



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

U.N.A.M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN



Departamento de
Exámenes Profesionales

UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA
ENSEÑANZA BÁSICA DEL CONCEPTO DE pH

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
Q U Í M I C A
P R E S E N T A :
MARCELA MENA GARCÍA

ASESOR: DR. ADOLFO OBAYA VALDIVIA

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO

2002



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Una estrategia didáctica para la enseñanza básica del
concepto de pH.

que presenta la pasante: Marcela Mena García
con número de cuenta: 9452135-7 para obtener el TITULO de:
Química

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 06 de Julio de 2001

| | | |
|------------------|--|-----------------------------------|
| PRESIDENTE | <u>Q. Elia Catalina León Arias</u> | <i>Elia Catalina León Arias</i> |
| VOCAL | <u>Dr. Adolfo Obaya Valdivia</u> | <i>Adolfo Obaya Valdivia</i> |
| SECRETARIO | <u>Q. Rafael García Barrera</u> | <i>Rafael García Barrera</i> |
| PRIMER SUPLENTE | <u>I.Q. Graciela Delgadillo García</u> | <i>Graciela Delgadillo García</i> |
| SEGUNDO SUPLENTE | <u>Q. Ofelia Vega Vázquez</u> | <i>Ofelia Vega Vázquez</i> |

Mamá:

Este gran logro de mi vida te lo dedico a ti antes que a nadie porque durante mis estudios fuiste mi apoyo incondicional en todos los aspectos. Tú eres y serás por siempre el más importante testigo de mis ganas de ser y de desarrollarme como profesionista, como mujer, como esposa, como ser humano, y ahora hasta como Mamá. Gracias por estar siempre dispuesta a escucharme y aconsejarme ya que cada palabra y consejo que me has dedicado los llevo muy dentro de mi.

Gracias por estar siempre ahí.

Te Quiero

A mi papá:

Porque apesar del gran dolor que me causa saberte lejos, mi amor hacia ti no ha cambiado y nunca cambiará.

Te Quiero

A mi hermana Mónica:

Porque hemos compartido tantos momentos juntas, que si acaso han sido tristes, no importa eso pasa con el tiempo. Lo que vale es compartir como hasta ahora nuestras alegrías y sueños.

Te Quiero y ya sabes que siempre contarás conmigo.

A mi hermana Mayra:

Porque nunca te olvido, porque admiro tu valor y tu entusiasmo de enfrentarte a la vida, y porque sé que un día no muy lejano te podré abrazar y dar este pedacito de mí.

Te Quiero y te extraño.

A mi eterno amado Rafael:

Porque eres el viento que me acaricia, la lluvia que me besa, el sol que me reconforta y el frío que me sublima.

Lo mejor que me pudo pasar fué conocerte, ser tu novia, tu esposa y ten por seguro que seré tu amor por siempre.

Te Amo.

A mi tía Gloria:

Porque admiro tu bondad y trato hacia los demás, creo que son cualidades de una gran mujer.

A Lolita, Agustín, Claudia y en especial a Lola:

Porque mis sentimientos hacia ustedes son más de amistad. Es un cariño tan grande que aunque no sé cuánto mide, sí sé que nunca se acabará. Gracias por todo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México:

Por darme la oportunidad de pertenecer a la FES-C, donde adquirí los conocimientos que me hacen ser más que una estudiante una profesionista, pero sobre todo porque en la FES-C supe lo que es la amistad compartiendo momentos muy divertidos e inolvidables con mis amigochas: Ana, Arabia, Jaqueline y Cecy. Y finalmente porque en la FES-C encontré a mi verdadero amor.

A la Maestra Elia con mucho cariño y admiración

Por transmitirme sus conocimientos, por confiar en mí, y por brindarme su amistad. Gracias por todo.

Espero no fallarle nunca.

A mi Abue, allá en el cielo.

