para el grupo experimental se entregó la misma hoja de trabajo con una introducción referente a la acidez y basicidad del suelo, el diagnóstico de éstas mediante la medición de pH, las consecuencias del pH ácido en la disponibilidad de nutrientes y la forma de neutralizar la acidez del suelo utilizando compuestos químicos.

Después de leer la introducción en una plenaria se planteó la hipótesis de trabajo y se revisó la técnica experimental con todo el grupo, orientando a ajustar el pH del suelo a un pH ácido, simulando el efecto de la lluvia ácida, agregando gotas de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0.1 N, en dado caso que el pH de la disolución del suelo fuera neutro o cercano al neutro, de acuerdo con el procedimiento mostrado en la figura 8.5. Lo anterior con el propósito de llevar al cabo la reacción de neutralización del suelo ácido con una base.

Se explicó el funcionamiento del equipo a microescala (Baeza A. , 2003), para realizar la reacción de neutralización con indicador visual (figura 8.6) a el grupo control y al grupo experimental de igual forma. Una vez armado el dispositivo para la neutralización a microescala los alumnos con orientación del profesor realizaron la neutralización del suelo ácido, agregando gotas de NaOH 1M, hasta que observaron el vire de color de incoloro a rosa (figura 8.7).

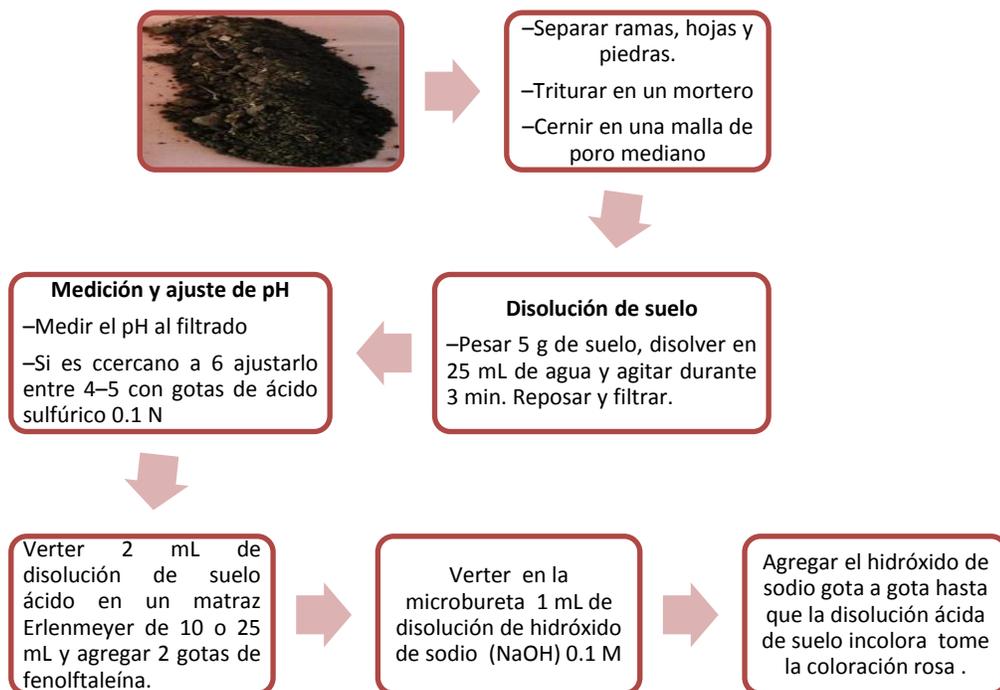


Fig. 8.5. Preparación de la muestra de disolución de suelo.

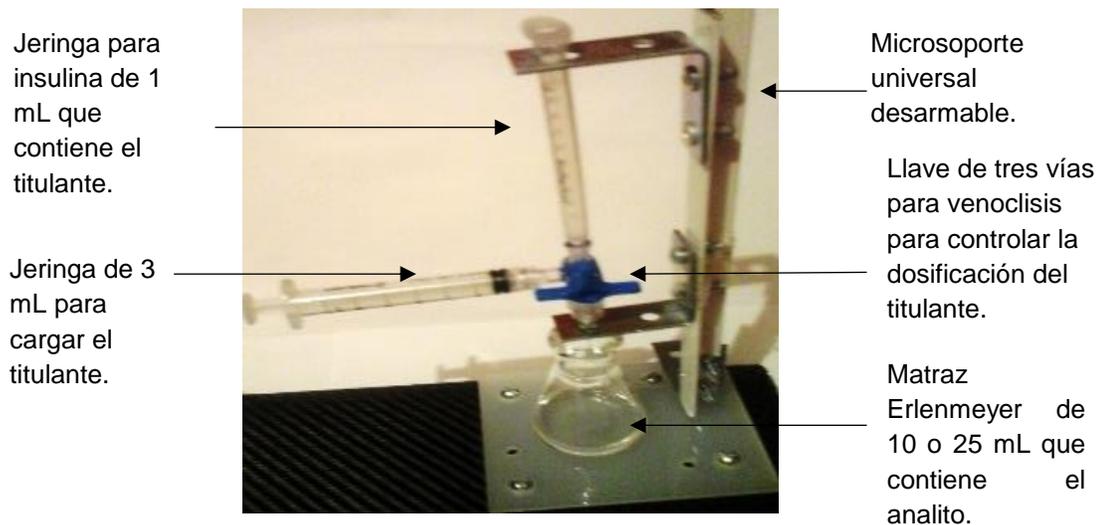


Fig. 8.6. Equipo en microescala para neutralizar.

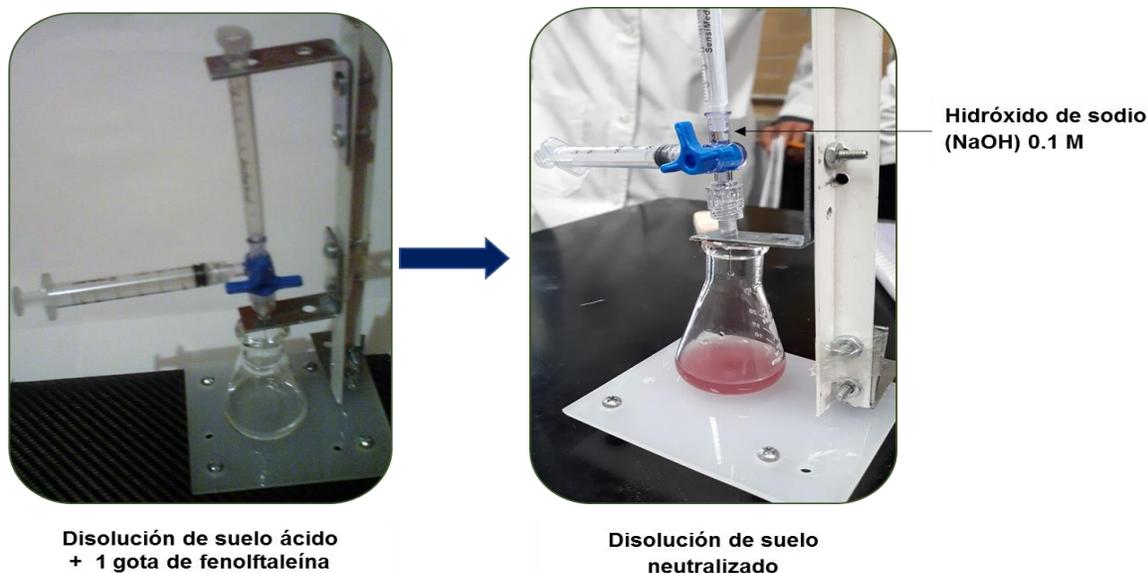


Fig. 8.7. Neutralización de la acidez del suelo a microescala

Para orientar la investigación experimental en el grupo experimental se utilizó un diagrama heurístico (Anexo 7), (Chamizo J. A., 2007) que dirige el pensamiento y la metodología hacia la solución de un problema, éste se revisó en una plenaria y con la participación de los estudiantes se complementó. En el anexo 7, se presenta la evidencia del llenado del formato heurístico, por parte de los alumnos.

Es importante mencionar, que los estudiantes pertenecen al primer año de bachillerato y no habían usado este tipo de formatos para orientarse en la actividad experimental, a pesar de ello lo complementaron con la guía del profesor y la mayoría lo encontró útil y práctico para resolver un problema experimental. El uso del diagrama les permitió relacionar una problemática de la vida cotidiana, como lo es la disminución de la fertilidad de un suelo por su acidez, con la utilidad de la química al usarse como una herramienta que puede resolver dicha problemática. El diagrama heurístico permite relacionar la parte conceptual (conceptos químicos involucrados) con la parte metodológica y el análisis de los resultados para resolver en forma argumentada un problema. En la tabla 8.1 se describe en un formato la utilización del diagrama heurístico por los equipos del grupo.

Tabla 8.1. Evaluación del uso del Diagrama Heurístico por los equipos del grupo.

Diagrama heurístico sobre: Neutralización de la acidez del suelo		Equipos
HECHOS (Se refiere a la información obtenida y/o observaciones realizadas respecto a algo que sucede en el mundo que nos lleva a formular una pregunta)		1
PREGUNTA (Enunciado de una pregunta centrada en un experimento)		4
CONCEPTOS	METODOLOGÍA	
Aplicaciones (Se refiere a los usos de lo que estamos investigando)	Procedimiento para la obtención de datos (Se refiere a lo que hacemos para obtener la información pertinente para poder contestar la pregunta)	5
Lenguaje (Se refiere a los términos que requerimos saber para responder la pregunta)	Procesamiento de los datos para obtener un resultado (Se refiere al manejo de datos y resultados en tablas, gráficas, diagramas etc. que resumen los datos obtenidos).	4
		6
Modelo (Se refiere al modelo que se usa para dar la respuesta a la pregunta)	Análisis y/o conclusión derivado de los datos (Se refiere únicamente a lo obtenido a partir de los datos procesados).	4
		4
RESPUESTA O RESULTADO (Se refiere a la explicación que responde a la pregunta, reuniendo los conceptos con la metodología o a las razones por las cuales falló el experimento, o no se puede contestar la pregunta)		4
REFERENCIAS De los hechos: De los conceptos: De la metodología:		
Autoevaluación o coevaluación		

El análisis del uso del formato heurístico para orientar la actividad experimental, muestra que de seis equipos, sólo uno identifica como **hecho** a la problemática de la acidez del suelo, la mayoría representa en hechos el experimento, cuatro equipos expresan correctamente la **pregunta**: ¿es posible neutralizar el suelo ácido? o ¿es posible neutralizar un suelo ácido con la base utilizada?; con respecto a las **aplicaciones** 5 de 6 equipos reconoce que la neutralización de los suelos ácidos mejora las cosechas o cultivos, en la parte de **lenguaje** los 6 equipos coinciden que los conceptos relacionados son: reacción de neutralización, ácido, base, sal y agua, sólo uno menciona el pH; en el **procesamiento de datos** (¿por qué se obtienen esos datos?) dos equipos reconocen que se agregó ácido sulfúrico antes de neutralizar el suelo para simular la lluvia ácida y

generar un pH ácido, 4 equipos argumentan: “porque al agregar la base al suelo ácido este se neutraliza”; en el **procedimiento y recolección de datos**, cuatro equipos de 6 diferencian con el valor de pH de 4 antes de la neutralización y después de la neutralización un pH de 8. Referente al **modelo**, como es la primera vez que utilizan el formato no se especificó como tal y en su lugar se solicitó que escribieran la ecuación de neutralización y 4 equipos de 6 escribieron correctamente la **ecuación de neutralización** y sólo 2 identificaron reactivos y productos con su nombre. En cuanto al **análisis de resultados**, 4 equipos coinciden en que **se neutralizó el suelo ácido al agregarle una base** y sólo un equipo indica **que se utilizaron 6 gotas de base hidróxido de sodio y así se pudo neutralizar dando un pH de 10**. En la **respuesta** o resultado 4 equipos de 6 respondieron en forma afirmativa argumentando con base al valor de pH medido después del cambio de coloración de incoloro a rosa al agregar la base.

Seguido de la actividad experimental cada estudiante complementó un cuestionario de integración (mismo para el grupo experimental y para el grupo control) que se muestra en el anexo 8. Se identificó en el grupo experimental que se mejoró la comprensión de la reacción de neutralización que se efectuó experimentalmente ya que 4 equipos de 6 representaron la ecuación de la reacción de neutralización. También identificaron que la acidez del suelo se debe a los iones hidrógeno (H^+) presentes en el suelo y argumentaron que el proceso de neutralización se debe a la unión de iones para formar los productos sal y agua. Con respecto al pH, comprenden que después de efectuarse la reacción de neutralización hubo un cambio en el valor de éste y lo asocian con valores de pH de 8, 9 o 10.

En la revisión del cuestionario en grupo y en equipo, se resolvieron dudas y los alumnos cuestionaron del porque si se realizó una reacción de neutralización se mide un pH de 9 a 10 después de la reacción y el profesor explicó que depende del rango de pH en el cual vira la fenolftaleína y que el ojo puede apreciar el cambio de color.

8.7 Problemática real de la acidez del suelo en México

Esta actividad se incluyó solamente en las actividades de cierre del grupo experimental y consistió en leer un texto acerca de la problemática de la acidez del suelo en el estado de Chiapas (Villar, 2009) que presenta una baja producción del cultivo de frijol, ocasionada por varios factores entre los que destaca la acidez del suelo. La estrategia que plantean los expertos para resolver el problema en el campo consiste en aplicar cal viva (óxido de calcio, CaO) en los suelos y mejorar los rendimientos del cultivo. Después de la lectura los estudiantes contestaron en forma individual preguntas referidas a las condiciones climatológicas en el estado de Chiapas, la identificación del tipo de compuesto que se forma cuando reacciona la cal viva con la humedad del suelo, la representación de la ecuación de la reacción de neutralización, tomando en cuenta los oxiácidos responsables de la acidez y el compuesto neutralizante, así como el pH esperado después de haberse efectuado la reacción de neutralización. En el anexo 9, se muestra la evidencia de la evaluación de la problemática real de la acidez del suelo en México.

En la figura 8.8 se presenta el porcentaje de respuesta al problema de aplicación por el grupo experimental. Se observa que el 90 % de estudiantes identificaron las condiciones climatológicas que condicionan la acidez del suelo, el 75 % de ellos identificaron al tipo de compuesto que corresponde a la cal viva, el compuesto que forma este al reaccionar con el agua y el pH que se espera obtener después de haber realizado la reacción de neutralización en el suelo. Sólo el 25% de estudiantes logró representar la ecuación química que corresponde a la reacción de neutralización entre el compuesto responsable de la acidez del suelo el ácido carbónico (H_2CO_3) y el hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$, que se efectuó para neutralizar la acidez del suelo. La mayoría de los estudiantes representan la ecuación de la reacción de neutralización con el hidróxido de sodio como sustancia básica, que es el compuesto neutralizante que se utilizó en la actividad experimental.

La aplicación de los aprendizajes en una problemática real hace que estos sean significativos para el estudiante, considerando que la población de estudiantes pertenece al primer año de bachillerato, la mayoría comprendió que se puede neutralizar la acidez del suelo y a la vez mejorar el cultivo de frijol utilizando un compuesto químico que corresponde a una base y que este al reaccionar con un medio ácido produce un cambio de pH a neutro o ligeramente alcalino.

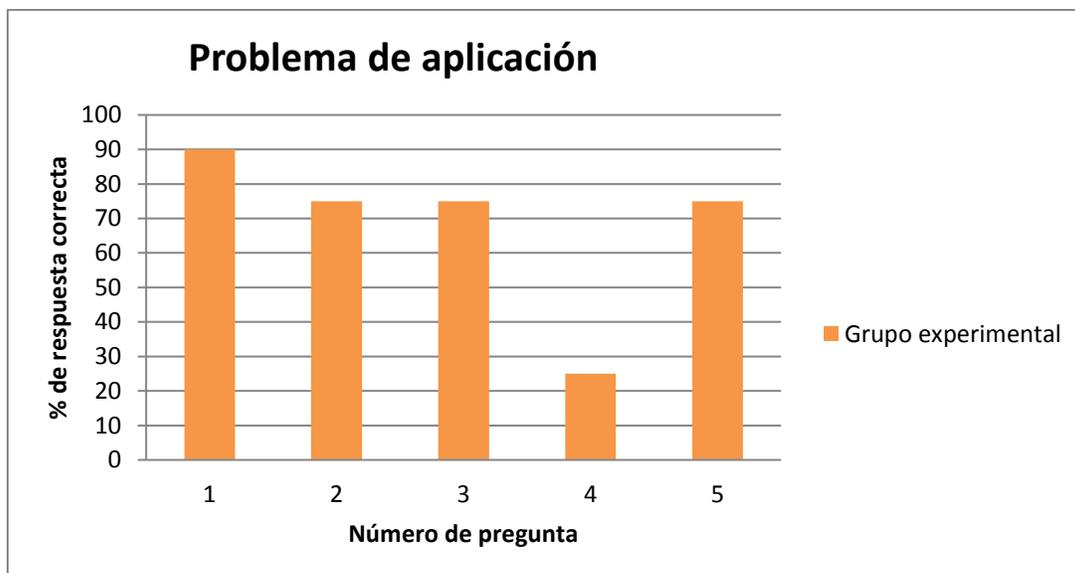


Fig. 8.8.. Porcentaje de respuesta del grupo experimental al problema de aplicación.

8.8 Evaluación final del tema

Se aplicó la misma prueba final al grupo control y al grupo experimental, que consistió en 16 preguntas relativas a: óxidos contaminantes y oxácidos que contribuyen a aumentar la acidez del suelo, el pH como medida de acidez y alcalinidad, los iones presentes en mayor cantidad en un suelo ácido, los valores óptimos de pH para el crecimiento de las plantas, los iones que no se encuentran disponibles en un suelo ácido, la teoría de Arrhenius para definir a un ácido y a una base, tipo de compuestos más utilizados en el campo agrícola para neutralizar la acidez del suelo, características principales de una reacción química, tipo de compuestos que reaccionan en una reacción de neutralización, identificación de las reacciones de neutralización en ecuaciones químicas, complementación de una ecuación química de neutralización con el nombre de los productos y el pH que corresponde a los productos (Anexo 10), se presenta el instrumento de evaluación con las correspondientes respuestas de uno de los alumnos del grupo experimental.

En el gráfico 8.10 se muestran los porcentajes de respuestas correctas en el grupo control y el grupo experimental de forma global y comparativa. A continuación se analiza la respuesta a cada pregunta de la evaluación final.

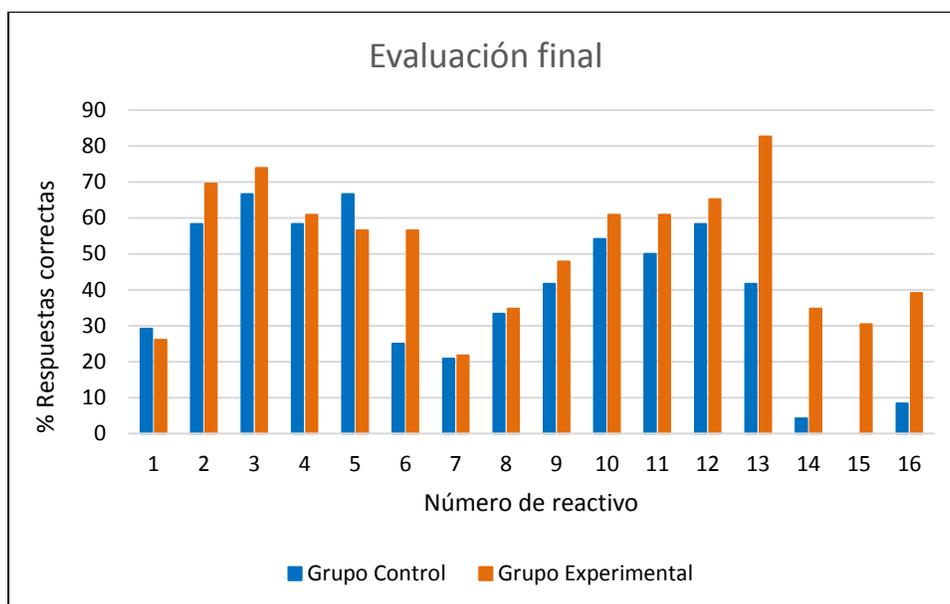


Figura 8.10. Resultados de la evaluación final.

Pregunta 1: *Los óxidos contaminantes que generan principalmente la acidez del suelo son:*

La frecuencia de respuesta correcta y el porcentaje respectivo para el grupo control y el grupo experimental se muestran en la tabla 8.2.

Tabla 8.2 Frecuencia y % de respuesta correcta a la pregunta 1.

Opciones de respuesta	Grupo control (24 alumnos)		Grupo experimental (23 alumnos)	
	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)
a) MgO y K ₂ O b) CO ₂ y SO ₂ c) CH ₄ y CF ₄ d) Ca(OH) ₂ y NaOH	7	29.1	6	26

Las opciones de respuesta correspondían a fórmulas químicas de óxidos metálicos, óxido de magnesio (MgO) y óxido de potasio (K₂O); óxidos no metálicos, dióxido de carbono (CO₂) y dióxido de azufre (SO₂) que corresponden a la respuesta correcta; hidróxidos

metálicos como el hidróxido de sodio (NaOH), hidróxido de calcio (CaOH); todos los tipos de compuestos anteriores y las fórmulas químicas corresponden a aprendizajes previos de química I; también se incluyeron como opción de respuesta las fórmulas químicas de compuestos que contenían al elemento carbono como el tetrafluorocarbono (CF₄) y el metano (CH₄) que no corresponden a aprendizajes previos de química I y II, pero más bien se utilizaron como distractores de respuesta.

En la figura 8.11 se presentan los aciertos del grupo experimental y del grupo control. En la gráfica se representaron los porcentajes de aciertos a la pregunta y muestra que el grupo control presentó un 29% de respuesta correcta y el grupo experimental un 26%, en ambos grupos el porcentaje fue bajo, esto se puede deber a que los alumnos presentaron dificultades en la identificación de las fórmulas químicas que corresponden los óxidos no metálicos que son las principales fuentes contaminantes que generan la acidez del suelo, el tema de nomenclatura se consideró como conocimiento previo de los estudiantes y no se enfatizó en ella durante el proceso de enseñanza aprendizaje de la propuesta didáctica.

Cabe hacer mención que la lectura de lluvia ácida que se tomó como texto referente para activar los conocimientos previos del tema, se indica que las “sustancias responsables de la lluvia ácida son los óxidos de azufre (SO₂) y de nitrógeno (NO₂) que se clasifican como contaminantes primarios”, también se hace mención en el texto que la acidez natural del suelo se debe a la producción del dióxido de carbono (CO₂) debido a la descomposición de la materia orgánica; a pesar de incluir la nomenclatura en la lectura, los alumnos presentaron dificultades para reconocer las fórmulas respectivas de dichos óxidos.

La literatura especializada en la enseñanza de las ciencias señala que una de las dificultades en el aprendizaje de la química se debe a la complejidad del nivel representacional que se basa en el uso de símbolos y fórmulas para interpretar la composición de la materia (Montagut, 2010).

Además el lenguaje químico implica un complejo sistema de representación en permanente interacción con los modelos teóricos. Esta interacción se da por la relación existente entre los niveles de abstracción creciente que lo conforman (Jacob, 2001), citado en (Farré, 2014). “El primer nivel de abstracción (N1) es el simbólico, que corresponde a la simbología química utilizada para representar a las sustancias y las reglas formales que regulan su uso (ej: símbolos químicos, fórmulas y las ecuaciones

químicas). El segundo (N2), el relacional, contiene el vocabulario apropiado para hablar sobre las sustancias, una especie de metalenguaje que incluye nuevos términos como abstractores (ej.: palabras como ‘elementos’ o ‘compuestos’). El tercer nivel (N3), el modélico, incluye términos para usar y discutir sobre los abstractores, como parte de leyes, modelos y teorías en un contexto general” (Farré, 2014).

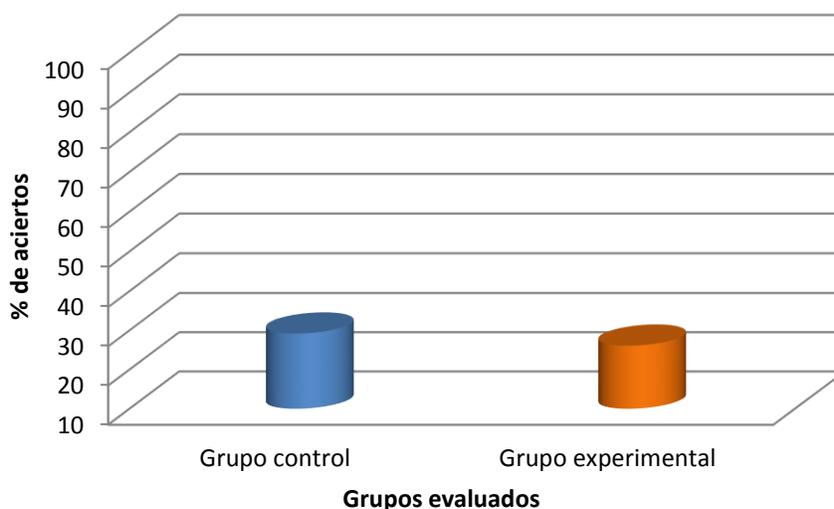


Figura 8.11. Resultados de la respuesta a la pregunta 1.

Pregunta 2: *¿Qué oxiácidos contribuyen a aumentar la acidez del suelo?*

La tabla 8.3 muestra la frecuencia de respuesta correcta para el grupo control y el grupo experimental, así como los porcentajes respectivos de cada grupo.

Tabla 8.3 Frecuencia y % de respuesta correcta a la pregunta 2.

Opciones de respuesta	Grupo control (24 alumnos)		Grupo experimental (23 alumnos)	
	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)
a) HCl, HF y HBr	14	58.3	16	69.5
b) HCl, HNO ₃ y HF				
c) H ₂ CO ₃ , HNO ₃ y H ₂ SO ₄				
d) H ₃ PO ₄ , HCl y H ₂ CO ₃				

Las opciones de respuesta de esta pregunta también se refieren a la identificación de las fórmulas químicas que corresponden al ácido carbónico (H_2CO_3), ácido nítrico (HNO_3) y ácido sulfúrico (H_2SO_4); se incluyen en los demás incisos las fórmulas químicas de otro oxiácido como el ácido fosfórico (H_3PO_4) y fórmulas de hidrácidos como el ácido clorhídrico (HCl), ácido fluorhídrico (HF) y ácido bromhídrico (HBr). Todas las fórmulas químicas incluidas en ésta pregunta corresponden a aprendizajes previos al tema de la propuesta didáctica, ya que esta se inserta en aprendizajes finales de química II. En la figura 8.12 se muestran los resultados y a diferencia de la pregunta 1 que también se refiere a la identificación de fórmulas químicas de compuestos, el porcentaje de aciertos obtenidos en el grupo control es el doble y en el grupo experimental representa más del doble del porcentaje de respuesta correcta.

El grupo control presentó el 58.3% de respuestas correctas y en el grupo experimental el 69.6%, los resultados fueron cercanos en ambos grupos y la nomenclatura respectiva se incluía en la lectura de lluvia ácida que hacía referencia a la formación de oxiácidos y en la actividad experimental, en la cual los estudiantes simulaban los efectos de la lluvia ácida en el suelo utilizando ácido sulfúrico, para poder efectuar la reacción de neutralización con una base; ambas actividades se aplicaron de la misma forma en el grupo control y en el grupo experimental, tal vez la actividad experimental fue significativa para que los estudiantes identificaran las fórmulas de los oxiácidos que contribuyen a aumentar la acidez del suelo, constituyendo al lenguaje químico como un mediador que le permitió al estudiante la construcción de representaciones mentales de reacciones, condición necesaria para el aprendizaje de la química en el nivel submicroscópico (nanoscópico) y al mismo tiempo, como forma de representación externa que se transformó en un amplificador cognitivo y un instrumento de pensamiento; por lo tanto se debe tener en cuenta los procesos a través de los cuales los estudiantes aprenden a reconocer y a usar fórmulas particulares y las dificultades que comprende dicho aprendizaje (Lorenzo y Pozo, 2010), citado en (Farré, 2014).

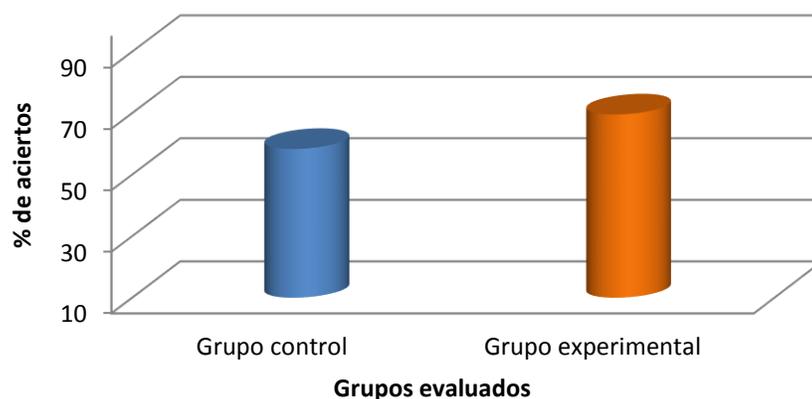


Figura 8.12. Resultados de la respuesta a la pregunta 2.

La diferencia a favor en el porcentaje de aciertos para el grupo experimental, se puede deber a que este grupo realizó una actividad adicional de investigación documental relacionada con la neutralización de suelos ácidos en el campo agrícola y de exposición en un cartel, en el que representaron las ecuaciones químicas de las reacciones de neutralización efectuadas en la práctica cotidiana. Para ello se solicitó que consideraran que la acidez del suelo se debía principalmente a la presencia de los oxiácidos responsables de la lluvia ácida (ácido sulfúrico (H_2SO_4), ácido nítrico (HNO_3) y, el ácido carbónico (H_2CO_3) se analizó como el ácido que se forma principalmente de manera natural por la reacción entre el dióxido de carbono (CO_2) producido por la descomposición de la materia orgánica y el agua presente en el suelo.

Pregunta 3: ¿Qué factores determinan en mayor medida la acidez del suelo?

Las opciones de respuesta y la frecuencia de respuesta correcta se presentan en la tabla 8.4 para los grupos evaluados.

Las opciones de respuesta comprendían: la emisión de gases contaminantes, este aprendizaje se incluyó en la lectura de lluvia ácida (Anexo 3), en la que se explica de forma clara como se forman los ácidos que generan la acidez del suelo a partir de los principales gases contaminantes; la siguiente opción de respuesta se refería a la cantidad de materia orgánica que se abordó tanto en la lectura de lluvia ácida como en la presentación del profesor que a partir de la descomposición de la materia orgánica se

genera dióxido de carbono (CO₂) que al reaccionar con el agua forma el ácido carbónico (H₂CO₃) responsable de la acidez natural del suelo, la cual se altera por las actividades de combustión generadas por los humanos. También se incluyó en otra opción a la temperatura y la tala de bosques que correspondían a factores de menor relevancia.

Tabla 8.4 Frecuencia y % de respuesta correcta a la pregunta 3.

Opciones de respuesta	Grupo control (24 alumnos)		Grupo experimental (23 alumnos)	
	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)
a) La emisión de gases contaminantes b) La cantidad de materia orgánica c) La temperatura d) La tala de bosques	16	66.7	17	73.9

Esta pregunta hace énfasis en los factores que determinan en mayor medida la acidez del suelo y las opciones de respuesta correcta correspondían a la emisión de gases contaminantes y la cantidad de materia orgánica, para cuestiones de evaluación sólo se tomó en cuenta como respuesta correcta a la emisión de gases contaminantes. Los resultados de porcentaje de aciertos para el grupo control y el grupo experimental se muestran en la figura 8.13.

El gráfico muestra que el 66.6% de alumnos del grupo control contestaron acertadamente la pregunta y el 73.9% del grupo experimental tuvieron la respuesta correcta, el resultado en ambos grupos fue muy cercano, hecho que se puede deber a que las opciones de respuesta a que en ambos grupos se estudió el contenido de la pregunta en dos actividades iguales, en la lectura de lluvia ácida y en la exposición del profesor que presentó la delimitación del tema, la cual muestra que a partir de los procesos de descomposición de la materia orgánica humificación (formación de ácidos húmicos y ácidos fúlvicos), así como del proceso de mineralización se generan iones hidrógeno (H⁺) que contribuyen a la acidez del suelo. El incremento en el porcentaje de respuesta correcta para el grupo experimental se puede atribuir a una actividad de investigación documental en la página de la FAO acerca de las causas y consecuencias de la acidez del suelo y a la realización de una presentación en PowerPoint para exponer ante grupo.

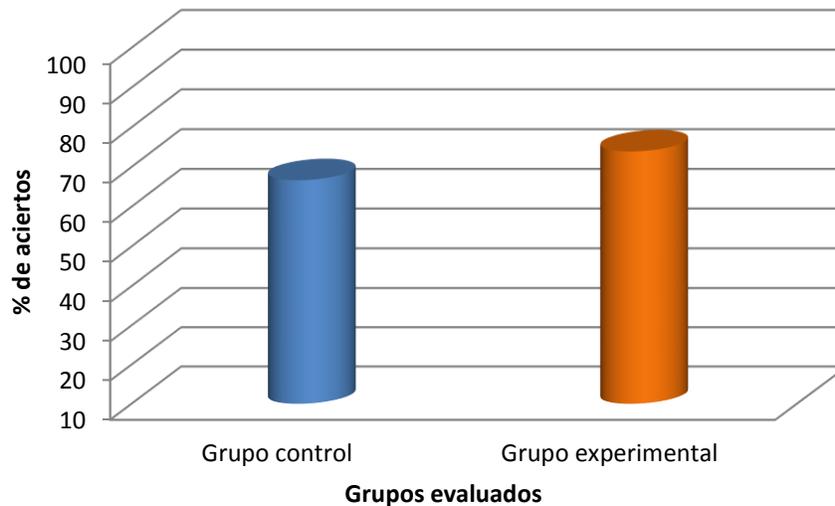


Figura 8.13. Resultados de la respuesta a la pregunta 3.

Pregunta 4: *El pH de una sustancia, es un valor que corresponde al grado de:*

Las opciones de respuesta a esta pregunta y la frecuencia de respuesta correcta con sus respectivos porcentajes se muestran en la tabla 8.5 para ambos grupos.

Tabla 8.5 Frecuencia y % de respuesta correcta a la pregunta 4.

Opciones de respuesta	Grupo control (24 alumnos)		Grupo experimental (23 alumnos)	
	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)
a) Acidez				
b) La cantidad de iones K ⁺	14	14	58.3	60.9
c) La cantidad de agua				
d) Alcalinidad				

Se presentan cuatro opciones de respuesta: acidez, cantidad de iones potasio, cantidad de agua y alcalinidad. Los resultados de aciertos a esta pregunta para el grupo experimental y el grupo control se presentan en la figura 8.14.

Se puede apreciar en el gráfico que ambos grupos presentaron un porcentaje similar de respuesta correcta (58.3% y 60.9% para el grupo control y experimental, respectivamente). Esta pregunta presenta dos opciones de respuesta correcta: acidez y alcalinidad de una sustancia; para cuestiones de evaluación sólo se contabilizó como respuesta correcta a el grado de acidez, debido a que durante el estudio del tema reacción de neutralización de la acidez del suelo, las actividades están orientadas a la relación del pH ácido con el grado de acidez del suelo y la relación del grado de alcalinidad con el pH sólo se abordan en ambos grupos en la presentación del profesor para explicar la disponibilidad de los iones en el suelo con base al valor de pH y en la actividad experimental cuándo se analizó el valor de pH inicial de suelo (pH ácido) y el pH final del suelo (pH ligeramente alcalino), después de haber neutralizado el suelo ácido.

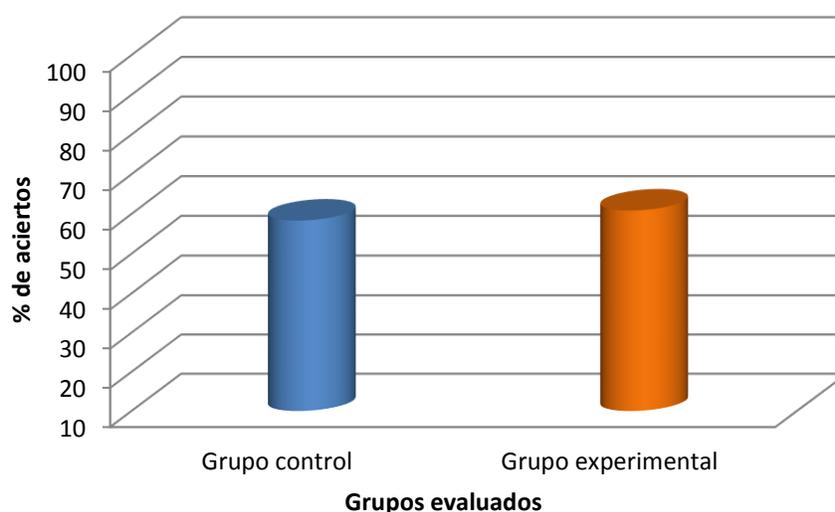


Figura 8.14. Resultados de la respuesta a la pregunta 4.

Se puede apreciar una mejora sustantiva de aciertos de respuesta correcta en la evaluación final de un 58 y 60% para el grupo control y el grupo experimental respectivamente, en comparación con la evaluación diagnóstica que incluyó la misma pregunta con una redacción diferente; en ambos grupos se obtuvieron porcentajes de respuesta correcta cercanos al 21% de aciertos (la respuesta correcta sólo correspondía a la relación del pH con la acidez del suelo); también en otra pregunta de la evaluación diagnóstica los estudiantes relacionan el pH ácido con la acidez del jugo de limón, tanto

en el grupo experimental como en el grupo control con un porcentaje cercano al 80%; lo anterior hace referencia a las ideas alternativas arraigadas que están presentes en los alumnos (Alvarado, 2013).

Los resultados comparativos de la evaluación final y la evaluación diagnóstica indican que en el grupo experimental y en el grupo control mejoraron la comprensión del significado de pH con porcentajes de aciertos muy similares, pero no hubo una mejoría diferenciada para el grupo experimental en la evaluación final; esto se puede deber a que en ambos grupos se abordó el significado de pH con las mismas actividades y a pesar de que el grupo experimental resolvió en equipo una problemática real de la acidez del suelo y la relación con el pH, como actividad de cierre, esta no fue significativa para marcar una diferencia en el aprendizaje del significado de pH.

Pregunta 5: *Un suelo ácido tiene mayor cantidad de iones:*

La tabla 8.6 muestra los resultados obtenidos por el grupo control y el grupo experimental en la evaluación de esta pregunta.

Tabla 8.6 Frecuencia y % de respuesta correcta a la pregunta 5.

Opciones de respuesta	Grupo control (24 alumnos)		Grupo experimental (23 alumnos)	
	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)
a) Magnesio (Mg^{2+}) b) Cloro (Cl^{-}) c) Protones (H^{+}) d) Nitratos (NO_3^{-})	16	66.7	13	56.5

Como opciones de respuesta se presentan los iones: Magnesio (Mg^{2+}), cloro (Cl^{-}), protones (H^{+}) y nitratos (NO_3^{-}). Esta pregunta es referente a la cantidad de iones que generan la acidez del suelo, el aprendizaje se relaciona con el significado de pH y con el concepto de ácido, el cual se empezó a estudiar desde la lectura de lluvia ácida identificando a los ácidos que generan la lluvia ácida y posteriormente se explicó la definición de ácido con base a la teoría de Arrhenius por el profesor en la presentación en PowerPoint (Anexo 5) que presentó la delimitación del tema de estudio; para el grupo

control y el grupo experimental por igual. El porcentaje de aciertos a esta pregunta para ambos grupos se aprecia en la figura 8.15..

El grupo control presento 66.6 % de aciertos en la respuesta y el grupo experimental 56.5%, porcentajes cercanos pero con una diferencia de diez unidades a favor en el grupo control, tal vez en éste grupo favoreció que el proceso de enseñanza aprendizaje fue en una sesión de 2 horas y con base a un estudio realizado en estudiantes mexicanos de bachillerato sobre dificultades en el aprendizaje de acidez y basicidad, los alumnos optan por una aprendizaje memorístico de conceptos (Alvarado, 2013); además de que el recordar un hecho, dato o definición corresponde a un objetivo cognitivo de conocimiento y a un nivel 1 de aprendizaje con base a la taxonomía de Bloom; por consiguiente es de esperarse que los alumnos del grupo experimental respondieran la pregunta utilizando su memoria a corto plazo; en cambio en el grupo experimental se aplicó la evaluación final en la novena sesión de un tiempo didáctico de 9 horas.

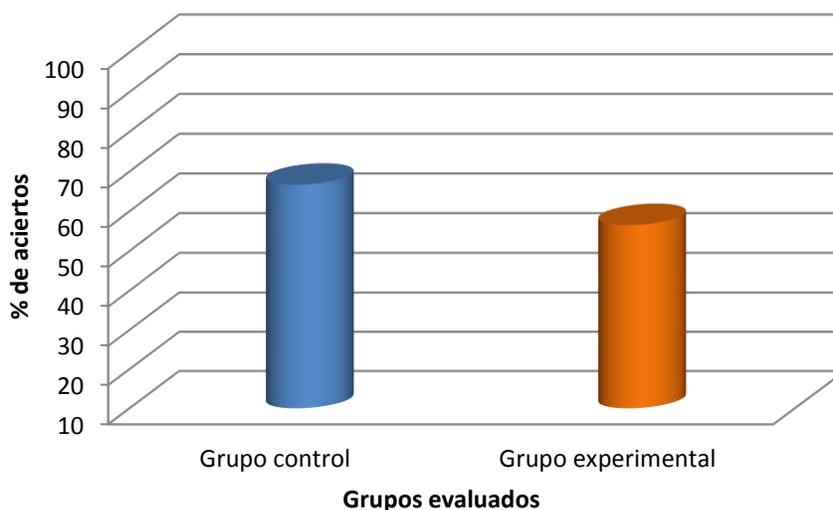


Figura 8.15. Resultados de la respuesta a la pregunta 5.

Pregunta 6: *¿Cuáles son los valores óptimos de pH para el crecimiento de los cultivos?*

En la tabla 8.7 se muestran la frecuencia de respuesta correcta para el grupo control y el grupo experimental y los porcentajes correspondientes.

Tabla 8.7 Frecuencia y % de respuesta correcta a la pregunta 6.

Opciones de respuesta	Grupo control (24 alumnos)		Grupo experimental (23 alumnos)	
	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)
R. _____	6	25	13	56.5

Esta pregunta corresponde a una pregunta abierta y los estudiantes debían escribir un intervalo de valores de pH, dicha información se presentó en la exposición en PowerPoint por el profesor y en la introducción a la actividad experimental para neutralizar la acidez del suelo a microescala ; para cuestiones de evaluación se evaluó como respuesta correcta si los estudiantes escribían el intervalo numérico de pH, valor cercano o en forma escrita (cercano a un pH neutro). En la figura 8.16. se aprecian los porcentajes de respuesta correcta para el grupo control y el grupo experimental.