A la familia Arango Herrera:

Por todo el apoyo y las facilidades que me brindaron para la realización de esta tesis.

Gracias.

A Dios:

Por darme la inteligencia y la capacidad necesarias para terminar mis estudios, pero ante todo, por darme salud a mí y a todos mis seres queridos.

INDICE

| | PAGINA |
|--|--------|
| 1. OBJETIVOS | 1 |
| 2. INTRODUCCION | 2 |
| 3. MODELOS DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS | 4 |
| 3.1 GENERALIDADES | 4 |
| 3.2 PRINCIPALES MODELOS | 5 |
| 4. PROPUESTA DE UNA ESTRATEGIA DIDACTICA | 13 |
| 4.1 INTRODUCCION | 13 |
| 4.2 GENERALIDADES | 14 |
| 4.2.1 DEFINICIONES DE ACIDOS Y BASES | 17 |
| 4.2.2 DEFINICION DE pH | 19 |
| 4.2.3 DEFINICION DE INDICADOR DE pH | 20 |
| 4.3 MATERIAL Y REACTIVOS | 21 |
| 4.4 DESARROLLO EXPERIMENTAL | 21 |
| 4.5 RESULTADOS Y OBSERVACIONES | 22 |
| 5. CONCLUSIONES | 24 |
| 6. BIBLIOGRAFIA | 25 |

1 OBJETIVO GENERAL

Analizar algunos elementos didácticos en los que actualmente se respaldan los modelos de enseñanza y presentar una estrategia didáctica que apoya el aprendizaje del concepto de pH, para estudiantes de bachillerato y de los primeros semestres de licenciatura en el área químico biológica.

1.1 OBJETIVO ESPECIFICO

Preparar indicadores de pH a partir de flores y hortalizas como flor de bugambilia, tulipán, betabel y zempatzuchil, que mediante reacciones coloridas de sus extractos permitan determinar si el pH es ácido o básico en diferentes soluciones.

2 INTRODUCCION

La concepción actual de la realidad está determinada por el conocimiento científico y sus aplicaciones tecnológicas, que al estar en continuo avance obligan a una constante actualización de los planes y programas de estudio.

A mediados del siglo XX se desencadenó un fuerte cuestionamiento del sistema de enseñanza de las ciencias que dio lugar a las investigaciones específicas en este campo. Se multiplicaron las publicaciones sobre el tema y se evidenciaron problemas, dificultades, carencias y necesidades relativas al aprendizaje.

Para tratar de resolverlos, además de profundizar en el estudio de la ciencia en particular y de la pedagogía en general, se sumaron las investigaciones de profesionales de otros campos del conocimiento, como psicólogos, epistemólogos, historiadores de la ciencia, pedagogos y sociólogos. Se empezó a considerar que el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias presentaba características y dificultades propias, y que su estudio estaba vinculado con diversas áreas, pero sin poderlo considerar como subárea de alguna de ellas. Esta nueva área del conocimiento se designa como Didáctica de las Ciencias y posee un marco teórico y específico propio: transmitir la cultura científica generada a través de los siglos de forma que los individuos puedan aplicarla y hacerla evolucionar.

Las investigaciones han llevado a un cambio de los paradigmas existentes y han originado diversos modelos de enseñanza que conducen a los cambios.

Estos modelos son considerados como modas de la Enseñanza y no son aceptados fácilmente por todos los profesores. Por ejemplo, a pesar de que en su práctica diaria en el aula acostumbran describir detenidamente la evolución de los diferentes modelos del átomo que permiten aproximarse cada vez más al conocimiento de su estructura, en ocasiones presentan resistencia a aceptar el cambio evolutivo del modelo de enseñanza.

En este trabajo se resumen primordialmente algunas de las investigaciones en que se basa la Didáctica de las Ciencias para poder explicar diferentes modelos de enseñanza como soporte a la estrategia propuesta para la enseñanza y comprensión del concepto de pH.