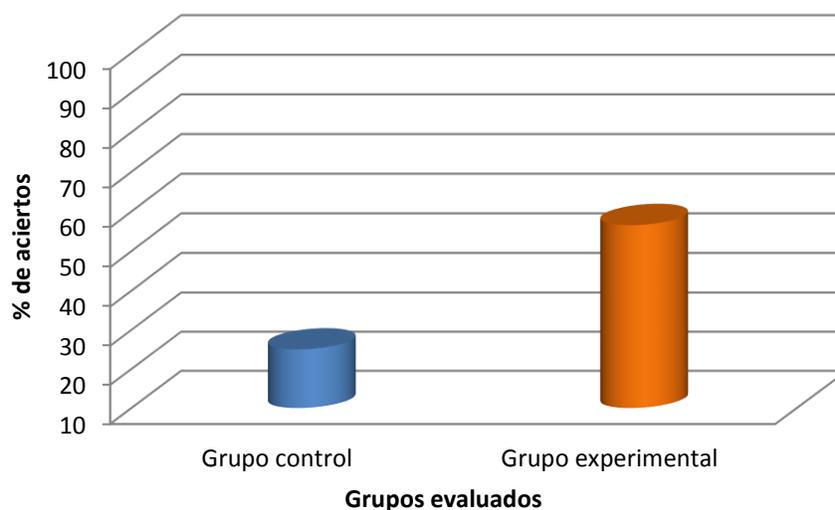


Figura 8.16. Resultados de la respuesta a la pregunta 6.

En el grupo control sólo el 25% de los estudiantes contestó de una forma acertada, en contraste con el grupo experimental que el porcentaje de respuesta correcta fue de 56.5% que significa el doble de aciertos obtenidos, esta significativa diferencia se puede deber a que la pregunta se relaciona con la en la actividad de investigación documental realizada

por el grupo experimental acerca de las problemáticas de la acidez del suelo con la producción de alimentos en la página de la FAO, tal actividad corresponde a la propuesta didáctica basada en el modelo de investigación orientada (guiada); para realizar la investigación documental se proporcionó a los estudiantes un documento guía para que orientaran su investigación y una lista de cotejo para que comprobaran que su investigación estaba completa y finalmente elaboraran una presentación; los resultados demuestran que dicha investigación fue significativa para los estudiantes. Para el grupo control no se incluyó el proceso de investigación documental. La dificultad del aprendizaje que se evalúa en esta pregunta es de nivel 1, porque consiste en recordar un dato, pero el grado de dificultad de la pregunta es mayor que el de una pregunta cerrada, ya que no se presenta ninguna opción que oriente a la respuesta, es por ello que este hecho reafirma que el proceso de enseñanza aprendizaje de investigación favorece a que los estudiantes reafirmen un conocimiento que implique reconocer información.

Pregunta 7: *¿Qué iones no se encuentran disponibles en el suelo ácido, para el buen desarrollo de las plantas?*

En la tabla 8.8 se pueden apreciar la frecuencia de respuesta correcta para cada grupo, así como los porcentajes respectivos de cada grupo evaluado y se presentan en la figura 8.17.

Tabla 8.8 Frecuencia y % de respuesta correcta a la pregunta 7.

Opciones de respuesta	Grupo control (24 alumnos)		Grupo experimental (23 alumnos)	
	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)
R. _____	5	5	20.8	21.7

Esta pregunta es abierta y además de representar una dificultad mayor que una pregunta cerrada con opciones de respuesta, presenta la dificultad del nivel de aprendizaje que se está evaluando, ya que los estudiantes deben recordar primero (nivel 1) las características de un suelo ácido y después los nombres o fórmulas respectivas de los iones que no se encuentran disponibles y en este paso se

presenta un proceso de relación cognitiva de comprensión y corresponde a (nivel 2), con base a la taxonomía de Bloom. La respuesta correcta corresponde a los iones potasio (K^+), magnesio (Mg^{2+}) y calcio (Ca^{2+}), para cuestiones de evaluación y por el grado de dificultad, se contabilizó como respuesta correcta si el estudiante escribía al menos el nombre o la fórmula de dos iones que no se encuentran disponibles en un suelo ácido.

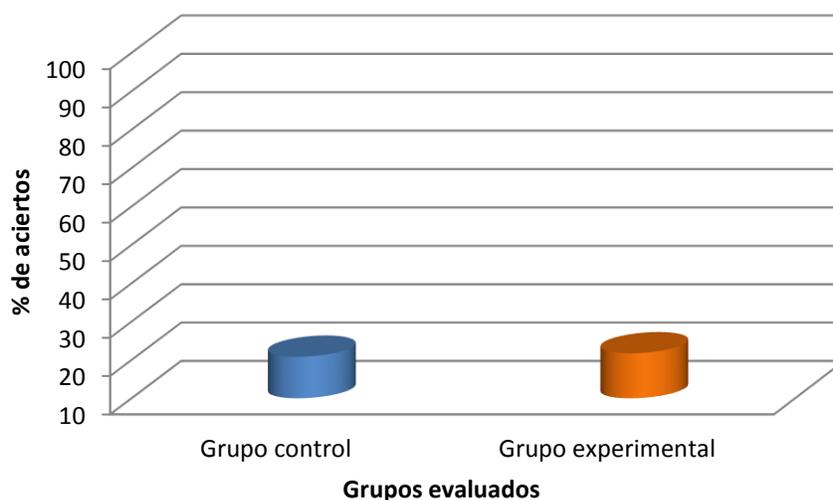


Figura 8.17. Resultados de la respuesta a la pregunta 7.

El grupo control y el grupo experimental presentaron un porcentaje de respuesta bajo del 20.8% y 21.7%, respectivamente. Esto se puede deber a que el proceso de enseñanza aprendizaje fue similar en ambos grupos, la respuesta a esta pregunta sólo se presentó como información en la presentación de la delimitación del tema por parte del profesor (Anexo 5) y en la introducción de la actividad experimental a microescala para neutralizar la acides del suelo, en ambas actividades se hizo énfasis en las consecuencias de un pH ácido en la nutrición de las plantas.

Pregunta 8: *Una reacción química se caracteriza, ¿por qué?*

Los resultados de respuesta correcta a esta pregunta se aprecian en la tabla 8.9 para el grupo control y el grupo experimental.

Tabla 8.9 Frecuencia y % de respuesta correcta a la pregunta 8.

Opciones de respuesta	Grupo control (24 alumnos)		Grupo experimental (23 alumnos)	
	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)
a) Los átomos de los elementos cambian b) No se forman nuevas sustancias c) Las propiedades de las sustancias que reaccionan cambian d) Libera o requiere energía	8	33.3	8	34.8

Las opciones de respuesta corresponden a: los átomos de los elementos cambian, no se forman nuevas sustancias, las propiedades de las sustancias cambian, libera o requiere energía. La respuesta corresponde a dos opciones: las propiedades de las sustancias cambian y libera o requiere energía, para cuestiones de evaluación se contabilizó al menos una opción de respuesta correcta.

Esta pregunta tenía la intención de evaluar si los estudiantes habían comprendido al menos una característica que les permitiera identificar a una reacción química, después del proceso de enseñanza–aprendizaje del tema “reacción de neutralización de la acidez del suelo”, para el grupo control la actividad relacionada directamente con la pregunta fue la reacción de neutralización de la acidez del suelo a microescala con indicador visual, para el grupo experimental los estudiantes realizaron actividades de investigación documental acerca de las reacciones de neutralización en el campo agrícola, además de realizar la actividad experimental de neutralización de la acidez del suelo a microescala (misma actividad realizada por el grupo control). Los porcentajes de respuesta correcta por ambos grupos se muestran en la figura 8.18.

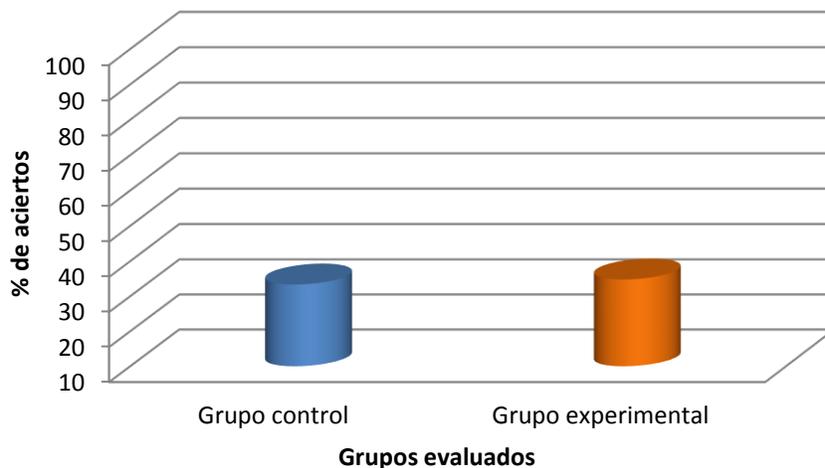


Figura 8.18. Resultados de la respuesta a la pregunta 8.

Los resultados de evaluación muestran que ambos grupos presentaron un porcentaje de respuesta similar del 33.3% y 34.8% para el grupo control y el grupo experimental, respectivamente. El aprendizaje que se evalúa en la pregunta corresponde a un nivel 2 de comprensión e interpretación, según la taxonomía de Bloom. Esta pregunta también se integró en la evaluación diagnóstica y a pesar de que se revisaron los resultados en el grupo experimental, los alumnos conservaron la idea alternativa de que cambian las sustancias y también cambian los átomos que componen a los elementos; además se deduce que para el grupo experimental no fue significativa la actividad de investigación documental de las reacciones de neutralización que se efectúan en el campo agrícola para identificar lo que caracteriza una reacción química.

En el estudio de la química se destacan al menos tres niveles de representación: el macroscópico (sensorial), el simbólico (ecuaciones, fórmulas) y el submicroscópico (partículas). Johnstone (1982; 1991) citado en (Raviolo, 2011) que agrega al nivel submicroscópico el nanoscópico. Estos niveles también se aplican al estudio de las reacciones químicas y cuya definición según Chang (1999) “Es un proceso en el cual una sustancia (o sustancias) cambia para formar una o más sustancias nuevas”, citado en (Raviolo, 2011). Con éstos antecedentes teóricos se esperaba que tanto el grupo control y el grupo experimental al realizar la reacción de neutralización a microescala con indicador visual, identificaran a nivel macroscópico (sensorial) *el cambio de las propiedades de las sustancias* (cambio de pH de ácido a pH ligeramente alcalino); sin embargo en ambos grupos el porcentaje de respuesta demuestra que no relacionaron el cambio de pH con

una reacción química, probablemente faltó promover la relación del cambio de propiedades con la formación de nuevas sustancias para mejorar la comprensión de las características de una reacción química.

Pregunta 9: *¿Qué tipo de compuesto se utiliza en la neutralización de la acidez del suelo?*

Las opciones de respuesta y la frecuencia de respuesta correcta se muestran en la tabla 8.10 para los grupos evaluados.

Tabla 8.10 Frecuencia y % de respuesta correcta a la pregunta 9.

Opciones de respuesta	Grupo control (24 alumnos)		Grupo experimental (23 alumnos)	
	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)
a) Ácido b) Sal c) Base d) Óxido	10	41.7	11	47.8

Las opciones de respuesta de esta pregunta corresponden a los compuestos: ácido, sal, base y óxido; cuya respuesta correcta corresponde al compuesto “base”. Tanto en el grupo control como en el experimental, se promovió a la reflexión del uso de un compuesto básico para neutralizar la acidez del suelo en la lectura de lluvia ácida y se aplicó en la reacción de neutralización de la acidez del suelo con indicador visual a microescala; además el grupo experimental realizó una investigación documental de los compuestos básicos que se utilizan en el campo agrícola para neutralizar la acidez del suelo y los resultados evidencian que dicha investigación no marco gran diferencia en el porcentaje de respuesta correcta a la pregunta. En la figura 8.19 se muestran los porcentajes de respuesta correcta para el grupo experimental y el grupo control.

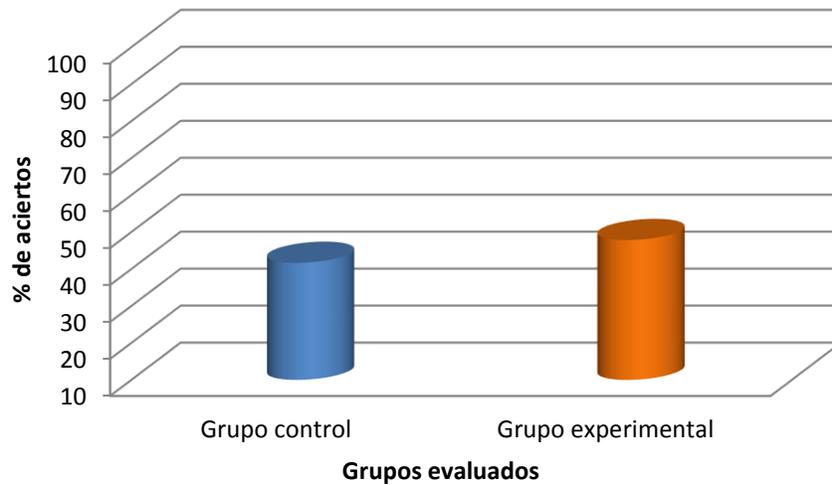


Figura 8.19. Resultados de la respuesta a la pregunta 9.

El grupo control y el grupo experimental tienen porcentajes de respuesta similares, el 46% y el grupo experimental de 47%. El nivel de aprendizaje a evaluar por la pregunta planteada corresponde a un nivel 3 (de aplicación), según la taxonomía de Bloom, porque los estudiantes deben relacionar el tipo de compuesto con su propiedad que le permita neutralizar la acidez del suelo (que corresponde a un contexto de su entorno).

Pregunta 10: *¿Qué teoría considera a un ácido, como la sustancia que forma iones H^+ y a una base como la sustancia que forma iones OH^- , en disolución acuosa?*

En la tabla 8.11 se muestran los aciertos (frecuencia de respuesta correcta) obtenidos por el grupo control y el grupo experimental.

Tabla 8.11 Frecuencia y % de respuesta correcta a la pregunta 10.

Opciones de respuesta	Grupo control (24 alumnos)		Grupo experimental (23 alumnos)	
	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)
a) Teoría de Brønsted–Lowry	13	54.2	14	60.9
b) Teoría de Arrhenius				
c) Teoría de Lewis				
Teoría atómica				

Las opciones de respuesta a esta pregunta corresponden a: teoría de Brønsted–Lowry, teoría de Arrhenius, teoría de Lewis y teoría atómica; la respuesta correcta corresponde a la teoría de Arrhenius y se refiere a la definición de ácido y base en medio acuoso. El contenido de esta pregunta también se abordó en la evaluación diagnóstica por igual para ambos grupos pero con diferente redacción.

El aprendizaje evaluado en esta pregunta corresponde a un nivel 2 (comprensión) porque el estudiante debe relacionar el concepto con la teoría respectiva (que corresponde a una generalización bajo ciertas circunstancias). Este aprendizaje se puntualizó por el profesor en la exposición de la delimitación del tema de reacción de neutralización (Anexo 5). En la figura 8.20 se muestran los porcentajes de la respuesta correcta obtenidos por el grupo experimental y el grupo control.

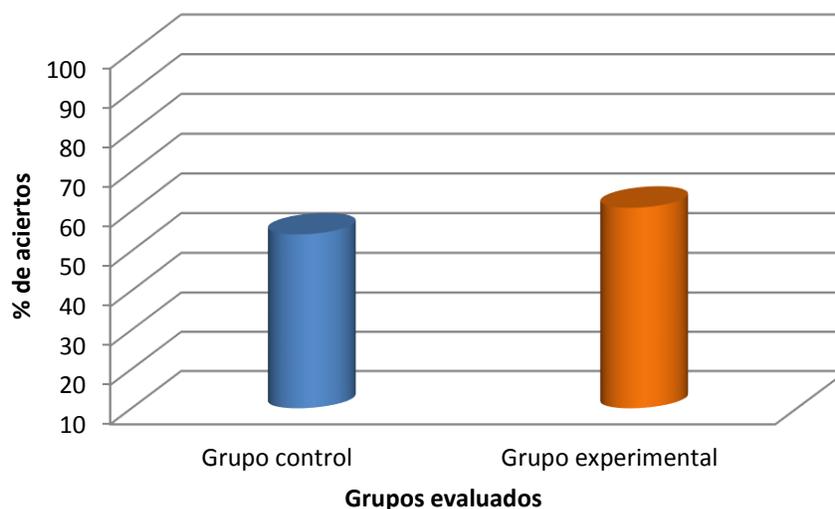


Figura 8.20. Resultados de la respuesta a la pregunta 10.

El grupo control presenta el 54.2% y el grupo experimental el 60.9%, de respuesta correcta. La diferencia a favor que presenta el grupo experimental y sólo es de 6.7% esto se puede deber a que la propuesta didáctica se orienta más a promover actividades de indagación referidas a la problemática de acidez del suelo y como neutralizarla utilizando compuestos químicos (bases) y no se profundiza en las diferentes teorías que definen a un ácido y una base.

Estudios realizados en estudiantes de bachillerato demuestran que las dificultades en el aprendizaje de las teorías ácido–base consisten en: que los alumnos no distinguen entre

realidad y modelos e identifican difícilmente ácidos y bases con criterios distintos al de Arrhenius y manifiestan dificultad para incorporar nuevos conceptos a partir de él; también presentan dificultades, para comprender que el agua participa como reactivo y no sólo como disolvente (Alvarado, 2013); es por ello que algunos estudiantes no discriminan entre las teorías presentadas como opción de respuesta y contestaron como respuesta correcta la teoría atómica o la teoría de Lewis.

Pregunta 11: *¿Qué compuestos son utilizados en la práctica agrícola para neutralizar los suelos ácidos?*

En la tabla 8.12 se aprecia la frecuencia de respuesta correcta a la pregunta así como los porcentajes respectivos para los grupos evaluados.

Tabla 8.12 Frecuencia y % de respuesta correcta a la pregunta 11

Opciones de respuesta	Grupo control (24 alumnos)		Grupo experimental (23 alumnos)	
	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)
a) Ca(OH)_2 , Mg(OH)_2 b) CuO , Na_2O c) HCl , H_2CO_3 d) KCl , NaCl	12	50	14	60.9

Esta pregunta se encuentra directamente relacionada con la problemática que contextualiza el tema de estudio en la vida cotidiana de los estudiantes, las opciones de respuesta se presentan con fórmulas químicas que corresponden a los siguientes pares de compuestos: hidróxido de calcio (Ca(OH)_2) e hidróxido de magnesio (Mg(OH)_2), óxido de cobre II (CuO) y óxido de sodio (Na_2O), ácido clorhídrico (HCl) y ácido carbónico (H_2CO_3), cloruro de potasio (KCl) y cloruro de sodio (NaCl); la respuesta correcta corresponde a las fórmulas de los compuestos básicos (hidróxidos). Los porcentajes de respuesta correcta para el grupo control y el grupo experimental se aprecian en la figura 8.21.

El grupo experimental presentó un 60.9% de aciertos comparado con el grupo control que sólo presenta un 50%. Esta diferencia de puntos de ventaja se puede relacionar con la actividad de investigación documental orientada que realizó el grupo experimental para

conocer de qué forma se neutraliza la acidez del suelo en el campo agrícola, para dicha investigación se solicitó a los estudiantes la investigación en equipo, acerca del método de encalado para remediar la acidez del suelo en el campo agrícola con diferentes sustancias básicas como: óxido de calcio, CaO (cal viva), hidróxido de calcio, Ca(OH)_2 (cal apagada), carbonato de magnesio, MgCO_3 (Magnesita), carbonato de calcio, CaCO_3 (calcita), óxido de magnesio, MgO e hidróxido de magnesio, Mg(OH)_2 . Se orientó la investigación con un formato en el que se solicitó el nombre y la fórmula del compuesto elegido para neutralizar la acidez del suelo. Dicha investigación la presentaron los estudiantes en equipo en un cartel ante grupo.

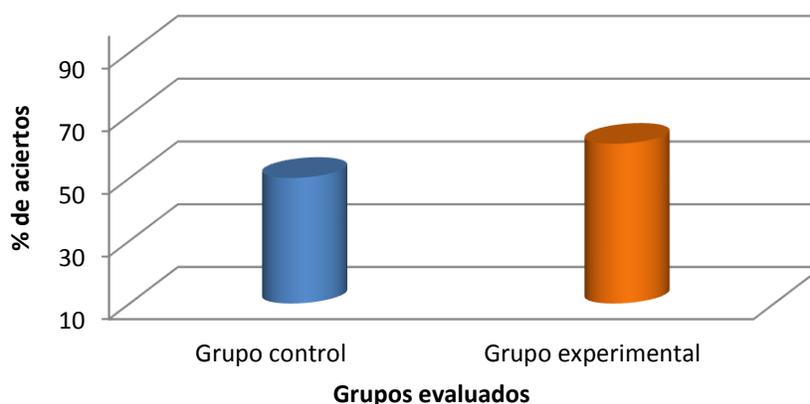


Figura 8.21. Resultados de la respuesta a la pregunta 11.

El nivel del aprendizaje que se evalúa en esta pregunta es de aplicación (nivel 3, con base a la taxonomía de Bloom), ya que los estudiantes deben primero identificar la fórmula con el tipo de compuesto y relacionar su uso para resolver una problemática de su entorno (neutralizar la acidez del suelo) y para ello los estudiantes se deben apropiar del conocimiento para transferirlo en una aplicación. El porcentaje de respuesta para el grupo experimental que realizó la investigación documental orientada y que da sólo una ventaja de aproximadamente 11% de diferencia con respecto al grupo control, se puede deber a que la actividad fue en equipo y en ésta no todos los integrantes participan de igual forma.

Pregunta 12: *En una reacción de neutralización ¿qué tipo de compuestos se combinan?*

La tabla 8.13 se representan la frecuencia de respuesta correcta a la pregunta y los porcentajes respectivos para el grupo control y el grupo experimental.

Tabla 8.13 Frecuencia y % de respuesta correcta a la pregunta 12.

Opciones de respuesta	Grupo control (24 alumnos)		Grupo experimental (23 alumnos)	
	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)
a) Ácido y óxido b) Base y ácido c) Sal y base d) Óxido y base	14	58.3	15	65.2

Esta pregunta estaba orientada a la identificación de los tipos de compuestos que tienen que reaccionar en una reacción de neutralización en general. Las opciones de respuesta se presentaron únicamente con el nombre de los tipos de compuestos que debían reaccionar: ácido y óxido, base y ácido, sal y base y óxido y base. La respuesta correcta corresponde al par de compuestos: base y ácido. En la figura 8.22 se pueden apreciar los porcentajes de respuesta correcta para el grupo control y para el grupo experimental.

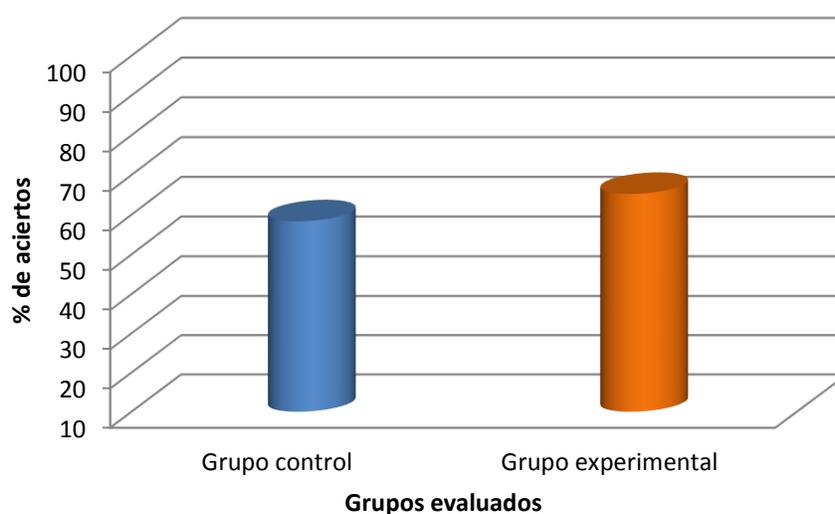


Figura 8.22. Resultados de la respuesta a la pregunta 12.

El gráfico muestra los porcentajes de respuesta correcta para el grupo experimental que contestó correctamente en un 65.2% con sólo 7 unidades de % más que el grupo control que presentó un 58.3% de aciertos. En los dos grupos se obtuvieron resultados muy cercanos, esto se puede deber a que ambos realizaron la actividad experimental de neutralización de un suelo ácido y en ambos grupos la actividad se a bordo de la misma forma a microescala con indicador visual, primero simularon la lluvia ácida utilizando ácido sulfúrico (H_2SO_4) para tener en la muestra de suelo un pH ácido, después se neutralizó dicha acidez utilizando como compuesto básico al hidróxido de sodio (NaOH) y utilizaron el indicador de fenolftaleína para visualizar el punto final de la reacción. lo comprobaron experimentalmente al efectuar la reacción de neutralización a microescala.

Para el grupo experimental se incluyó como actividad adicional la actividad de indagación de documental del uso de compuestos básicos (mencionados en la pregunta anterior) para neutralizar la acidez del suelo en el campo agrícola, en el proceso de investigación identificaron cuales compuestos correspondían a las bases y que éstas reaccionaban con los ácidos que originaban la acidez del suelo, pero por la pequeña diferencia de porcentaje en los aciertos obtenidos se puede decir que dicha actividad no fue tan significativa para los estudiantes del grupo experimental y esto se puede deber a que la actividad fue en equipo y no todos los estudiantes participaron de la misma forma.

Las dificultades por los estudiantes en la identificación del tipo de compuestos que deben reaccionar en una reacción de neutralización se puede deber a que no diferencian entre el tipo de compuesto y el significado de un ácido y una base, tal vez en la pregunta se debió omitir “tipo de compuesto”; además de que según la literatura identifican al concepto de base y ácido más fácilmente en función de los iones respectivos a cada uno, para ácido asocian la presencia de iones (H^+) y para base los iones (OH^-) (Alvarado, 2013). El nivel cognitivo de aprendizaje evaluado en esta pregunta es de identificación y clasificación, según la taxonomía de Bloom.

Pregunta 13: *¿Qué ecuaciones químicas corresponden a una reacción de neutralización?*

En la tabla 8.14 se muestran las frecuencias de respuesta correcta a la pregunta y los porcentajes respectivos para el grupo control y el grupo experimental.

Tabla 8.14 Frecuencia y % de respuesta correcta a la pregunta 13.

Opciones de respuesta	Grupo control (24 alumnos)		Grupo experimental (23 alumnos)	
	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)
a) $K_2O + H_2O \rightarrow 2 KOH$ b) $H_2CO_3 + Mg(OH)_2 \rightarrow MgCO_3 + 2 H_2O$ c) $2Mg + O_2 \rightarrow 2 MgO$ d) $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$	10	41.7	19	82.6

Las opciones de respuesta a esta pregunta se presentaron mediante ecuaciones químicas que correspondían a la reacciones de formación de los siguientes productos en los incisos respectivos: hidróxido de potasio (KOH), carbonato de magnesio ($MgCO_3$) y agua (H_2O), óxido de magnesio (MgO) y cloruro de sodio (NaCl) y agua (H_2O). Las respuestas correctas corresponden a las ecuaciones químicas que incluyen los productos: sal y agua. El nivel cognitivo de aprendizaje que se está evaluando en esta pregunta corresponde a un nivel 2 según la taxonomía de Bloom, que consiste en identificar y clasificar por sus reactivos y productos a las ecuaciones que corresponden a la reacción de neutralización. Por cuestiones de evaluación se tomó como respuesta correcta al menos la identificación de una ecuación que corresponde a una reacción de neutralización. El porcentaje de respuesta correcta del grupo experimental es el doble del porcentaje de respuesta del grupo control, con 82.6% y 41.7% respectivamente, los resultados se muestran en la figura 8.23.

En el gráfico se puede apreciar una diferencia significativa del 50% en el porcentaje de aciertos a favor del grupo experimental comparado con el grupo control, esto se puede deber a que el grupo experimental efectuó actividades de investigación documental orientada de las formas de neutralización de suelos ácidos en campos agrícolas, en dicha actividad se solicitó los estudiantes del grupo experimental que realizaran la investigación de los productos químicos utilizados para neutralizar la acidez de los suelos por los agricultores y que representarán las ecuaciones de neutralización respectivas en forma molecular y iónica para exponerlas ante grupo; el profesor orientó a que cada equipo representará al menos una ecuación química que correspondía a una reacción de

neutralización efectuada en la práctica agrícola, identificando en ellas el nombre de reactivos y productos generados.

También, se solicitó que escribieran el pH respectivo de reactivos y productos. El proceso de enseñanza–aprendizaje se inició con la investigación documental en equipo pero la elaboración del cartel se realizó en clase con la orientación del profesor. Se detectó que la mayoría de estudiantes presentaron dificultad en representar las ecuaciones de neutralización en forma iónica. Al exponer el cartel por equipo, el profesor reafirmó los conocimientos en una plenaria ante grupo. Otra dificultad detectada fue el balanceo de ecuaciones ya que dicho aprendizaje correspondía a los conocimientos previos de los alumnos, situación que también se reafirmó por la orientación del profesor. Esta actividad de investigación documental orientada no la realizó el grupo control, ello puede explicar que los aciertos de respuesta correcta fueran mucho más bajos que el grupo experimental.

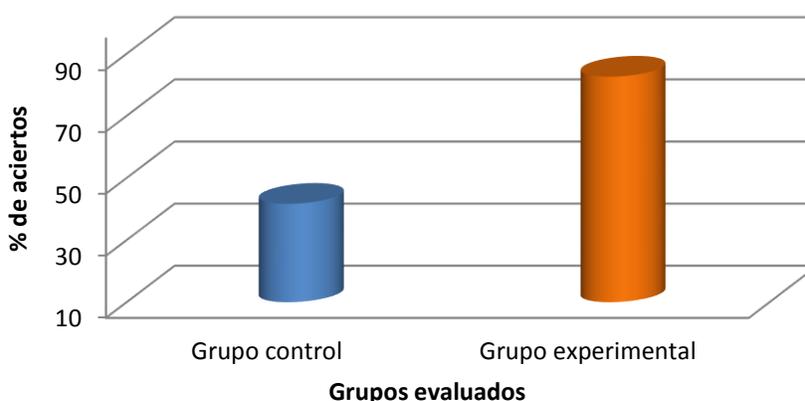


Figura 8.23. Resultados de la respuesta a la pregunta 13.

Los resultados comparativos del grupo experimental y el grupo control pueden demostrar que la actividad de investigación documental orientada efectuada por el grupo experimental promovió aprendizajes significativos en los estudiantes.

La literatura de investigación didáctica muestra que los alumnos: Emplean como sinónimos los conceptos de reacciones ácido–base y de neutralización; no reconocen

fácilmente que las reacciones de neutralización ocurren en sucesos cotidianos (Alvarado, 2013), ello reafirma la validez de respuesta del grupo experimental que contextualizó el uso de las reacciones de neutralización para solucionar una problemática real y tal vez esto dio lugar a un aprendizaje significativo en ellos.

Pregunta 14: *Complementa la ecuación química que corresponde a la neutralización de la acidez del suelo para el cultivo de frijol y contesta lo que se solicita:*

Esta pregunta corresponde a la actividad de cierre del proceso enseñanza–aprendizaje que realizó únicamente el grupo experimental como parte de la propuesta didáctica para el estudio del tema “reacción de neutralización de suelos ácidos” mediante el modelo de investigación orientada. Los resultados en los aciertos obtenidos por el grupo control y el grupo experimental se aprecian en la tabla 8.15.

Tabla 8.15 Frecuencia y % de respuesta correcta a la pregunta 14

Opciones de respuesta	Grupo control (24 alumnos)		Grupo experimental (23 alumnos)	
	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)
a) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Mg}(\text{OH})_2 \longrightarrow$	1	4.2	8	34.8

La respuesta a esta pregunta es abierta por lo que aumenta el grado de dificultad para los estudiantes porque deben poner en juego conocimientos previos de reglas de nomenclatura y formación de productos, así como el balanceo de una ecuación química; éste proceso únicamente se abordó en el grupo experimental en la actividad de elaboración de un cartel que representaba a las ecuaciones de neutralización de suelos ácidos en el campo agrícola y en el uso del formato heurístico (Chamizo J. A., 2007) para orientar la actividad experimental, el cual contiene una parte que incluye la parte conceptual y el lenguaje simbólico que se utiliza para resolver un problema. La evaluación de la respuesta correcta contempla la formación de la sal sulfato de magnesio (MgSO_4) y agua (H_2O).

El nivel de aprendizaje evaluado en esta pregunta según Bloom es de aplicación y corresponde a un nivel 2, el cual implica que los estudiantes deben identificar y relacionar

las especies químicas involucradas en la reacción para formar los productos. En la figura 8.24 se muestran los aciertos obtenidos por el grupo experimental y el grupo control.

El gráfico muestra una marcada diferencia de porcentaje de respuesta, 4% para el grupo control y 34 % para el grupo experimental, resultado que se vio favorecido para el grupo experimental por la actividad de investigación documental orientada del uso de reacciones de neutralización en la práctica agrícola para neutralizar la acidez del suelo, así como la elaboración del cartel con la investigación resumida en ecuaciones químicas que representaban a las reacciones de neutralización efectuadas en el campo agrícola.

También se puede identificar en el gráfico que menos del 50% de alumnos del grupo experimental contestaron acertadamente, esta dificultad se identificó por el profesor al orientar la actividad de elaboración del cartel y resolvió las dudas respecto a las reglas para complementar y balancear las ecuaciones químicas; a pesar de ello se aprecia que más del 50% de alumnos del grupo experimental no lograron concretar el aprendizaje que se evaluó en la pregunta.

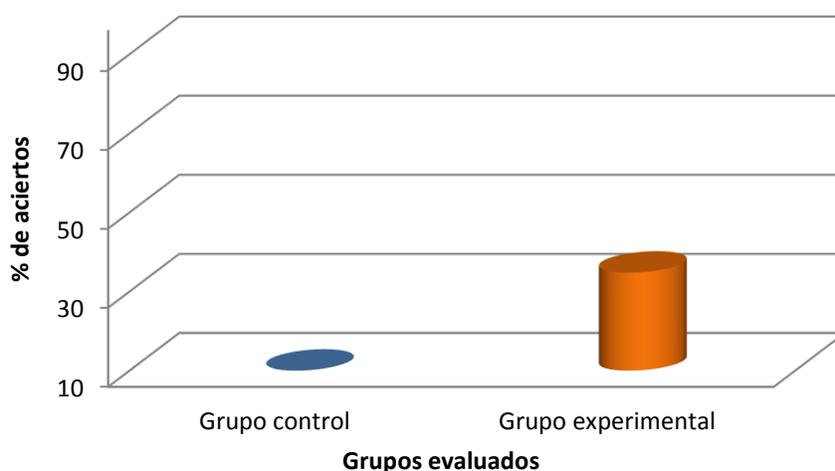


Figura 8.24. Resultados de la respuesta a la pregunta 14.

La literatura de investigación en la enseñanza de la química ha detectado las dificultades en los estudiantes al reconocer que los átomos que constituyen las sustancias originales (reactivos) se reagrupan para formar nuevas sustancias (productos) y también para

identificar a las partículas representativas involucradas (iones) en una transformación (reacción química) (Raviolo, 2011).

El argumento anterior puede justificar la dificultad que representa para los estudiantes el contestar la pregunta que necesita de conocimientos previos referentes a átomos, iones (cationes y aniones), la ley de la conservación de la materia para comprender que los átomos no desaparecen sino se reordenan para formar nuevas sustancias; temas que no se comprendieron en la propuesta didáctica de investigación orientada para el estudio de reacción de neutralización en suelos ácidos para el grupo experimental, por haberse aplicado al final del curso de química II y considerarse como conocimientos previos de los alumnos; así mismo para el grupo control.

Pregunta 15: *Escribe el nombre de los productos que se formaron:*

La frecuencia y porcentaje de respuesta para el grupo control y el grupo experimental se presentan en la tabla 8.16.

Tabla 8.16 Frecuencia y % de respuesta correcta a la pregunta 15

Opciones de respuesta	Grupo control (24 alumnos)		Grupo experimental (23 alumnos)	
	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)
a) _____	0	0	7	30.4

Esta pregunta corresponde a un inciso de la pregunta anterior y por cuestiones de evaluación se separó para su análisis. La respuesta correcta correspondía al nombre o fórmula de los productos formados: sulfato de magnesio ($MgSO_4$) y agua (H_2O) en la reacción de neutralización. Se puede apreciar que el grupo control no presentó ninguna respuesta correcta y en el grupo experimental sólo 7 alumnos contestaron en forma completa la pregunta.

La figura 8.25 muestra de forma comparativa los porcentajes de respuesta obtenidos del grupo experimental y el grupo control.

En el grupo control no contestaron en forma completa la pregunta por lo que presentaron un 0% de respuesta correcta y en el grupo experimental sólo el 30 % contestó acertadamente que los productos corresponden a la sal sulfato de magnesio (MgSO_4) y agua (H_2O) . El contenido de esta pregunta al igual que la pregunta 14 corresponde a una actividad de investigación documental orientada realizada únicamente por el grupo experimental y que se relaciona con la representación de las ecuaciones químicas que corresponden a las reacciones de neutralización que se practican en el campo agrícola.

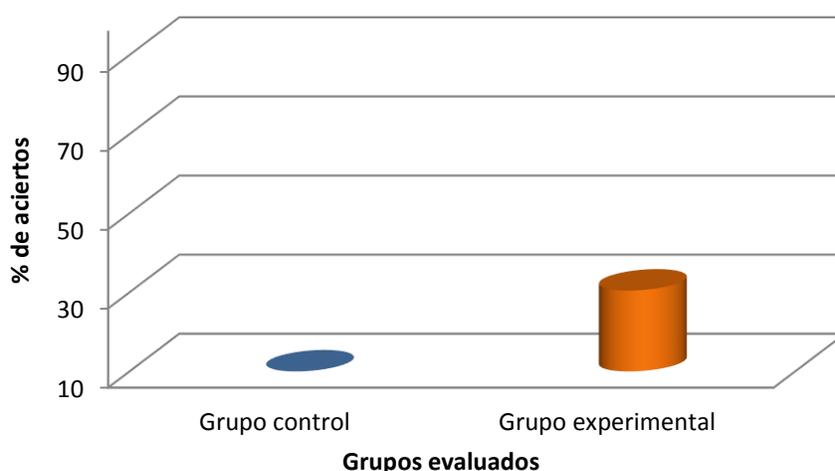


Figura 8.25. Resultados de la respuesta a la pregunta 15.

Los porcentajes de respuesta correcta obtenidos por el grupo experimental a pesar de que muestran una diferencia marcada con respecto al grupo control son menores al 50%, lo que indica que para el 70% de estudiantes no se logró el aprendizaje que se evaluó en la pregunta. Dicho aprendizaje correspondía a un nivel 2 (según Bloom) de identificación del tipo de productos formados en una reacción de neutralización y la representación de dichos productos mediante fórmulas químicas. Esto se puede deber a que la ecuación de neutralización que se muestra en la pregunta 14 relacionada a esta pregunta, presenta como reactivos a el ácido sulfúrico (H_2SO_4) que corresponde a un oxiácido y al hidróxido de magnesio ($\text{Mg}(\text{OH})_2$), ambos con nomenclatura de difícil identificación por los estudiantes porque presentan subíndices y no recuerdan que representan.

Los porcentajes de respuesta correcta son muy similares a la pregunta 14 que sólo pide complementar la ecuación química, ya que si no complementaron correctamente los productos formados tampoco escribieron en forma correcta los nombres de éstos.

Pregunta 16: *Con base a la escala de pH, ¿Qué pH corresponde a los productos formados?*

Esta pregunta se presenta en la evaluación final como inciso b) de la pregunta 14 y por cuestiones de evaluación se separó en otra pregunta para analizar los resultados que se presentan en la tabla 8.17.

Tabla 8.17 Frecuencia y % de respuesta correcta a la pregunta 16.

Opciones de respuesta	Grupo control (24 alumnos)		Grupo experimental (23 alumnos)	
	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)	Frecuencia de respuesta correcta	Aciertos (%)
b) _____	2	8.3	7	39.1

La pregunta es abierta y la respuesta correcta corresponde al valor de pH de los productos formados (pH neutro o ligeramente alcalino) en los productos formados en la reacción de neutralización entre el reactivo ácido sulfúrico (H_2SO_4) que se identificó en la lectura de lluvia ácida como uno de los oxiácidos causantes de la acidez del suelo y se relacionó con el pH ácido del suelo; que reaccionó con el hidróxido de magnesio ($Mg(OH)_2$) compuesto químico investigado por los estudiantes del grupo experimental como el compuesto básico más utilizado en la neutralización de la acidez del suelo en forma práctica en los campos agrícolas con problemas de acidez.

Los resultados de aciertos en porcentaje para el grupo control y para el grupo experimental se muestran en la figura 8.26.

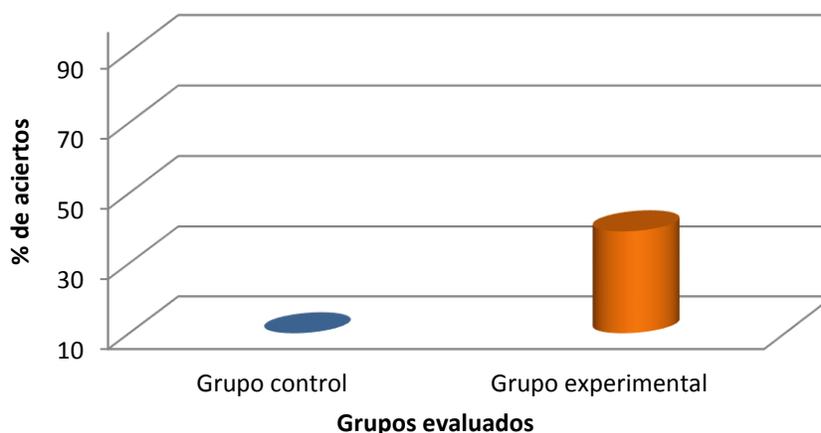


Figura 8.40. Resultados de la respuesta a la pregunta 16.

El gráfico muestra que en el grupo control sólo el 8.3% contestó acertadamente con respecto al grupo experimental que fue del 39.1%. En esta pregunta se favoreció en el grupo experimental el haber dirigido su trabajo experimental con el formato heurístico, ya que en éste complementaron una tabla con los valores de pH antes y después de la reacción de neutralización, lo cual facilitó el relacionar los resultados obtenidos en la experimentación con lo que sucede en la realidad al neutralizar los suelos ácidos utilizando compuestos químicos básicos; pero analizando el porcentaje de respuesta correcta dentro del grupo experimental se aprecia que menos del 50% del grupo logró el aprendizaje de evidenciar el cambio de pH en los productos formados en una reacción de neutralización, demostrando así que la mayoría (70%) de los estudiantes del grupo experimental no relacionan los productos formados con el cambio de valor de pH.

8.9 Evaluación de la estrategia didáctica

Se aplicó una encuesta tipo Likert en el grupo experimental para determinar la efectividad de la propuesta didáctica, esta consistió en 13 preguntas orientadas al nivel de satisfacción con las actividades realizadas en el proceso de enseñanza aprendizaje, el desempeño de los alumnos y el desempeño del profesor, referentes a favorecer la comprensión del tema: "Reacción de neutralización". Los rubros que incluyó la prueba fueron: 1. El interés por el estudio del tema, 2. La lectura de un texto, 3. Las actividades de investigación documental realizadas, 4. El trabajo en equipo, 5. La actividad experimental, 6. Las participaciones en grupo, 7. La orientación del profesor en el proceso

de enseñanza aprendizaje, 8. El profesor promovió la participación, 9. La preferencia en investigar un tema o que el profesor lo exponga, 10. La participación en la exposición de un tema, 11. La consideración del desarrollo de habilidades y destrezas en las actividades realizadas, 12. Las actividades y el material de apoyo ayudaron a la comprensión del tema y 13. El profesor resolvió todas las dudas del tema.