Debido a que detrás de cada modelo de enseñanza existe un concepto de ciencia con sus teorías y leyes para mostrar una interpretación de la realidad, el análisis del desarrollo de los diferentes modelos pueden ayudar a los docentes de las ciencias a explicar los puntos de vista sobre la construcción del conocimiento. Por otro lado se presenta una estrategia didáctica que sirve a la enseñanza básica de un tema de la química, basada en la preparación de indicadores de pH obtenidos a partir de algunos productos naturales, en donde los extractos coloridos de las plantas de estudio, que en mezcla con un polisacárido, forman perlitas indicadoras, que como su nombre lo indica, cambian de color según el pH del medio en que se encuentren. De este modo, se pretende provocar el interés de alumnos de bachillerato y de los primeros semestres de licenciatura hacia el tema en forma visual, a través de las reacciones coloridas reversibles de dichos indicadores los que además son muy fáciles de preparar en el laboratorio.

3 MODELOS DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

3.1 Generalidades

Los profesores que tienen que llevar a término los objetivos que plantea la enseñanza de las ciencias en cada nivel y en cada país seleccionan determinados contenidos, programan distintas actividades a realizar con los estudiantes, preparan materiales y recursos a utilizar en el aula. Deben tomar decisiones sobre qué enseñar y cómo hacerlo. Estas decisiones o estrategias responden a un modelo didáctico que puede ser explícito - como en los proyectos basados en el modelo de descubrimiento - o implícito, como en el caso de las clases magistrales basadas en el modelo de transmisión - recepción, porque es el modelo en el que han sido educados y es el único que conocen o el único en el que se sienten seguros.

Un modelo de enseñanza es un plan estructurado para configurar un currículum, diseñar materiales y en general, orientar la enseñanza.

Los modelos de enseñanza han variado a través del tiempo de acuerdo con las necesidades de la sociedad y con los paradigmas imperantes. Cuando no se disponía de libros de texto, en donde la ciencia ha sido ordenada, estructurada y comprimida para que pueda ser más fácilmente transmitida, se contaba con los escritos de los investigadores que, llenos de entusiasmo y colorido, comunicaban al lector el interés y la emoción que el descubridor sintió al aventurarse inicialmente en un mundo nuevo.

3.2 Principales Modelos

Se han desarrollado varios modelos didácticos siguiendo la evolución de la epistemología y la psicología para la enseñanza de las ciencias. Los de mayor relevancia son:

Modelo de transmisión - recepción

Este modelo se conoce también como método tradicional y consiste en la transmisión verbal de conocimientos ya elaborados, tras pasados a la mente del alumno a través de descripciones orales o escritas en el pizarrón o en los libros.

Se pensaba que una enseñanza fundamentalmente descriptiva de los fenómenos y de los seres vivos basada en la memorización era suficiente para despertar el interés y la creatividad de los estudiantes.

Sus fundamentos epistemológicos, eminentemente racionalistas, consideran que la ciencia es un cuerpo cerrado de conocimientos que no se modifican y que crece por acumulación. Estos conocimientos científicos son considerados como una imagen exacta de la realidad. Desde el punto de vista de la psicología, corresponde al modelo conductista y se fundamenta en la creencia de que el estudiante es como una página en blanco en la que se pueden escribir los conocimientos. Por lo tanto, el conocimiento ordenado y elaborado por la escuela puede transmitirse de la mente de una persona a la de otra.

En consecuencia con los fundamentos expuestos, la concepción de aprender y enseñar ciencias está basada en el lenguaje, ya sea verbal o escrito. Aprender ciencias consiste en asimilar esos conocimientos científicos tal y como han sido formulados, puesto que se suponen idénticos a los objetos y fenómenos naturales que representan. No se considera necesario el contacto de la persona que aprende con el mundo físico y natural.