La escala de respuesta fue: Totalmente de acuerdo (4), de acuerdo (3), en desacuerdo (2) y totalmente en desacuerdo (1). En el anexo 11), se presenta una evidencia de evaluación de un estudiante del grupo experimental:

Los resultados de la evaluación se muestran en la figura 8.27. En el gráfico se observa que el grado de satisfacción promedio de la evaluación de la propuesta didáctica se encuentra arriba de 3 que corresponde al criterio **de acuerdo**, los estudiantes opinaron que el tema de estudio fue de interés personal, que la lectura del texto de Lluvia ácida facilitó el recordar los conocimientos previos, la dinámica de trabajo en equipo ayudó al logro de los aprendizajes, las actividades de investigación documental y experimental facilitaron la comprensión del tema: "Reacción de neutralización"; con base al desempeño del profesor los estudiantes opinaron que orientó en forma adecuada todas las actividades realizadas, promovió la participación constante de los estudiantes y resolvió todas las dudas del tema; también opinan que las participaciones de los compañeros ayudaron a reafirmar los conocimientos del tema y con base a su propio desempeño opinan que la participación en las exposiciones de un tema contribuyen a su formación personal; referente al desarrollo de habilidades y destrezas los estudiantes están de acuerdo en que las actividades realizadas promovieron su desarrollo y que las actividades realizadas y el material de apoyo utilizado contribuyeron a mejorar la comprensión del tema.

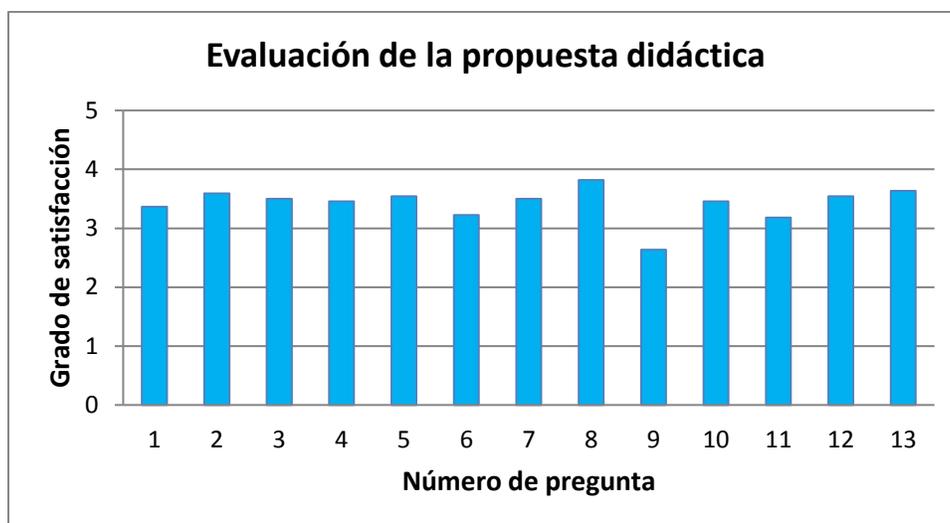


Figura 8.27. Resultados de la prueba de satisfacción.

La pregunta número 9 que se refiere a la preferencia de que el profesor explique todo, en lugar de investigar el tema; la mayoría opinó estar en desacuerdo con que el profesor explique todo (escala de 2) y algunos alumnos opinaron de acuerdo (escala de 3), es por ello que el promedio de respuesta se encuentra en un rango promedio de 2.6. El hecho de que algunos estudiantes opinaran que están de acuerdo con el que el profesor explique todo, en lugar de investigar el tema, es un resultado no sorprendente, ya que actualmente nos encontramos en la era del exceso de información y los alumnos son capaces de apreciar las desventajas del uso de las TIC, por ej. Se tardan mucho en investigar, porque se distraen con las redes sociales, la poca confianza en la información de la internet, porque al cortar y pegar información consideran que no aprenden, etcétera (Sancho-Gil & Hernández-Hernández, 2018). También, se debe tomar en cuenta que la propuesta didáctica de investigación orientada se aplicó en el grupo experimental al final del curso de química II, impartido por otro profesor que ya tiene una *transposición didáctica* establecida con el grupo.

Con base en los resultados de esta encuesta se puede afirmar que los alumnos prefieren ser parte activa del proceso enseñanza–aprendizaje, realizando actividades de investigación documental y experimental, así como trabajar en forma dinámica en equipo y ante grupo realizando exposiciones.

Conclusiones

Con base en el objetivo general planteado, de mejorar la comprensión del tema de reacción de neutralización en alumnos de bachillerato, utilizando una propuesta didáctica de enseñanza–aprendizaje basada en el modelo de investigación orientada en la unidad I de química II: “Suelo, fuente de nutrientes para las plantas” y *los aprendizajes que corresponden a dicha unidad que orientaron el diseño y la aplicación de la estrategia didáctica, los cuales consistieron en que los estudiantes: a) Reconocieran la importancia del suelo en la producción de alimentos y la necesidad de su conservación, al analizar críticamente información al respecto y b) Comprendieran la importancia de la conservación del suelo por su valor como recurso natural y proponer formas de recuperación de acuerdo a las problemáticas que se presentan en el suelo. Tomando en cuenta que dichos aprendizajes corresponden a la temática de “Conservación del suelo como recurso natural”, con orientación a las aportaciones de la química en la solución de las problemáticas relacionadas con la conservación y restauración de suelos y, la química como herramienta en el aumento de la productividad de los suelos, así como a las acciones individuales para promover el cuidado de los suelos. Además de considerar que con el objetivo de facilitar la aplicación de la propuesta didáctica, el profesor se apoyó en diagnóstico de los conocimientos previos y estilos de aprendizaje en los alumnos, para que se favoreciera la construcción de nuevos conocimientos y se promoviera el desarrollo de habilidades durante el proceso de enseñanza–aprendizaje. Se concluye que:*

Con la aplicación de la propuesta didáctica y el análisis del proceso de enseñanza–aprendizaje:

Las actividades realizadas por el grupo experimental, de investigación documental y experimental, así como la socialización de la información, promovieron en los estudiantes el desarrollo de habilidades de indagación y comunicación; además de valorar al suelo como un recurso natural de gran importancia en la producción de alimentos, ya que los estudiantes presentaron alternativas de mejoramiento de la acidez del suelo que conocieron al investigar en la página de la FAO, utilizando los recursos que en él existen para no alterar el equilibrio del mismo; pero además comprendieron que la química es una herramienta de valiosa ayuda si se usa en forma racional y responsable que puede resolver problemas a corto plazo y que en la práctica agrícola es de gran utilidad para las prácticas de neutralización de la acidez del suelo y así tener mejores cosechas. Para ello

fue de gran utilidad la investigación documental que realizaron los estudiantes, ya que descubrieron que en realidad la química se utiliza para mejorar la producción de cultivos.

Con el desarrollo de la secuencia didáctica y las evidencias de aprendizaje de los estudiantes, se considera que se cubrieron los objetivos específicos de diseño y aplicación de la secuencia de actividades con base en el modelo de investigación orientada, ya que los alumnos reconocieron las causas y consecuencias de la acidez de los suelos y resolvieron dicha problemática en el laboratorio, mediante una reacción de neutralización a microescala, lo que favoreció el vincular y aplicar los aprendizajes obtenidos en una problemática de su entorno y de esta forma, con las actividades realizadas se logró contribuir al desarrollo de habilidades científicas en los alumnos.

Se motivó a los estudiantes, al realizar actividades de investigación de un tema de estudio contextualizado en su entorno, con indagación documental utilizando herramientas digitales; así como de indagación experimental a microescala, la cual consideraron muy novedosa y atractiva, por utilizar material pequeño y muy poca cantidad de reactivos, además de realizarla en muy corto tiempo; también presentaron entusiasmo por la interacción que tuvieron con sus compañeros y el profesor al socializar su investigación en una presentación, cartel y con sus participaciones.

Los aprendizajes en donde el grupo experimental presentó una marcada diferencia de aciertos en la evaluación final corresponden a actividades realizadas de investigación documental y experimental orientada por el profesor, los cuales se favorecieron al realizar trabajo colaborativo en equipo y en grupo.

El análisis de los resultados en la evaluación final, muestran que los estudiantes del grupo experimental presentaron mejor comprensión en las ecuaciones que corresponden a las reacciones de neutralización, identificando los productos que se forman con su nombre y los valores de pH que corresponden a éstos, la mejoría fue de un 30% con respecto al grupo control, pero no es muy significativa dentro del mismo grupo experimental ya que más del 50% de los estudiantes del grupo experimental no contestaron correctamente dichas preguntas. Estos resultados se pueden deber a que los aprendizajes de la propuesta didáctica requerían de conocimientos previos en los alumnos referentes a: nomenclatura química, tipos de compuestos, reacciones para la obtención de sales (reacción de neutralización) y representación de ecuaciones químicas.

Las evidencias de las experiencias del proceso de enseñanza–aprendizaje entre el grupo control y el grupo experimental demuestran que la propuesta didáctica basada en el modelo de investigación orientada *contribuyó a comprender mejor el tema “reacción de neutralización” en el grupo experimental, que corresponde al objetivo general de la propuesta didáctica*, específicamente en lo referente a la representación de las ecuaciones de las reacciones de neutralización, hecho que no se esperaba al diagnosticar los estilos de aprendizaje, ya que el grupo control presentó un estilo predominante de aprendizaje convergente con habilidades potenciadas en la experimentación activa y conceptualización abstracta, el cual favorece el proceso de enseñanza–aprendizaje de la química, por su carácter experimental y abstracto en el manejo de fórmulas y ecuaciones químicas; en cambio, el grupo experimental presentó un estilo predominante de aprendizaje divergente con habilidades potenciadas en observación y reflexión y en experiencias concretas que está más relacionado a humanidades y relaciones interpersonales.

Con las evidencias de aprendizaje y el análisis de todo el proceso de enseñanza–aprendizaje, *se considera haber logrado los aprendizajes que orientaron la propuesta didáctica y los objetivos específicos planteados*, mediante las actividades de investigación documental y experimental orientadas por el profesor y se concluye que los estudiantes:

- Reconocieron la importancia del suelo en la producción de alimentos y la necesidad de su conservación.
- Comprendieron las causas y consecuencias de la acidez de los suelos.
- Comprendieron la importancia de la química como herramienta utilizando a las reacciones de neutralización para la remediación de la acidez del suelo.
- Comprendieron que en los campos agrícolas de su entorno se efectúan reacciones de neutralización para el aumento de la productividad de los cultivos.
- Fue significativo para los estudiantes el haber estudiado un tema de química contextualizado en una problemática de su entorno, porque encontraron una aplicación práctica a los contenidos abstractos de la asignatura.

- Desarrollaron habilidades científicas mediante actividades de investigación documental y experimental a microescala, interactuando en equipo y en grupo, con la orientación del profesor.

Al evaluar la aplicación de la propuesta didáctica, mediante la aplicación de una encuesta tipo Likert a los estudiantes, se concluye que la mayoría de los alumnos:

- Prefieren descubrir el conocimiento por cuenta propia con la guía del profesor, en lugar de que él exponga todos los contenidos del tema.

Además, se promovió en los estudiantes la reflexión hacia el valor y cuidado responsable del suelo, así como su importancia en la producción de alimentos y otros bienes para el ser humano.

Lo anteriormente expuesto, reafirma que las actividades de la propuesta didáctica favorecieron la comprensión del tema de reacción de neutralización en el contexto de suelos, utilizando una propuesta didáctica de enseñanza–aprendizaje basada en el modelo de investigación orientada, cumpliendo de esta forma el objetivo general propuesto, los aprendizajes y los objetivos específicos..

Referencias

- Alonso, C. M. (1994). *Los estilos de aprendizaje procedimientos de diagnóstico y mejora* (7° Edición ed.). Bilbao: Ediciones Mensajero.
- Alvarado, Z. C. (2013). Dificultades en el aprendizaje de acidez y basicidad y el conocimiento didáctico del contenido de profesores mexicanos de bachillerato . *IX Congreso Internacional Sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, 107-112.
- Álvarez, R., & Rimsky, K. H. (2016). *Manejo de la fertilidad del suelo en planteos orgánicos*. Buenos Aires: Facultad de Agronomía.
- Aponte, R. A. (2013). Trabajos prácticos en microescala como estrategia didáctica en cursos de química de educación media. *Actualidades Investigativas en Educación*, 13(2), 1-19.
- Arñau, F. J. (1999). Microescala en los laboratorios de química. Una revolución imparable. *Anales de la Real Sociedad Española de Química, Segunda Época (julio-septiembre)*, 47-52.
- Baeza, A. (2003). Microbureta a Microescala Total para Titulometría. *Revista Chilena de Educación Científica*, 1(2), 4-7.
- Baeza, A. (2014). Micribureta. *Educación Química*, 33(5), 30-40.
- Baeza, A., & de Santiago, A. (2006). Química Analítica a Microescala Total. *La Ciencia más allá del Aula*, 1-9.
- Bohn, H. L. (1993). *Química del Suelo*. Las Cruces Nuevo México: Limusa, Grupo Noriega Editores.
- Burbano-Orjuela, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Revista de ciencias agrícolas*, 33(2), 117-124.
- Caamaño, A. (2005). Trabajos prácticos investigativos en química en relación con el modelo atómico-molecular de la materia, planificados mediante un diálogo estructurado entre profesor y estudiantes. *Educación química*, 16(1), 10-19.
- Castro, S. (2005). Los estilos de aprendizaje en la enseñanza y el aprendizaje: Una propuesta para su implementación. *Revista de investigación*(58), 83-102.
- Cepeda, D. J. (2004). *Química de suelos*. México, D F.: Trillas.
- Climent, T. (2009). Química para un mundo sostenible: ¿Qué hacer desde los laboratorios? *Educación Química (EduQ)*(4), 21-28.
- Coll, C. (1994). *Psicología y Currículum. Una aproximación psicopedagógica a la elaboración del currículum. Capítulo 2: Fundamentos del Currículum*. (C. en:<http://www.cucs.udg.mx>, Ed.) Barcelona, España: Paidós.

- Coloma, M. C. (Septiembre de 1999). El constructivismo y sus implicancias en la educación. *Educación*, VIII(16), 218-244.
- Chamizo, G. J. (2009). El aprendizaje de la historia experimental de la química. *TEA. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México*, 82-96.
- Chamizo, J. A. (2007). Evaluación de las competencias del pensamiento científico. *Educación Química*, 18(1), 6-11.
- Chamizo, J. A. (2017). Los modelos históricos de las reacciones ácido-base. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 53-60.
- Chamizo, J. A., & Pérez, C. Y. (2013). El ABP y el Diagrama Heurístico como herramientas para desarrollar la argumentación escolar en las asignaturas de ciencias. *Ciencia y Educación*, 19(3), 499-516.
- Chandia, C. F. (2011). Simulación e impacto de la lluvia ácida: Una sugerencia experimental. *Ciencia Ahora*, 22, 96-100.
- Díaz, B. A. (2004). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista* (Segunda ed.). México: McGraw-Hill.
- Espinosa, J. M. (1999). *Acidez y encalado de los suelos* (Primera Edición ed.). Quito, Ecuador: International Plant Nutrition Institute.
- Farré, S. A. (2014). El significado de las fórmulas químicas para estudiantes universitarios. El lenguaje químico como instrumento para la construcción del conocimiento. *Educación química*, 25(1), 14-20.
- Fernández, L. P. (s.f.). *WEBS de Profesorado UCLM*. (U. d. Castilla, Productor) Obtenido de <https://previa.uclm.es/>
- Furió, C. V. (2005). Transformación de las prácticas de laboratorio de química en actividades de resolución de problemas de interés profesional. *Educación química*, 20-29.
- Garritz, A. (2010). Indagación: las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje. *Educación química*, 21(2), 106-110.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12(3), 299-313.
- Hofstein, A. L. (2004). The Laboratory in Science. Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88, 28-54.
- Ibañez, J. G. (2005). Microscale Chemistry in Latin America. *Universitas Scientiarum*, vol. 10, núm. 1es, enero-junio, 2005, pp. 79-83, 10(1), 79-83.

- Ibarguergoitia, C. M. (2004). *Manual de experimentos de química: Química en microescala para secundarias*. México: Universidad Iberoamericana, A. C.
- Kinjal, R. B. (2005). "Microscale Experiment". North Gujarat University, S.K. College of Pharmaceutical Education and Research, Patan.
- Kolb, A. Y. (2005). Learning Styles and Learning Spaces: Enhancing Experiential Learning in Higher Education. *Academy of Management Learning and Education*, 4(2), 193-212.
- Lazo, S. M. (2012). Estrategia para la enseñanza y el aprendizaje de química general para estudiantes de primer año de universidad. *Dialogos educativos*, 12(23), 66-89.
- Lozano, A. R. (2000). *Estilos de Aprendizaje y Enseñanza: Un panorama de la estilística educativa*. México: Trillas.
- Mainero, R. M. (1997). ¿Porqué micro escala? *Educación química*, 8(3), 166-167.
- Montagut, B. P. (2010). Los procesos de enseñanza y aprendizaje del lenguaje de la química en estudiantes universitarios. *Educación química*, 21(2), 126-138.
- Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico. En I. E. Significativo (Ed.), (págs. 33-45). Lisboa Portugal.
- Moya, S. A. (2011). La investigación dirigida como un método alternativo para la enseñanza de las ciencias. *Ensayos pedagógicos*, VI(1), 115-132.
- Nieto, E. C. (2013). *La enseñanza experimental de la química. Las experiencias de la UNAM* (Primera edición ed.). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Raviolo, A. G. (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(3), 240-254.
- Reyes, S. L. (2006). Enseñanza de la Ciencia del Suelo en el Contexto del Desarrollo Sostenible. *Terra Latinoamericana*, 24(3), 431-439.
- Rodríguez, A. W. (1999). El legado de Vygotski y de Piaget a la educación. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 31(3), 477-489.
- Romero, T. F. (Julio de 2009). Aprendizaje significativo y constructivismo. (R. d. enseñanza, Ed.) *Temas para la educación*(3), 1-8.
- Sancho-Gil, J. M., & Hernández-Hernández, F. (2018). La profesión docente en la era del exceso de información y la falta de sentido. *Revista de Educación a Distancia*. Núm. 56, Artíc. 4, 31-01-2018, http://www.um.es/ead/red/56/sancho_hernandez.pdf, 56(4), 1-23.

- Silberman, R. G. (2000). Using Small Scale Techniques to Assess Laboratory Learning. *Educación química* , 11(2), 252-255.
- Solbes, J. (2009). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (II). Nuevas perspectivas. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(2), 190-212.
- Vázquez, A. E. (2014). La investigación dirigida como estrategia para el desarrollo de competencias científicas. *Revista científica-Educación científica*(18), 76-85.
- Villar, S. V. (2009). Negro Grijalva Nuevo Cultivar de Frijol para el Trópico Húmedo de México. *Agricultura Técnica en México* , 35(3), 355-358.

ANEXOS

Anexo 1. Estilos de aprendizaje

Fig. A.1.1. Test de estilos de aprendizaje.



Colegio de Ciencias y Humanidades
Plantel Naucalpan
Test de Estilos de Aprendizaje
(Autor: Profesor David Kolb)



Nombre del alumno(a): _____ Grupo: _____

Instrucción. Para cada pregunta, escribe en el rectángulo de cada columna los números del 1 al 4, utilizando el número 4 para la expresión que mejor te describa y el número 1 para la que te describa menos.

1. ¿Cuando intento resolver un problema?	Soy selectivo <input type="text"/>	Intento acciones <input type="text"/>	Me intereso <input type="text"/>	Soy muy práctico <input type="text"/>
2. Al encontrarme con una realidad nueva.	Soy receptivo <input type="text"/>	Soy realista <input type="text"/>	Soy analítico <input type="text"/>	Soy imparcial <input type="text"/>
3. ¿Cómo reacciono frente a un suceso?	Soy sensible <input type="text"/>	Sólo observó <input type="text"/>	Sólo pienso <input type="text"/>	Actúo <input type="text"/>
4. ¿Cómo soy, ante los cambios?	Lo acepto <input type="text"/>	Me arriesgo <input type="text"/>	Soy cuidadoso <input type="text"/>	Soy consciente <input type="text"/>
5. ¿Cómo soy, frente a las incoherencias?	Soy intuitivo <input type="text"/>	Hago propuestas <input type="text"/>	Soy lógico <input type="text"/>	Soy inquisitivo <input type="text"/>
6. En relación con mi punto de vista, ¿cómo soy?	Soy abstracto <input type="text"/>	Soy observador <input type="text"/>	Soy concreto <input type="text"/>	Soy inquisitivo <input type="text"/>
7. En la utilización del tiempo, me oriento:	Al presente <input type="text"/>	A ser reflexivo <input type="text"/>	Al futuro <input type="text"/>	A ser pragmático <input type="text"/>
8. En un proceso, considero más importante la:	Experiencia <input type="text"/>	Observación <input type="text"/>	Conceptualización <input type="text"/>	Experimentación <input type="text"/>
9. En mi trabajo soy:	Intenso <input type="text"/>	Reservado <input type="text"/>	Racional <input type="text"/>	Responsable <input type="text"/>
Total de la suma				
	EC	OR	CA	EA

Fig. A.1.2. Evidencia del test de estilos de aprendizaje de un alumno del grupo control.



Colegio de Ciencias y Humanidades

Plantel Naucalpan

Test de Estilos de Aprendizaje

(Autor: Profesor David Kolb)



Nombre del alumno(a): Uriel Noel Gonzalez Jesus

Grupo: 234 -A

Instrucción. Para cada pregunta, escribe en el rectángulo de cada columna los números del 1 al 4, utilizando el número 4 para la expresión que mejor te describa y el número 1 para la que te describa menos.