Enseñar ciencias consiste en exponer los conocimientos científicos en forma clara y ordenada. Puesto que el conocimiento se transmite de una mente a otra, el alumno adquirirá estos hechos y conceptos tal como el docente los entiende y los transmite.

Las críticas al modelo de transmisión - recepción pueden resumirse en que la mera exposición de que un cuerpo de conocimientos no asegura su comprensión, y que los conocimientos no se adquieren ya hechos, sino que cada persona los rehace a la luz de sus conocimientos y experiencias anteriores. Tampoco se acepta que el desarrollo del conocimiento tenga lugar por acumulación, sino que hay momentos en que las teorías y los modelos anteriores son modificados o desechados. También es difícil que puedan resultar significativos los conocimientos que no respondan a problemas que los estudiantes se hayan planteado previamente ya que los alumnos tienen diferentes formas de recepción.

Modelo Conductivista

Hasta principios de los años sesenta, el anterior modelo no planteó problemas ya que no se pretendía que los estudiantes fueran

expertos en ciencias, pero desde el momento en que se requieren conocimientos científicos y tecnológicos para trabajar en una industria cada vez más tecnificada y que el avance de esta industria representa el bienestar de un país, la sociedad demanda mayor número de individuos con preparación científica y la evaluación indica que los conocimientos deseados no son aprendidos en el aula.

Viene entonces, un periodo de investigación intensa en la didáctica de las ciencias y aparecen nuevos modelos de enseñanza. El modelo conductivista, se basa en la definición clara de objetivos a alcanzar, definidos por los paradigmas en boga, para preparar más investigadores y más tecnólogos en las áreas de vanguardia. Estos objetivos pretendían que, dado el avance de las ciencias, debía empezar a estudiarse en secundaria y preparatoria contenidos que correspondían al área profesional.

Dicha enseñanza iba reforzada con actividades para apoyar los objetivos que se esperaba fueran asumidos por los alumnos y con libros de texto rigurosamente estructurados de acuerdo con el plan de estudios.

Modelo de Descubrimiento

La idea de enseñanza por descubrimiento ha dominado los intentos de renovación de la enseñanza de las ciencias a lo largo de más de treinta años. Está encuadrada en un marco empirista y positivista y parte de la premisa de que imitando el método científico, el alumno podía no sólo asimilar los contenidos sino también convertirse

en un científico. Este sistema da mayor importancia al aprendizaje del método que al de los conceptos.

Se trataba de una reformulación de los contenidos y de inducir el aprendizaje de los grandes conceptos científicos que forman parte de la ciencia en contraposición del estudio descriptivo de los fenómenos o de los seres vivos. De los libros de química desaparecieron las descripciones de las sustancias químicas y de los métodos de obtención, en cambio, se estudiaron reacciones generales globalizadas que partían de lo general a lo particular, antes de que el estudiante hubiera tenido ocasión de preguntarse en qué propiedades químicas se basaban las reacciones.

Aprender ciencia es sobre todo, dominar las destrezas o procesos del método científico, puesto que aplicando éstas a cualquier situación se llegaba a descubrir los conocimientos.

Enseñar ciencias, era enseñar esas destrezas de investigación, independientemente del contenido conceptual, es decir, organizar y coordinar actividades experimentales, puesto que el alumno debe descubrir los conocimientos por sí mismo, el profesor no debe introducir o presentar conceptos, sino crear las condiciones favorables para que se llegue a ellos.

Modelos Constructivistas

A partir de los años ochenta fue tomando forma un nuevo modelo llamado constructivista que considera que la ciencia se caracteriza básicamente por la interpretación mediante modelos de los hechos que

ocurren en el universo. Estos modelos que inicialmente se llamaron cambios conceptuales, son creaciones del hombre y van variando con el tiempo. Desde el punto de vista de la psicología, se acepta que el alumno construye por sí mismo su propio conocimiento y que comprende los conceptos y modelos explicativos a partir de sus percepciones de sus experiencias y del empleo que hace del lenguaje cotidiano. Cuando se le coloca en una posición de descubrimiento, generalmente lo interpreta de acuerdo con sus esquemas, lo que difiere del planteamiento científico y requiere un cambio conceptual.

Los fundamentos de este modelo parten de un proceso de interpretación de la realidad mediante la construcción de modelos o programas de investigación, lo cual supone un proceso de equilibrio inicial y de reequilibrio posterior que corresponde a las cuatro características de la orientación constructivista:

- 1) Los estudiantes tienen ya sus propias ideas explicativas respecto a los fenómenos físicos y químicos antes de empezar a estudiar ciencias.
- 2) El cambio nunca se producirá desde una situación en la cual un fenómeno tiene sentido hacia otra que no lo tenga. La nueva teoría se formará por reestructuración de la teoría previa y deberá superarla en cuanto a las posibilidades que ofrece de establecer nuevas y mejores relaciones entre las ideas. El problema es establecer una relación entre aprendizajes que de alguna manera se van acumulando y la reestructuración que finalmente se producirá.
- 3) El aprendizaje activo de significados supone una secuencia de situaciones de equilibrio y de desequilibrio o de conflicto cognitivo. Pero parece ser que no todos los conflictos conducen a una reestructuración de la pre-teoría.

- 4) El alumno debe ser protagonista de su propio aprendizaje y esto debe de manifestarse necesariamente en su toma de conciencia de la existencia de un conflicto cognitivo. Si bien ésta es una condición necesaria, no es una condición suficiente y quedan por determinar cuáles son los procesos que intervienen en la solución del conflicto para que éste genere comprensión.

Para el constructivismo aprender ciencias es reconstruir los conocimientos, partiendo de las propias ideas de cada persona, exponiéndolas o cambiándolas según los casos. Los contenidos conceptuales cobran importancia, ya que se consideran complementarios de los procesos o destrezas del trabajo científico.

Enseñar ciencias es mediar en este proceso de aprendizaje, tanto en lo que respecta a la planificación y organización de actividades relevantes, como a la dirección del trabajo individual y en equipo y a la intervención en determinadas fases de la secuencia. Las actividades a realizar pueden variar según las reacciones de los estudiantes.

Para llevar a la práctica este paradigma constructivista se han generado diversos modelos basados en la organización de la actividad en fases que tienen propósitos diferentes, entre las que se pueden identificar las siguientes:

- ↳ *Fases de Exploración.* Al inicio del aprendizaje de un tema determinado es conveniente que el docente conozca la forma en que los alumnos se plantean el tema, el lenguaje que usan, los razonamientos que aplican, sus actitudes hacia el aprendizaje propio, etc. También es importante que los alumnos reconozcan que

existen otros puntos de vista diferentes a los suyos y a las dificultades que se les presentan para convencer a alguno de sus condiscípulos. Es una fase de suma importancia para poder plantear las siguientes actividades. La labor del docente consiste en motivar a los alumnos a expresarse, sobre la base de situaciones problemáticas en las que se pongan en juego razonamientos estratégicos para propiciar que los alumnos verbalicen sus diferentes enfoques y así permitir que todas las opiniones que se manifiesten sean acogidas en el grupo. Las preguntas contextualizadas y abiertas así como experiencias motivantes, pueden ser buenas actividades de exploración, siempre que vayan acompañadas de discusiones en pequeños grupos y finalmente en la totalidad del grupo.

↳ *Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista.* Se pretende provocar la evolución del pensamiento del alumno a partir de confrontamiento de su conocimiento con el de sus compañeros. No se trata de que descubra nuevos modelos explicativos sino que mediante las confrontaciones, el uso de analogías y la introducción de nuevos puntos de vista por parte del docente, los alumnos vayan integrando los conceptos y procedimientos como actualmente se utilizan en la ciencia.