1. ¿Cuándo intento resolver un problema?	Soy selectivo 3	Intento acciones 4	Me intereso 2	Soy muy práctico 1
2. Al encontrarme con una realidad nueva.	Soy receptivo 3	Soy realista 2	Soy analítico 4	Soy imparcial 1
3. ¿Cómo reacciono frente a un suceso?	Soy sensible 2	Sólo observó 3	Sólo pienso 1	Actúo 4
4. ¿Cómo soy, ante los cambios?	Lo acepto 3	Me arriesgo 2	Soy cuidadoso 1	Soy consciente 4
5. ¿Cómo soy, frente a las incoherencias?	Soy intuitivo 3	Hago propuestas 1	Soy lógico 2	Soy inquisitivo 4
6. En relación con mi punto de vista, ¿cómo soy?	Soy abstracto 2	Soy observador 4	Soy concreto 3	Soy inquisitivo 1
7. En la utilización del tiempo, me oriento:	Al presente 2	A ser reflexivo 3	Al futuro 4	A ser pragmático 1
8. En un proceso, considero más importante la:	Experiencia 3	Observación 2	Conceptualización 1	Experimentación 4
9. En mi trabajo soy:	Intenso 2	Reservado 3	Racional 4	Responsable 1
Total de la suma	23 EC	22 OR	22 CA	21 EA

Fig. A.1.3. Evidencia del test de estilos de aprendizaje de un alumno del grupo experimental.



Colegio de Ciencias y Humanidades

Plantel Naucalpan

Test de Estilos de Aprendizaje

(Autor: Profesor David Kolb)



Nombre del alumno(a): David Yobelia Marcos Godínez

Grupo: 230-B

Instrucción. Para cada pregunta, escribe en el rectángulo de cada columna los números del 1 al 4, utilizando el número 4 para la expresión que mejor te describa y el número 1 para la que te describa menos.

1. ¿Cuándo intento resolver un problema?	Soy selectivo 1	Intento acciones 3	Me intereso 2	Soy muy práctico 4
2. Al encontrarme con una realidad nueva.	Soy receptivo 2	Soy realista 4	Soy analítico 3	Soy imparcial 1
3. ¿Cómo reacciono frente a un suceso?	Soy sensible 1	Sólo observó 4	Sólo pienso 3	Actúo 2
4. ¿Cómo soy, ante los cambios?	Lo acepto 3	Me arriesgo 1	Soy cuidadoso 4	Soy consciente 2
5. ¿Cómo soy, frente a las incoherencias?	Soy intuitivo 2	Hago propuestas 3	Soy lógico 4	Soy inquisitivo 1
6. En relación con mi punto de vista, ¿cómo soy?	Soy abstracto 2	Soy observador 4	Soy concreto 3	Soy inquisitivo 1
7. En la utilización del tiempo, me oriento:	Al presente 4	A ser reflexivo 2	Al futuro 3	A ser pragmático 1
8. En un proceso, considero más importante la:	Experiencia 3	Observación 4	Conceptualización 4	Experimentación 1
9. En mi trabajo soy:	Intenso 1	Reservado 3	Racional 2	Responsable 4
Total de la suma	19	28	28	17
	EC	OR	CA	EA

Anexo 2. Evaluación diagnóstica

Fig. A.2.1. Evaluación diagnóstica de conocimientos previos del tema de reacción de neutralización.



Colegio de Ciencias y Humanidades
Plantel Naucalpan
Evaluación diagnóstica
Tema: Reacción de neutralización



Nombre del alumno (a): _____ Fecha: _____

Instrucción. Para cada una de las preguntas, subraya la o las respuestas correctas y define o complementa la pregunta que se solicite.

1. Un cambio químico, ¿se caracteriza por?
 - a) Un cambio de estado
 - b) Un cambio de cualidad como el color u olor
 - c) Un cambio de sustancia (la formación de nuevas sustancias)
 - d) Un cambio físico
2. ¿Qué ejemplos corresponden a un cambio químico?
 - a) Disolución de sal en agua
 - b) Burbujear CO_2 en agua
 - c) Mezclar zumo de naranja en agua
 - d) Quemar tortilla
3. Una reacción química se caracteriza, ¿por qué?
 - a) Los átomos de los elementos cambian
 - b) No se forman nuevas sustancias
 - c) Las propiedades de las sustancias cambian (los productos tienen propiedades diferentes)
 - d) Libera o requiere energía
4. ¿Qué ejemplos corresponden a reacciones químicas en la vida cotidiana?
 - a) Disolver azúcar en agua
 - b) Tomar un medicamento para la acidez estomacal
 - c) Disolver bicarbonato de sodio en agua
 - d) Tostar pan
5. ¿Qué teoría considera a un ácido, como la sustancia que forma iones H^+ ?
 - a) Teoría de Brønsted-Lowry
 - b) Teoría de Arrhenius
 - c) Teoría de Lewis
 - d) Teoría atómica
6. Según la teoría de Arrhenius, una base es una sustancia que en un medio acuoso forma iones:
 - a) NO_3^-
 - b) H_3O^+
 - c) OH^-
 - d) NO_2^-

7. El pH, ¿es una medida de?
- Acidez de una sustancia
 - La cantidad de iones SO_4^{2-}
 - La cantidad de iones Na^+
 - Alcalinidad de una sustancia
8. Si el pH del agua es cercano al neutro, al disolver jugo de limón el pH cambia a:
- pH básico
 - pH equilibrado
 - pH ácido
 - pH neutro
9. Al quemar cinta de magnesio, se obtiene óxido de magnesio en forma de cenizas, dicho compuesto:
- Pesará más que la cinta
 - El peso será igual a la cinta
 - No pesará porque se quemó
 - Pesarán menos que la cinta
10. Si reaccionan 100 g de carbono (C) con 100 g de oxígeno (O_2), ¿Cuántos gramos de dióxido de carbono se obtendrán?
- 50 g
 - 100 g
 - 200 g
 - 300 g
11. ¿Qué compuesto se forma, al combinar un óxido no metálico con agua?
- Una base
 - Una sal
 - Un oxiácido
 - Un hidrácido
12. Al disolver dióxido de carbono en agua, con base a la ecuación química que se muestra, ¿cuántos moles de ácido carbónico se obtienen? ($2 \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$)
- 1 mol
 - 2 moles
 - 3 moles
 - 4 moles
13. ¿Qué tipo de compuesto neutralizará el pH de una sustancia ácida? _____
14. ¿Qué ecuaciones químicas representan a una reacción de neutralización?
- $\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{KOH}$
 - $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Mg}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{MgCO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$
 - $2\text{Mg} + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{MgO}$
 - $\text{HCl} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
15. ¿Qué productos se forman en una reacción de neutralización? _____

Fig. A.2.2. Evidencia de la evaluación diagnóstica de un alumno del grupo control (primera parte).

 Colegio de Ciencias y Humanidades
Plantel Naucalpan
Evaluación diagnóstica
Tema: Reacción de neutralización



Nombre del alumno (a): Sierra Gonzalez Karla Valentina Fecha: 17/04/18

*10/20
Cal 5.0*

Instrucción. Para cada una de las preguntas, subraya la o las respuestas correctas y define o complementa la pregunta que se solicite.

- Un cambio químico, ¿se caracteriza por?
a) Un cambio de estado
b) Un cambio de cualidad como el color u olor X
c) Un cambio de sustancia
d) Un cambio físico
- ¿Qué ejemplos corresponden a un cambio químico?
a) Disolución de sal en agua
b) Burbujear CO₂ en agua
c) Mezclar zumo de naranja en agua
d) Quemar tortilla
- Una reacción química se caracteriza, ¿por qué?
a) Los átomos de los elementos cambian
b) No se forman nuevas sustancias
c) Las propiedades de las sustancias cambian
d) Libera o requiere energía
- ¿Qué ejemplos corresponden a reacciones químicas en la vida cotidiana?
a) Disolver azúcar en agua
b) Tomar un medicamento para la acidez estomacal
c) Disolver bicarbonato de sodio en agua
d) Tostar pan
- ¿Qué teoría considera a un ácido, como la sustancia que forma iones H⁺ ?
a) Teoría de Brønsted-Lowry
b) Teoría de Arrhenius
c) Teoría de Lewis
d) Teoría atómica
- Según la teoría de Arrhenius, una base es una sustancia que en un medio acuoso forma iones:
a) NO₃⁻
b) H₃O⁺
c) OH⁻
d) NO₂⁻

Fig. A.2.3. Evidencia de la evaluación diagnóstica de un alumno del grupo control (segunda parte).

7. El pH, ¿es una medida de?

a) Acidez de una sustancia
 b) La cantidad de iones SO_4^{2-}
 c) La cantidad de iones Na^+
 d) Alcalinidad de una sustancia ← (se calificó incorrecta porque no la contestó)

8. Si el pH del agua es cercano al neutro, al disolver jugo de limón el pH cambia a:

a) pH básico
 b) pH equilibrado
 c) pH ácido
 d) pH neutro

9. Al quemar cinta de magnesio, se obtiene óxido de magnesio en forma de cenizas, dicho compuesto:

a) Pesará más que la cinta
 b) El peso será igual a la cinta
 c) No pesará porque se quemó
 d) Pesarán menos que la cinta

10. Si reaccionan 100 g de carbono (C) con 100 g de oxígeno (O_2), ¿Cuántos gramos de dióxido de carbono se obtendrán?

a) 50 g
 b) 100 g
 c) 200 g
 d) 300 g

11. ¿Qué compuesto se forma, al combinar un óxido no metálico con agua?

a) Una base
 b) Una sal
 c) Un oxiácido
 d) Un hidrácido

12. Al disolver dióxido de carbono en agua, con base a la ecuación química que se muestra, ¿cuántos moles de ácido carbónico se obtienen? ($2 \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$)

a) 1 mol
 b) 2 moles
 c) 3 moles
 d) 4 moles

13. ¿Qué tipo de compuesto neutralizará el pH de una sustancia ácida? El limón

14. ¿Qué ecuaciones químicas representan a una reacción de neutralización?

a) $\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{KOH}$
 b) $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Mg}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{MgCO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$
 c) $2 \text{Mg} + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{MgO}$
 d) $\text{HCl} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

15. ¿Qué productos se forman en una reacción de neutralización? Agua y Sal

Fig. A.2.4. Evidencia de la evaluación diagnóstica de un alumno del grupo experimental (primera parte).



Colegio de Ciencias y Humanidades
Plantel Naucalpan
Evaluación diagnóstica
Tema: Reacción de neutralización



8/20

Nombre del alumno (a): Hernandez Hernandez Fecha: 17-04-2018

Cal 4.0

Instrucción. Para cada una de las preguntas, subraya la o las respuestas correctas y define o complementa la pregunta que se solicite.

1. Un cambio químico, ¿se caracteriza por?

- a) Un cambio de estado
- b) Un cambio de cualidad como el color u olor X
- c) Un cambio de sustancia
- d) Un cambio físico

2. ¿Qué ejemplos corresponden a un cambio químico?

- a) Disolución de sal en agua
- b) Burbujear CO_2 en agua
- c) Mezclar zumo de naranja en agua
- d) Quemar tortilla ✓

3. Una reacción química se caracteriza, ¿por qué?

- a) Los átomos de los elementos cambian
- b) No se forman nuevas sustancias
- c) Las propiedades de las sustancias cambian ✓
- d) Libera o requiere energía

4. ¿Qué ejemplos corresponden a reacciones químicas en la vida cotidiana?

- a) Disolver azúcar en agua
- b) Tomar un medicamento para la acidez estomacal
- c) Disolver bicarbonato de sodio en agua
- d) Tostar pan ✓

5. ¿Qué teoría considera a un ácido, como la sustancia que forma iones H^+ ?

- a) Teoría de Brønsted-Lowry
- b) Teoría de Arrhenius ✓
- c) Teoría de Lewis
- d) Teoría atómica

6. Según la teoría de Arrhenius, una base es una sustancia que en un medio acuoso forma iones:

- a) NO_3^-
- b) H_3O^+
- c) OH^- ✓
- d) NO_2^-

Fig. A.2.5. Evidencia de la evaluación diagnóstica de un alumno del grupo experimental (segunda parte).

7. El pH, ¿es una medida de?

- Acidez de una sustancia ✓
- La cantidad de iones SO_4^{2-}
- La cantidad de iones Na^+
- Alcalinidad de una sustancia

8. Si el pH del agua es cercano al neutro, al disolver jugo de limón el pH cambia a:

- pH básico
- pH equilibrado
- pH ácido ✓
- pH neutro

9. Al quemar cinta de magnesio, se obtiene óxido de magnesio en forma de cenizas, dicho compuesto:

- Pesará más que la cinta
- El peso será igual a la cinta
- No pesará porque se quemó
- Pesarán menos que la cinta X

10. Si reaccionan 100 g de carbono (C) con 100 g de oxígeno (O_2), ¿Cuántos gramos de dióxido de carbono se obtendrán?

- 50 g
- 100 g
- 200 g ✓
- 300 g

11. ¿Qué compuesto se forma, al combinar un óxido no metálico con agua?

- Una base
- Una sal
- Un oxiácido
- Un hidrácido X

12. Al disolver dióxido de carbono en agua, con base a la ecuación química que se muestra, ¿cuántos moles de ácido carbónico se obtienen? ($2 \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$)

- 1 mol
- 2 moles
- 3 moles
- 4 moles X

13. ¿Qué tipo de compuesto neutralizará el pH de una sustancia ácida? agua X

14. ¿Qué ecuaciones químicas representan a una reacción de neutralización?

- $\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{KOH}$
- $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Mg}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{MgCO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- $2\text{Mg} + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{MgO}$ X
- $\text{HCl} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

15. ¿Qué productos se forman en una reacción de neutralización? alcalinas X

Anexo 3. Lectura y cuestionario

Lectura de “La lluvia ácida” y cuestionario de reflexión



Colegio de Ciencias y Humanidades
Plantel Naucalpan
Lectura
La lluvia ácida

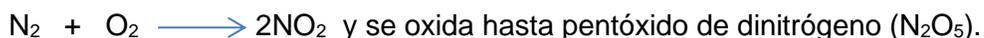


Instrucción: Lee la lectura de “La lluvia ácida” en grupo y contesta el cuestionario en equipo. Revisa las respuestas en una plenaria con la orientación del profesor.

“La lluvia ácida”

(Chandia, 2011)

Uno de los problemas ambientales graves que en la actualidad afecta a muchas regiones del mundo, es la lluvia ácida, que comúnmente presenta valores de pH menores de 5.5 y en algunos lugares alcanza valores hasta de 2.5. Las sustancias responsables de la lluvia ácida son los óxidos de azufre (SO_2) y de nitrógeno (NO_2), que se clasifican como contaminantes primarios. Las fuentes naturales que liberan estos óxidos son las tormentas eléctricas, los volcanes y la actividad microbiana; sin embargo el aporte principal es emitido a la atmósfera cuando los combustibles fósiles se queman para liberar energía y las fuentes principales son los automóviles y la industria en general que queman carbón y petróleo. Las transformaciones que sufren estos gases en la atmósfera presentan mecanismos complejos, influenciados por muchos factores, tales como temperatura, humedad e intensidad luminosa. En la fase gaseosa se presentan las siguientes reacciones de formación de óxidos:



En presencia de agua atmosférica los óxidos se transforman en oxiácidos:





La lluvia natural no contaminada es débilmente ácida, y presenta valores de pH alrededor de 5.5 a 7, esto se debe a la presencia de dióxido de carbono (CO_2) en el agua, que proviene de la respiración y la descomposición de la materia orgánica. El CO_2 disuelto en el agua presenta las siguientes reacciones reversibles:



Las altas concentraciones de CO_2 en la atmósfera debido a los productos de combustión generados por la actividad humana ocasionan altas concentraciones de ácido carbónico (H_2CO_3) y también contribuyen a elevar la acidez de la lluvia que en conjunto con altas concentraciones de ácido sulfúrico (H_2SO_4), ácido nítrico (HNO_3) generan la “lluvia ácida” que se refiere a la precipitación en forma de lluvia, nieve, agua nieve, granizo o niebla. Dichos ácidos aumentan la acidez del suelo y disminuyen los valores de pH. Los ácidos sulfúrico y nítrico ocasionan mayores efectos dañinos en los ecosistemas forestales porque son ácidos fuertes y se encuentran disociados completamente, en cambio el ácido carbónico presenta un efecto menor, debido a que es un ácido débil y su disociación es parcial. El suelo posee su forma natural de regular el pH, el cual es alterado por la actividad humana.

Cuestionario de reflexión para recordar conocimientos previos

1. ¿Cuáles son los principales gases contaminantes que ocasionan la lluvia ácida?
2. ¿Qué fuentes generan los gases contaminantes de la lluvia ácida?
3. ¿Qué efecto tiene la lluvia ácida en el pH del suelo?
4. ¿Cómo afecta el pH ácido del suelo, al crecimiento de las plantas?
5. ¿Qué propones para poder cultivar en suelos ácidos?

Fig. A.3.1. Evidencia del cuestionario de reflexión de un estudiante del grupo experimental.

3.5 de 5
 Calificó - Padina Alejandra
 Aguilar Rcos



Colegio de Ciencias y Humanidades
 Plantel Naucalpan
Galicia Olivos Daniel Ociel



Cuestionario de reflexión

Lectura: "Lluvia ácida"

Instrucción: Lee la lectura de "Lluvia ácida" en grupo y contesta el cuestionario en equipo.
 Revisa las respuestas en una plenaria con la orientación del profesor.

1. ¿Cuáles son los principales gases contaminantes que ocasionan la lluvia ácida?
Oxidos de azufre y nitrogeno *OXIDO de nitrogeno (NO₂)*
OXIDO de azufre (SO₂)
2. ¿Qué fuentes generan los gases contaminantes de la lluvia ácida?
Volcanes, tormentas, actividad microbiana, automoviles y la industria en general
3. ¿Qué efecto tiene la lluvia ácida en el pH del suelo?

disminuye su pH
4. ¿Cómo afecta el pH ácido del suelo, al crecimiento de las plantas?
No lleva a cabo la absorcion de Nutrientes.
5. ¿Qué propones para poder cultivar en suelos ácidos?
Volverlos con tratamiento a la normalidad.

3.5
Padina A. Aguilar Rcos

Anexo 4. Investigación documental

Investigación de la problemática de los suelos y la producción de alimentos. (Actividad extraclase)

Instrucciones

Consultar la página de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en: <http://www.fao.org/home/es/>). Se recomienda escribir en el recuadro de búsqueda de la página: “Estado Mundial del Recurso Suelo–2015” (<http://www.fao.org/3/a-i5126s.pdf>), para investigar la información solicitada.

Resumir dicha investigación con imágenes, en algunas de las siguientes modalidades:

- a) Cartel en papel bond
- b) Presentación en PowerPoint
- c) Infografía en el programa piktochart–gratis (<https://piktochart.com/es/blog/guia-de-piktochart-para-estudiantes/>)

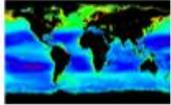
Información solicitada:

1. ¿Por qué es importante el cuidado del suelo como recurso natural?
2. Problemática del crecimiento de la población y la producción de alimentos.
 - Crecimiento de la población a nivel mundial y la producción de cultivos de uso alimentario.
 - Relación de la producción agrícola y el uso de suelos fértiles en América Latina.
(Es preferible mostrar gráficos con datos comparativos en informes recientes y la proyección de la situación para futuras generaciones).
3. 10 amenazas para las funciones del suelo
 - El desequilibrio de nutrientes
 - La acidificación del suelo
 - La pérdida de biodiversidad del suelo
 - La compactación del suelo
 - La contaminación del suelo
 - La erosión del suelo
 - La pérdida del carbono orgánico del suelo

- La salinización del suelo
 - El sellamiento del suelo
 - El anegamiento del suelo
4. Estrategias relacionadas con el suelo para incrementar el suministro de alimentos.
 - Evitar la pérdida de la productividad debido a la degradación de los suelos.
 - Aumento en el rendimiento de los cultivos.
 - Aumento del almacenamiento de carbono y la biodiversidad en el suelo.
 - Reducción del impacto ambiental a la salud humana y a los sistemas agrícolas.
 5. Resumen de las 10 amenazas del suelo para América Latina y que propones para disminuirlas o prevenirlas.
(Representar en una tabla y en la última columna la propuesta a implementar).
 6. Gestión sostenible del suelo.
 - ¿Qué prácticas se proponen aplicar al suelo para incrementar la seguridad alimentaria?
 - ¿Cuáles son las ventajas de implementar dichas prácticas?
 - ¿Qué acciones en forma individual y colectiva se deben implementar para conservar el suelo como recurso esencial para la vida en la Tierra?

Fig. A.4.1. Evidencia de la presentación en PowerPoint por un equipo del grupo experimental de la investigación documental en la página de la FAO.

¿Porque es importante el cuidado del suelo?

- Incremento de los alimentos** 
- Regulación del clima** 
- Servicios de ecosistemas** 

Problemática del crecimiento y la producción de alimentos

- La población aumentará en un 72% entre 1985 y el año 2050, es de esperar haya aumentado el consumo de alimentos.
- El principal problema es si el aumento necesario de la producción de alimentos y los recursos naturales disponibles será suficiente para este crecimiento demográfico hasta el año 2050.
- América latina tiene las reservas de tierra cultivable más grandes del mundo, pero esta cifra se está reduciendo rápidamente.
- De 1961 - 2011 la superficie agrícola en la región aumentó notablemente, pasando de 561 a 741 millones de hectáreas.

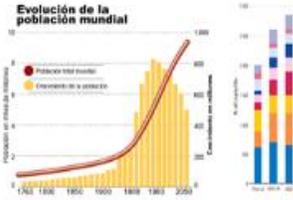
Amenazas para las funciones del suelo



Perdida de carbono orgánico



Evolución de la población mundial



ESTRATEGIAS RELACIONADAS CON EL SUELO PARA INCREMENTAR EL SUMINISTRO DE ALIMENTOS

<p>PERDIDA DE FERTILIDAD DEL SUELO → La materia orgánica y estructura son desmoronadas gradualmente. El uso de la tierra no permite, este fenómeno, porque la erosión ocurre en niveles inferiores y el crecimiento de los cultivos se mantiene estable.</p> <p>AUMENTO EN LOS CULTIVOS → En muchos países, los agricultores cultivaban intensivamente la tierra en 1950, con un nivel significativo de riego y cosechas múltiples. Por consiguiente, en la mayoría de las zonas no es posible responder a la demanda recalcando simplemente a la aplicación de la superficie cultivada.</p> <p>EL CARBONO Y LA BIODIVERSIDAD DEL SUELO → La forma de acción para la captura de carbono bajo el Protocolo de Kioto no solo minimizará cambios importantes en el manejo del suelo sino que también tendrá efectos significativos directos en sus propiedades y un impacto positivo sobre las condiciones ambientales agrícolas y sobre la biodiversidad. Los consecuencias incluyen una mayor fertilidad del suelo y productividad de la tierra para la producción de alimentos y para la seguridad alimentaria.</p> <p>SALUD HUMANA Y LOS SISTEMAS AGRICOLAS → La agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos de la finca, eliminarémos a la fertilidad del suelo y la actividad biológica y al mismo tiempo, a minimizar el uso de los recursos no renovables y no utilizar fertilizantes y plaguicidas sintéticos para proteger el medio ambiente y la salud humana.</p>	<h4>10 amenazas del suelo para América Latina y algunas soluciones a proponer</h4> <ul style="list-style-type: none"> Cambio climático Presión humana Pérdida de biodiversidad Malas prácticas agrícolas Investigaciones insuficientes Pérdida de nutrientes Salinización Falta de servicios de extensión La erosión hídrica y deslizamientos Pérdida de carbono
--	--

¿QUE PRACTICAS SE PROPONEN APLICAR AL SUELO PARA INCREMENTAR LA SEGURIDAD ALIMENTARIA?

Los sistemas de producción holísticos de la producción que promueven y refuerzan la salud de los agro-ecosistemas socio, ecológicos y económicamente sostenibles, son necesarios para proteger nuestros suelos y mantener niveles adecuados de producción.

Los proyectos de la FAO en materia de gestión sostenible de la tierra y conservación de los suelos se encuentran en marcha en todo el mundo. Entre ellos, los proyectos de promoción de la agricultura de conservación en Lesotho, de fortalecimiento de capacidades para la agricultura orgánica en Pakistán, y de adaptación de drogas para la seguridad alimentaria en China.



Gestión sostenible del suelo



Algunas soluciones

- Conservación del suelo
- Estar más informados
- Tener un registro sobre el suelo
- legislación apropiada
- difusión de resultados de una buena investigación
- La adopción de prácticas indígenas
- riego de zonas secas

Fig. A.4.2. Lista de cotejo para la elaboración y presentación de la investigación documental.



Colegio de Ciencias y Humanidades
Plantel Naucalpan



Lista de cotejo para la coevaluación de la presentación de la investigación documental
Nombre de los integrantes del equipo: _____

Crterios	Contenido de la investigación	Si	No	Observaciones
Información solicitada (se solicita que cotejen los subtemas)	¿Por qué es importante el cuidado del suelo como recurso natural?			
	Problemática del crecimiento de la población y la producción de alimentos.			
	10 amenazas para las funciones del suelo.			
	Resumen de las 10 amenazas del suelo para América Latina y que propones para disminuirlas o prevenirlas.			
	Estrategias relacionadas con el suelo para incrementar el suministro de alimentos.			
	Resumen de las 10 amenazas del suelo para América Latina y que propones para disminuirlas o prevenirlas.			
	Gestión sostenible del suelo			
Organización de la información	La información se presenta resumida.			
	La información se presenta en forma secuenciada.			
Creatividad en la presentación	En la exposición se presentan más imágenes que texto.			
	La presentación de la información contiene colores.			
Interacción en la presentación	Se promueve la interacción con el grupo al presentar la información.			
Evaluación final	Total de aspectos cubiertos			/12

Nombre del representante del equipo que coevaluó: _____

Fig. A.4.3. Evidencia de la coevaluación de la presentación en PowerPoint (Investigación documental).



Colegio de Ciencias y Humanidades

Plantel Naucalpan



Lista de cotejo para la coevaluación de la presentación de la investigación documental

Nombre de los integrantes del equipo: _____

		Si	No	Observaciones
Información solicitada (se solicita que cotejen los subtemas)	¿Por qué es importante el cuidado del suelo como recurso natural?	✓		La explicación fue breve pero entendible.
	Problemática del crecimiento de la población y la producción de alimentos.	✓		Da datos correctos y actualizados.
	10 amenazas para las funciones del suelo.	✓		Explicación breve.
	Resumen de las 10 amenazas del suelo para América Latina y que propones para disminuirlas o prevenirlas.	✓		Todo venia resumido
	Estrategias relacionadas con el suelo para incrementar el suministro de alimentos.	✓		Tenia información correcta.
	Resumen de las 10 amenazas del suelo para América Latina y que propones para disminuirlas o prevenirlas.	✓		Explicación breve pero entendible.
	Gestión sostenible del suelo	✓		Buena información
Organización de la información	La información se presenta resumida.	✓		Si
	La información se presenta en forma secuenciada.	✓		Si, incluío todos los temas.
Creatividad en la presentación	En la exposición se presentan más imágenes que texto.		✓	Tenían una imagen representativa del tema.
	La presentación de la información contiene colores.	✓		Si
Interacción en la presentación	Se promueve la interacción con el grupo al presentar la información.	✓		Demostro interacción con el grupo.
Evaluación final	Total de aspectos cubiertos			112

Nombre del representante del equipo que coevaluó: Andrésa Noemí Morales Lorenzo

Anexo 5. Delimitación del tema de reacción de neutralización

Fig. A.5.1. Presentación en PowerPoint elaborada por el profesor.

REACCIONES QUÍMICAS EN EL SUELO

Ecosistema-Suelo: Sistema abierto que presenta intercambios de materia y energía entre los factores bióticos y abióticos.

¿Por qué es importante el suelo?

- Productor de:
 - Alimentos
 - Vegetales
 - Animales
 - Fibras
- Regulador del cambio climático
- Ciclos Biogeoquímicos: O₂, N₂, S, Captación del CO₂
- Cada año se pierden 50 000 Km²

prosalus.es

¿Cómo se forma el suelo?

MILES DE AÑOS

METERORIZACIÓN (INTEMPERISMO)

- Físico
- Químico
- Biológico

FACTORES

- Humedad
- Aire
- Temperatura
- Relieve
- Acción de ácidos
- Acción del agua
- Acción de organismos
- Ruptura por raíces

SUELO

Rocas madre

Horizontes del suelo

Alta meteorización

Capa superficial de la superficie terrestre que sostiene a la vegetación

Fuente: sitesgoogle.com

Componentes del suelo

TEXTURA
Diámetro de partícula mineral:
Arena: 0,05-2 mm
Limo: 0,05-0,002 mm
Arcilla: Menor a 0,002 mm

POROSIDAD
Determina la:
Aireación
Retención o circulación del agua

Formado por tres fases:

- Sólida**
 - Materia orgánica
 - Materia inorgánica
- Líquida**
 - Agua
 - Disolución de suelo
- Gaseosa**
 - O₂, CO₂, N₂, CH₄
 - Vapor de agua
 - Aire

Imagen: edafología.net

Humificación-Mineralización

Humificación: Descomposición de la materia orgánica. Por acción de los microorganismos y reacciones químicas.

Materia orgánica: Carbohidratos, Proteínas

Humus, Ácidos húmicos (COO)

Mineralización: En materia inorgánica

NO₃⁻, SO₄²⁻, Ca²⁺

Forma iónica asimilable para las plantas

Factores de acidificación del suelo

- Físicos**
 - Erosión
 - Deforestación
- Químicos**
 - Uso de fertilizantes nitrogenados
 - Manejo inadecuado de encalado
- Cultivo**
 - Cultivo extensivo
 - Sin diagnóstico de la fertilidad del suelo

¿Cómo se genera la acidez del suelo?

CO₂ + H₂O ⇌ H₂CO₃ ⇌ H⁺ + HCO₃⁻

ABSORCIÓN POR LA PLANTA

LAVADO DEL SUELO

Imágenes: sitesgoogle.com

Fig. A.5.2. Presentación en PowerPoint elaborada por el profesor (continuación).

Acidez del suelo por su pH

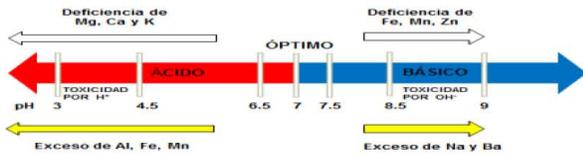
Grado de acidez del suelo	pH
Extremadamente ácido	menor a 4.5
Muy ácido	4.6-5.1
Ácido	5.2-5.6
Moderadamente ácido	5.7 a 6.1
Ligeramente ácido	6.2 a 6.6
Neutro	6.7 a 7.4
Ligeramente alcalino	7.5 a 7.9
Moderadamente alcalino	8.0-8.4
Muy alcalino	8.5-8.9
Extremadamente alcalino	Mayor a 9

El pH y la disponibilidad de nutrientes



A mayor grosor de las bandas, mayor disponibilidad de nutrientes

Escala de pH en el suelo

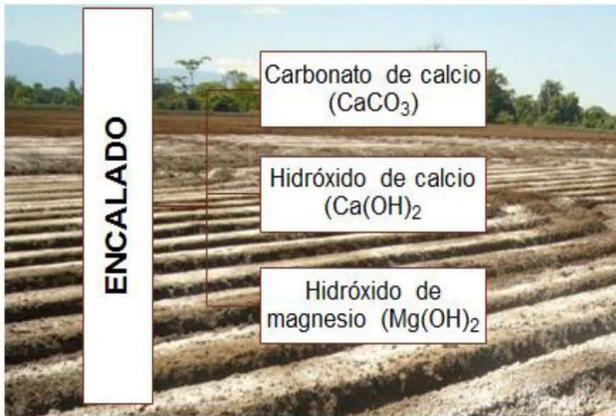


Efectos de la acidez del suelo

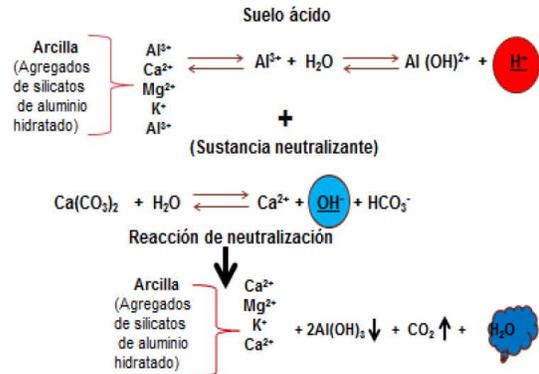
Mayor acidez del suelo
Valor de pH menor a 5.5

- Menor crecimiento de las plantas.
- Disminución de la disponibilidad de K, Ca, Mg y P.
- Favorece la solubilidad de elementos tóxicos como Al y Mn.

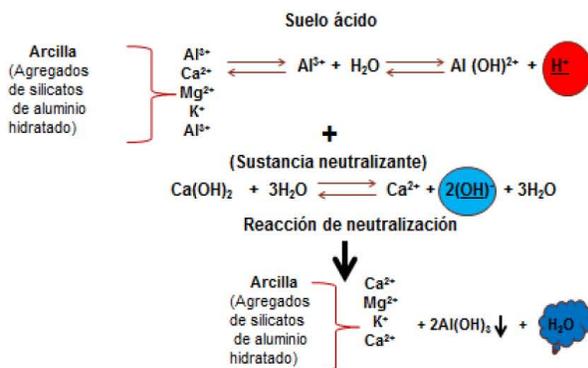
Neutralización de la acidez del suelo



Reacción de neutralización de la acidez del suelo en la práctica agrícola



Reacción de neutralización de la acidez del suelo



Reacción de neutralización de la acidez del suelo

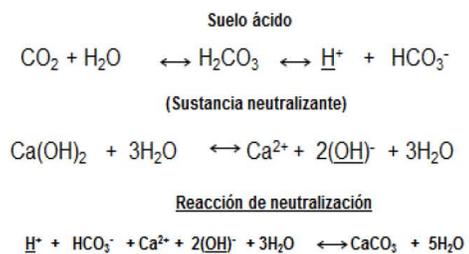


Fig. A.5.3. Evidencia de la evaluación de un alumno del grupo experimental, de la representación de una reacción de neutralización, mediante ecuaciones químicas.

Daire Golotzin Mexcano Godinez

Representación de la ecuación de Neutralización de la acidez del suelo

Actividad en equipo: Contesta las siguientes preguntas con orientación del profesor y elabora un cartel para presentarlo ante grupo en la siguiente clase.

- ¿Cómo se neutralizará la acidez del suelo?
R. con una sal \rightarrow básica o base
- ¿Qué compuesto se utilizará para neutralizar la acidez del suelo?
Fórmula: $CaCO_3$ Nombre: Carbonato de calcio

3. Escribe la ecuación química que representa a la reacción de neutralización de la acidez del suelo con la siguiente información:

- Escribe el nombre de reactivos y productos
- Balancea la ecuación química por el método de inspección

Ecuación molecular:

$$H_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

$$H_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + 2H_2O$$

Ecuación iónica:

$$H^+ + CO_3^{2-} + Ca^{+2} + OH^{-1} \rightarrow Ca^{+2}CO_3^{-2} + H^+ + OH^{-1}$$

$$2H^+ + CO_3^{2-} + Ca^{+2} + 2OH^{-1} \rightarrow Ca^{+2}CO_3^{-2} + 2H_2O$$

4. ¿Con base a la ecuación anterior, el pH de reactivos y productos será diferente?, complementa la siguiente tabla:

Reactivos			Productos		
Fórmula	Tipo de compuesto	pH	Fórmula	Tipo de compuesto	pH
H_2CO_3	Acido	5-6	$CaCO_3$	sal	7
$Ca(OH)_2$	Base	8-14	H_2O	Agua	7

5. Investiga la forma en que se utiliza el compuesto químico elegido, para neutralizar la acidez del suelo en el campo agrícola. (Representa con dibujos y fórmulas químicas).

Anexo 6. Investigación documental de las formas de neutralizar un suelo ácido en el campo agrícola.

Actividad en equipo:

Con base en la presentación del profesor de la delimitación del tema, contesta las siguientes preguntas con orientación del profesor y elabora un cartel para presentarlo ante grupo en clase:

1. ¿Cómo se neutralizará la acidez del suelo?

R. _____

2. ¿Qué compuesto se utilizará para neutralizar la acidez del suelo?

Fórmula: _____ Nombre: _____

3. Escribe la ecuación química que representa a la reacción de neutralización de la acidez del suelo con la siguiente información:

- Escribe el nombre de reactivos y productos
- Balancea la ecuación química por el método de inspección

Ecuación molecular:

Ecuación iónica:

4. ¿Con base a la ecuación anterior, el pH de reactivos y productos será diferente?, complementa la siguiente tabla:

Reactivos			Productos		
Fórmula	Tipo de compuesto	pH	Fórmula	Tipo de compuesto	pH

5. Investiga la forma en que se utiliza el compuesto químico elegido, para neutralizar la acidez del suelo en el campo agrícola. (Representa con dibujos y fórmulas químicas). Referencia sugerida: *Molina, E. (1998). Encalado para la corrección de la acidez del suelo. San José Costa Rica./ acidez del suelo y encalado. Ing. Eloy Molina. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica.*

Fig. A.6.1. Exposición en un cartel, de las reacciones de neutralización de suelos ácidos en el campo agrícola, por los alumnos del grupo experimental.

ÓXIDO DE CALCIO



Presentan las precauciones del manejo de la cal viva y las ecuaciones de neutralización, así como el pH esperado en los productos.

HIDRÓXIDO DE MAGNESIO



Exponen la formación del hidróxido de magnesio a partir del óxido respectivo y la ecuación de neutralización del ácido carbónico.

CARBONATO DE CALCIO



Mencionan en la exposición que es el compuesto químico más utilizado en el campo agrícola y que proviene del mineral calcita.

Anexo 7. Diagrama heurístico para orientar la actividad experimental

Fig. A.7.1. Diagrama heurístico. (Chamizo J. A., 2007)

Diagrama heurístico sobre:		Puntos
HECHOS		
PREGUNTA		
CONCEPTOS	METODOLOGÍA	
Aplicaciones		
Lenguaje	Procesamiento de los datos para obtener un resultado	
Modelo	Análisis y/o conclusión derivado de los datos.	
RESPUESTA O RESULTADO		
REFERENCIAS De los hechos: De los conceptos: De la metodología:		
Autoevaluación (total de puntos)/20 puntos posibles		

Para complementarlo:

1. Indicar el tema de la investigación
2. Reconocer los hechos (la acidez del suelo daña la fertilidad).
3. Con los hechos se construye una pregunta abierta que para responderse requiere de una metodología.
4. Indicar el procedimiento elegido para contestar la pregunta
5. Procesar los datos obtenidos
6. Concluir con base a los datos
7. Responder la pregunta incluyendo los conceptos y el modelo
8. Reconocer las aplicaciones de los que se está investigando
9. Precisar el lenguaje permite iniciar el proceso complejo de explicación que se concreta con la identificación o precisión de un modelo.

Fig. A.7.2. Diagrama heurístico para orientar la actividad experimental (con base en el diagrama propuesto en la figura A.7.1).

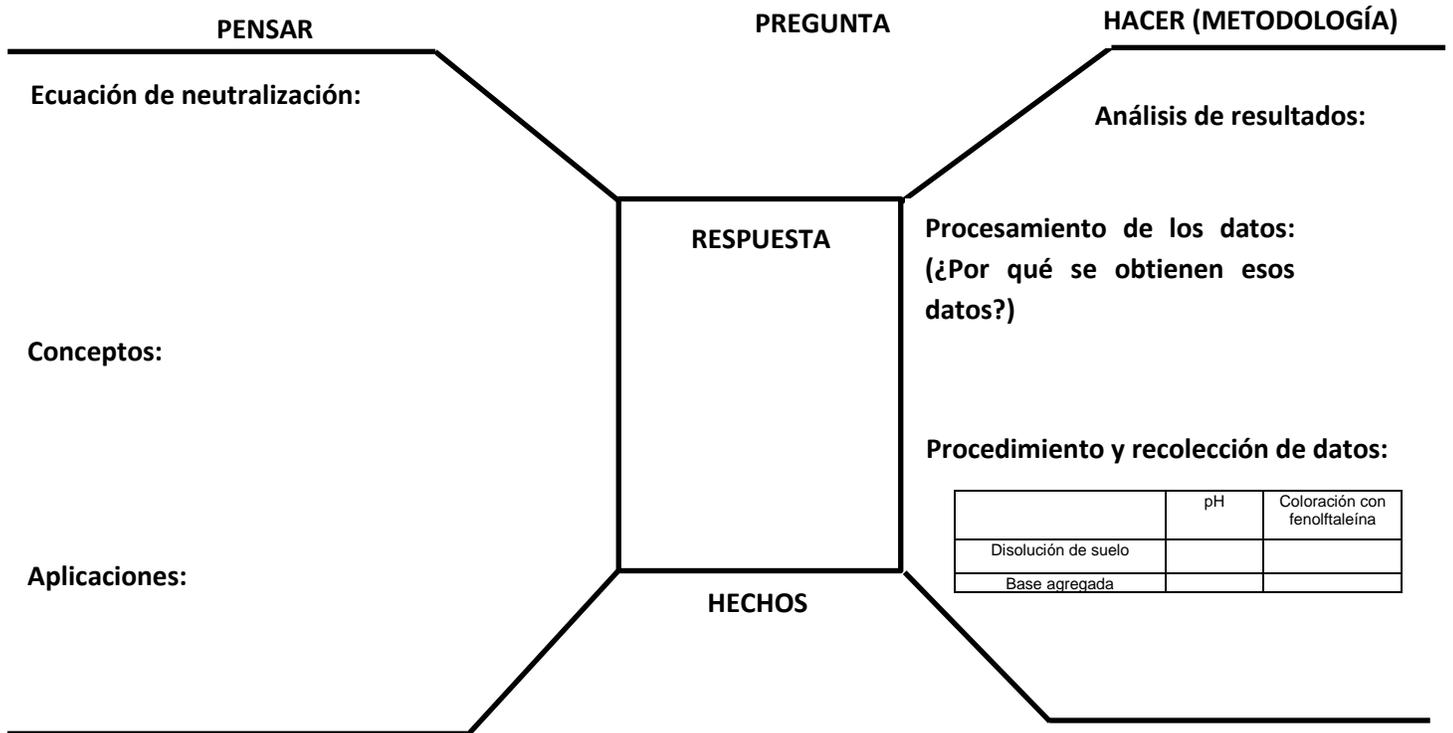


Colegio de Ciencias y Humanidades
Plantel Naucalpan



Diagrama heurístico
“Neutralización de la acidez del suelo”

Nombre del alumno(a): _____ Fecha: _____



Anexo 8. Actividad experimental “Neutralización de la acidez del suelo a microescala (Grupo experimental).”



Colegio de Ciencias y Humanidades
Plantel Naucalpan
Neutralización de la acidez del suelo



Nombre del alumno(a): _____



Agroalimentando.com



Proain/Tecnología agrícola

Equipo No: _____

Fecha: _____

Integrantes del equipo:

Neutralización de la acidez del suelo

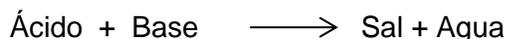
Introducción

La acidez de un suelo hace referencia a la cantidad de iones hidrógeno (H^+) o hidrogeniones (H_3O^+) y la basicidad a la cantidad de iones hidroxilo (OH^-) presentes y constituye un problema de importancia en la producción agrícola, porque afecta de una forma determinante algunas características químicas y biológicas de éste. Un suelo ácido presenta en forma general, una reducción en el crecimiento de las plantas por la disminución de la disponibilidad de algunos nutrimentos como calcio (Ca^{2+}) magnesio (Mg^{2+}) y potasio (K^+) que son intercambiados por el ion hidrógeno (H^+); y se favorece la presencia de elementos tóxicos como el aluminio. El diagnóstico de la acidez del suelo se determina midiendo la actividad de los iones hidrógeno en la solución de suelo y se expresa con el valor de pH (potencial de hidrógeno). Para neutralizar la acidez del suelo se utilizan principalmente compuestos básicos como el hidróxido de magnesio ($Mg(OH)_2$), que reaccionan con los ácidos presentes en el suelo.

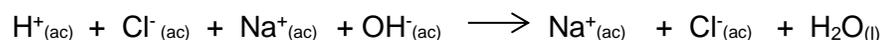
Reacción de neutralización ácido-base

Con base en la teoría de Arrhenius los ácidos son sustancias que se ionizan en agua para formar iones H^+ y las bases son sustancias que se ionizan en agua para formar iones OH^- .

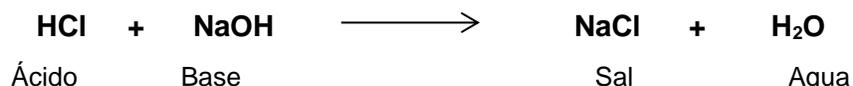
Una reacción de neutralización se lleva al cabo entre un ácido y una base. Generalmente en las reacciones acuosas ácido-base se forma agua y una sal, que es un compuesto iónico formado por un catión y un anión. La ecuación general de una reacción de neutralización corresponde a:



En la reacción entre una base fuerte y un ácido fuerte, las especies iónicas se encuentran disociadas en forma completa, como es el caso de la reacción entre el ácido clorhídrico y el hidróxido de sodio:



Forma común de expresar la ecuación de neutralización:



En una reacción de neutralización, el punto de equivalencia corresponde a la reacción completa entre un ácido y una base, su apreciación visual se realiza mediante el cambio de color de un indicador. La fenolftaleína es el indicador más utilizado en las reacciones ácido-base, en medio ácido o neutro es incoloro, pero en disoluciones básicas adquiere un color rosa intenso. Si la concentración del ácido es equivalente al de la base, se produce completamente una sal sin residuos de ácido y base.

Neutralización de la acidez del suelo

Objetivos:

- Diagnosticar el grado de acidez del suelo, con base al valor de Ph.
- Neutralizar la acidez mediante una reacción ácido-base.

Escribe en el recuadro qué compuesto se debe agregar a la disolución ácida de suelo y que valor de pH se espera obtener después de la reacción.

Hipótesis:

Técnica

1. Extender la muestra de suelo en un papel y retirar las ramas y piedras.
2. Moler en un mortero y pasar por un colador de malla fina.
3. Pesar 5 g de la muestra de suelo y disolverla en 25 mL de agua en un vaso deprecitados de 50 mL. Mezclar fuertemente con un agitador de vidrio durante 2 minutos y deje reposar hasta que se asiente el suelo.
4. Filtrar en un matraz Erlenmeyer de 25 mL, para separar la disolución del suelo del sedimento y sumergir una tira de papel pH en el filtrado, comparar los colores con la escala de pH (si el pH no es ácido, agregar 2 gotas de disolución ácido de sulfúrico 1N, para ajustar a un pH menor a 5.5) y simular los efectos de la lluvia ácida en el suelo.
5. Medir 2 mL del filtrado en un matraz de 25 mL, agregar una gota de indicador fenolftaleína y agitar.
6. Armar el equipo a microescala (Fig.8.6), en la microbureta (jeringa para insulina) colocar 1 mL de disolución de hidróxido de sodio (NaOH) 1N.

7. Adicionar gota a gota la disolución de hidróxido de sodio (NaOH) contenida en la microbureta a la disolución de suelo y agitar constantemente hasta el cambio de color, que indica el punto final de la reacción de neutralización. (contar las gotas de base utilizadas para neutralizar la acidez del suelo).
8. Medir el pH en la disolución de suelo después de la reacción de neutralización.
9. Complementar el formato heurístico con las observaciones y los datos recolectados en la actividad experimental.
10. Complementar el cuestionario de integración de la actividad experimental.

Cuestionario de integración

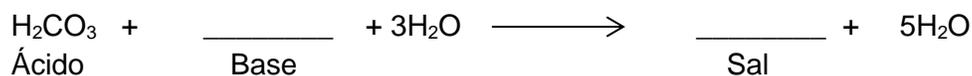
1. Si el pH de la muestra de suelo es ácido, ¿qué iones se encuentran en mayor cantidad?

R. _____

2. Al agregar la base, ¿que sucede con los iones del ácido?

R. _____

3. Complementa la ecuación química que corresponde a la reacción de neutralización de la acidez de la disolución de suelo: (Balancéala por inspección).



4. ¿Cuál es el nombre de los productos que se formaron? _____

5. Con base en los productos formados, ¿qué pH se debería obtener en el punto final de la reacción?

R. _____

Fig. A.8.1. Evidencia del uso del diagrama heurístico para orientar la indagación experimental “reacción de neutralización a microescala”, de un alumno del grupo experimental.

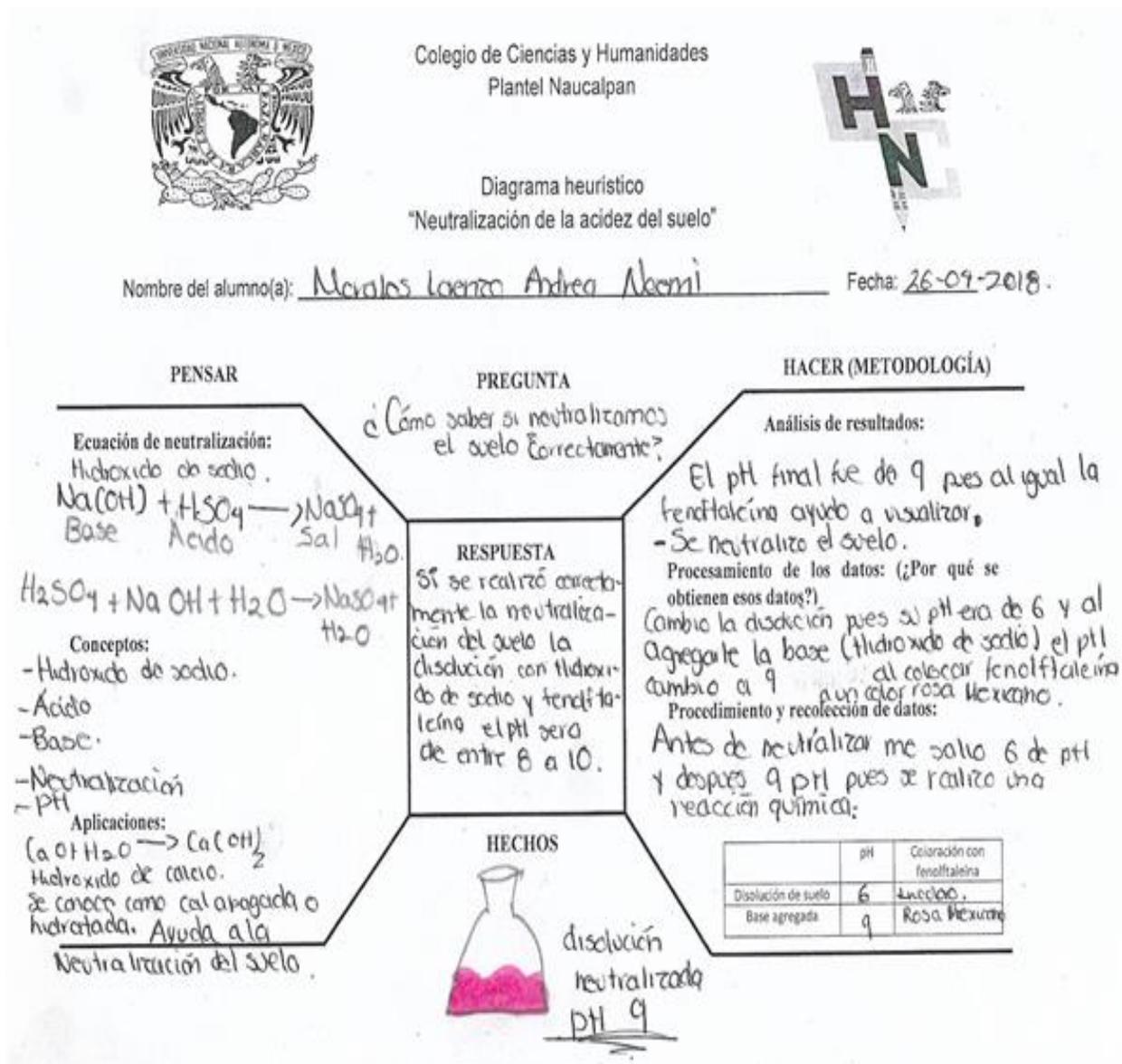


Fig. A.8.2. Evidencia del Cuestionario de integración de la actividad experimental “reacción de neutralización a microescala”, de un alumno del grupo experimental.



Cuestionario de reflexión de la actividad experimental

Neutralización de la acidez del suelo



Nombre del alumno(a): Narales Luciano Andrés Abemi

1. Si el pH de la muestra de suelo es ácido, ¿qué iones se encuentran en mayor cantidad?
 R. iones Hidrogeno (H⁺)

2. Al agregar la base ¿qué sucede con los iones del ácido?
 R. los iones se unen y forman Sal y Agua que es un proceso de neutralización

3. Complementa la ecuación química que corresponde a la reacción de neutralización de la acidez de la disolución de suelo: (Balancéala por inspección)

$$\begin{array}{ccccccc}
 \text{H}_2\text{CO}_3 & + & \text{NaOH} & + & 3\text{H}_2\text{O} & \longrightarrow & \text{NaCO}_3 + 5\text{H}_2\text{O} \\
 \text{Ácido} & & \text{Base} & & & & \text{Sal}
 \end{array}$$

4. ¿Cuál es el nombre de los productos que se formaron? Sal
Sal - Carbonato de sodio.
Agua.

5. Con base a los productos formados, ¿qué pH se debería obtener en el punto final de la reacción? se deben tener un pH para los productos de 7 o 8 a 10.

Anexo 9. Problemática de la acidez del suelo



Colegio de Ciencias y Humanidades
Plantel Naucalpan

Tema: Reacción de neutralización



Equipo No: _____

Fecha: _____

Integrantes del equipo:

Problemática real de la acidez del suelo en México

En el estado de Chiapas, se presenta una baja producción del cultivo de frijol, ocasionada por varios factores, entre los que destaca la acidez del suelo. La estrategia para resolver el problema consiste en aplicar cal viva (óxido de calcio, CaO) a los suelos para neutralizar la acidez y mejorar los rendimientos del cultivo de frijol.

1. ¿Qué condiciones climatológicas favorecen la acidez del suelo?: _____
2. ¿A qué compuesto químico corresponde la cal viva?: _____
3. Al reaccionar el óxido de calcio con el agua contenida en el suelo, forma el compuesto: _____
4. Escribe la ecuación química que representa a la reacción de neutralización que se efectuará en el suelo, entre los iones que ocasionan la acidez del suelo y los iones del compuesto básico que se utilizó.
5. ¿Qué pH se espera lograr en el suelo, después de que se efectuó la reacción de neutralización?: _____

Fig. A.9.1. Evidencia de un equipo del grupo experimental, del cuestionario de la problemática de la acidez del suelo en México.



Colegio de Ciencias y Humanidades

Plantel Naucalpan

Tema: Reacción de neutralización



Equipo No: 3

Fecha: 26/abr/18

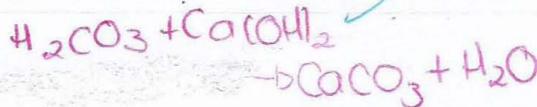
Integrantes del equipo:

Dora Saldaña Chaves
Paulina Alejandra Aguilar Pios
Daira Golitzin Mascoso Godínez
Gabriela Domínguez Rete

Problemática real de la acidez del suelo en México

En el estado de Chiapas, se presenta una baja producción del cultivo de frijol, ocasionada por varios factores, entre los que destaca la acidez del suelo. La estrategia para resolver el problema consiste en aplicar cal viva (óxido de calcio, CaO) a los suelos para neutralizar la acidez y mejorar los rendimientos del cultivo de frijol.

1. ¿Qué condiciones climatológicas favorecen la acidez del suelo?: lluvia, río, humedad.
2. ¿A qué compuesto químico corresponde la cal viva?: óxido de calcio
3. Al reaccionar el óxido de calcio con el agua contenida en el suelo, forma el compuesto: hidróxido de calcio
4. Escribe la ecuación química que representa a la reacción de neutralización que se efectuará en el suelo, entre los compuestos que ocasionan la acidez del suelo y el compuesto básico que se utilizó para neutralizar la acidez de éste.



5. ¿Qué pH se espera obtener en el suelo, después de que se efectuó la reacción de neutralización?: obtener un suelo neutro, para las mejores cosechas, pH 7

Anexo 10. Evaluación final



Colegio de Ciencias y Humanidades
Plantel Naucalpan
Evaluación final



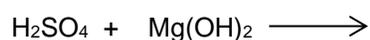
Tema: Reacción de neutralización

Nombre del alumno (a): _____ Fecha: _____

Instrucción. Para cada una de las preguntas, subraya la o las respuestas correctas y complementa la pregunta que se solicite.

- Los óxidos contaminantes que generan principalmente la acidez del suelo son:
 - MgO y K₂O
 - CO₂ y SO₂
 - CH₄ y CF₄
 - Ca(OH)₂ y NaOH
- ¿Qué oxiácidos contribuyen a aumentar la acidez del suelo?
 - HCl, HF y HBr
 - HCl, HNO₃ y HF
 - H₂CO₃, HNO₃ y H₂SO₄
 - H₃PO₄, HCl y H₂CO₃
- ¿Qué factores determinan en mayor medida la acidez del suelo?
 - La emisión de gases contaminantes
 - La cantidad de materia orgánica
 - La temperatura
 - La tala de bosques
- El pH de una sustancia, es un valor que corresponde al grado de:
 - Acidez
 - La cantidad de iones K⁺
 - La cantidad de agua
 - Alcalinidad
- Un suelo ácido contiene mayor cantidad de iones:
 - Magnesio (Mg²⁺)
 - Cloro (Cl⁻)
 - Protones (H⁺)
 - Nitratos (NO₃⁻)
- ¿Cuáles son los valores óptimos de pH para el crecimiento de los cultivos? _____
- ¿Qué iones no se encuentran disponibles en un suelo ácido, para el buen desarrollo de las plantas? _____

8. Una reacción química se caracteriza, ¿por qué?
- Los átomos de los elementos cambian
 - No se forman nuevas sustancias
 - Las propiedades de las sustancias cambian (cuando se forman productos)
 - Libera o requiere energía
9. ¿Qué tipo de compuesto se utiliza en la neutralización de la acidez del suelo?
- Ácido
 - Sal
 - Base
 - Óxido
10. ¿Qué teoría considera a un ácido, como la sustancia que forma iones H^+ y a una base como la sustancia que forma iones OH^- ; en disolución acuosa?
- Teoría de Brønsted–Lowry
 - Teoría de Arrhenius
 - Teoría de Lewis
 - Teoría atómica
11. ¿Qué compuestos son los más utilizados en la práctica agrícola para neutralizar los suelos ácidos?
- $Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$
 - CuO , Na_2O
 - HCl , H_2CO_3
 - KCl , $NaCl$
12. En una reacción de neutralización, ¿Qué tipo de compuestos se combinan?
- Ácido y óxido
 - Base y ácido
 - Sal y base
 - Óxido y base
13. ¿Qué ecuaciones químicas corresponden a una reacción de neutralización?
- $K_2O + H_2O \longrightarrow 2 KOH$
 - $H_2CO_3 + Mg(OH)_2 \longrightarrow MgCO_3 + 2 H_2O$
 - $2Mg + O_2 \longrightarrow 2 MgO$
 - $HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$
14. Complementa la ecuación química que corresponde a la neutralización de la acidez del suelo para el cultivo de frijol y contesta lo que se solicita:



- a) Escribe el nombre de los productos que se formaron:

R. _____

- b) Con base a la escala de pH, ¿Qué pH corresponde a los productos formados?

R. _____

Fig. A.10.1. Evidencia de la evaluación final de una alumna del grupo experimental (primera parte).

 Colegio de Ciencias y Humanidades
Plantel Naucalpan
Evaluación final
Tema: Reacción de neutralización



Nombre del alumno (a): Dario Ydotein Moscoso Godínez Fecha: 26-04-18

Instrucción. Para cada una de las preguntas, subraya la o las respuestas correctas y define o complementa la pregunta que se solicite.

- Los óxidos contaminantes que generan principalmente la acidez del suelo son:
a) MgO y K₂O
b) CO₂ y SO₂
c) ~~CH₄ y CF₄~~
d) ~~Ca(OH)₂ y NaOH~~
- ¿Qué oxiácidos contribuyen a aumentar la acidez del suelo?
a) ~~HCl, HF y HBr~~
b) ~~HCl, HNO₃ y HF~~
c) H₂CO₃, HNO₃ y H₂SO₄
d) ~~H₃PO₄, HCl y H₂CO₃~~
- ¿Qué factores determinan en mayor medida la acidez del suelo?
~~a) La emisión de gases contaminantes~~
~~b) La cantidad de materia orgánica~~
~~c) La temperatura~~
d) La tala de bosques
- El pH de una sustancia, es un valor que corresponde al grado de:
~~a) Acidez~~
~~b) La cantidad de iones K⁺~~
~~c) La cantidad de agua~~
d) Alcalinidad
- Un suelo ácido contiene mayor cantidad de iones:
a) ~~Magnesio (Mg²⁺)~~
b) ~~Cloro (Cl⁻)~~
c) Protones (H⁺)
d) ~~Nitratos (NO₃⁻)~~
- ¿Cuáles son los valores óptimos de pH para el crecimiento de los cultivos? 6.5 a 8.5
- ¿Qué iones no se encuentran disponibles en un suelo ácido, para el buen desarrollo de las plantas? K⁺, Mg, Ca

Fig. A.10.2. Evidencia de la evaluación final de una alumna del grupo experimental (segunda parte).

8. Una reacción química se caracteriza, ¿por qué?

a) Los átomos de los elementos cambian

b) No se forman nuevas sustancias

c) Las propiedades de las sustancias cambian

d) Libera o requiere energía

9. ¿Qué tipo de compuesto se utiliza en la neutralización de la acidez del suelo?

a) Ácido

b) Sal

c) Base

d) Óxido

10. ¿Qué teoría considera a un ácido, como la sustancia que forma iones H^+ y a una base como la sustancia que forma iones OH^- ; en disolución acuosa?

a) Teoría de Brønsted-Lowry

b) Teoría de Arrhenius

c) Teoría de Lewis

d) Teoría atómica

11. ¿Qué compuestos son los más utilizados en la práctica agrícola para neutralizar los suelos ácidos?

a) $Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$

b) CuO , Na_2O

c) HCl , H_2CO_3

d) KCl , $NaCl$

12. En una reacción de neutralización, ¿Qué tipo de compuestos se combinan?

a) Ácido y óxido

b) Base y ácido

c) Sal y base

d) Óxido y base

13. ¿Qué ecuaciones químicas corresponden a una reacción de neutralización?

a) $K_2O + H_2O \longrightarrow 2 KOH$

b) $H_2CO_3 + Mg(OH)_2 \longrightarrow MgCO_3 + 2 H_2O$

c) $2Mg + O_2 \longrightarrow 2 MgO$

d) $HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$

14. Complementa la ecuación química que corresponde a la neutralización de la acidez del suelo para el cultivo de frijol y contesta lo que se solicita:

$H_2SO_4 + Mg(OH)_2 \longrightarrow MgSO_4 + 1 H_2O$

a) Escribe el nombre de los productos que se formaron: Agua y sulfato de magnesio

b) Con base a la escala de pH, ¿Qué pH corresponde a los productos formados?
R. 7

Anexo 11. Evaluación de la estrategia

Fig. A.11.1. Evidencia de una alumna, a la evaluación de la estrategia didáctica basada en el modelo de investigación orientada, aplicada al grupo experimental.



**Colegio de Ciencias y Humanidades
Plantel Naucalpan**
Evaluación de la estrategia didáctica
"Neutralización de la acidez del suelo"



¡Muchas gracias por tu colaboración!



Nombre del alumno: Deive Yolotzin Mascoso Godínez

Instrucción: Elige un criterio de conformidad que corresponda a cada afirmación.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Observaciones
1. El tema de estudio fue de interés personal.	✓				
2. La lectura de un texto facilitó el recordar conocimientos de un tema.	✓				
3. La actividad de investigación documental contribuyó a nuevos conocimientos del tema.	✓				
4. El trabajo en equipo ayudó al logro de aprendizajes.	✓				
5. La actividad experimental facilitó la comprensión de la reacción de neutralización	✓				
6. Las participaciones de los compañeros ayudaron a reafirmar conocimientos del tema.		✓			
7. La orientación del profesor fue adecuada en todas las actividades.	✓				
8. El profesor promovió la participación en todas las actividades.	✓				
9. Prefiero que el profesor me explique todo, en lugar de investigar del tema.			✓		
10. La participación en la exposición de un tema, contribuye a mi formación personal.	✓				
11. Desarrollé habilidades y destrezas con las actividades realizadas.	✓				
12. Las actividades y el material de apoyo brindado por el profesor, me ayudaron a comprender mejor la reacción de neutralización.	✓				
13. El profesor resolvió todas las dudas del tema.	✓				