Los cambios conceptuales no se llevan a cabo rápidamente y a veces no son totales; es más importante distinguir las variables que intervienen en el fenómeno y reconocer las que puedan ser significativas y en un segundo lugar establecer analogías, confrontar hechos o modelos, así como proporcionar datos, más referencias, más precisión en el empleo del lenguaje. A veces la comprensión se da fuera del aula o unos días después. La función del docente, además, consiste en ayudar al alumno a centrar la observación en determinados aspectos, posibilitando que el alumno

reconozca algunas variables significativas y ayudarlo a reconocer y asociar fenómenos y explicaciones ya analizados en otros momentos y en otros contextos.

↳ *Fase de Estructuración y Formulación.* El hecho de reconocer una forma o una estructura evita el esfuerzo de un nuevo proceso constructivo para explicar lo que ocurre con un determinado fenómeno, cuando por asociación y analogía se puede encontrar la explicación ya estructuradas en otro proceso o fenómeno.

Para formalizar se intenta encontrar una imagen mental o una estrategia operativa o matemática que pueden ser figuras geométricas, características comunes de una serie, proporcionalidades, etc. Los modelos empleados por los alumnos no van a coincidir con los de la ciencia actual porque provienen de sus experiencias personales. La labor del docente es encontrar las analogías apropiadas o los modelos mentales para facilitar el empleo de otras reglas del juego para cambiar la estrategia de pensamiento que ha sido empleado. Tiene que considerar también que existen muchos modelos para explicar un solo hecho y que el modelo que predomine será el más sencillo.

Para facilitar la estructuración y formulación del conocimiento existen instrumentos de mucha utilidad, como son las bases de orientación y los mapas conceptuales y en general, cualquier instrumento de resumen o síntesis construido por el mismo alumno. Se trata de que el alumno reconozca lo que sabe y lo que ignora.

En este tipo de actividades es tentador para el docente proporcionar el conocimiento estructurado, como lo hacen los libros de texto; lo interesante es que sea el alumno quien lo haga y modifique su propio modelo.

↳ *Fase de la Aplicación y Evaluación.* Cuando un aprendizaje es significativo el alumno puede aplicar sus conceptos reestructurados a nuevas situaciones y puede también compararlos con el concepto inicial, a fin de que reconozca su progreso y valore las ventajas de la nueva posición. La dificultad para el docente es la poca o nula facilidad que tiene el alumno para explicar los conocimientos a manipulaciones o experiencias concretas porque no está acostumbrado a relacionar el nuevo aprendizaje con el entorno. Sin embargo, la búsqueda de los puntos de referencia en la estructura cognitiva de los alumnos que faciliten esta transferencia es uno de los campos más importantes de la investigación didáctica y un reto para encontrar la respuesta al problema que presenta a gran cantidad de contenidos que se pretende que los alumnos aprendan en el tiempo de permanencia en las aulas.

4 PROPUESTA DE UNA ESTRATEGIA DIDACTICA

4.1 Introducción

La siguiente estrategia didáctica puede ubicarse en un modelo de descubrimiento ya que el estudiante podrá asimilar con mayor facilidad el concepto de pH desarrollando habilidades y destrezas en el laboratorio a través de la enseñanza experimental, provocando el interés de los estudiantes en forma visual mediante reacciones coloridas, lo cual les permitirá una posterior reflexión sobre los conceptos de fenómenos que observan durante el desarrollo de esta

estrategia. De tal manera que el profesor establezca condiciones favorables organizando y coordinando las actividades experimentales. Esta estrategia comprende también algunos elementos que involucran un modelo de tipo constructivista en las fases de exploración, ya que el profesor puede motivar a sus estudiantes a expresarse para propiciar que los alumnos expliquen sus diferentes enfoques y establecer una opinión del grupo en común; con respecto a la integración de conceptos y procedimientos que se plantean en esta estrategia, ayudando al alumno a reconocer algunas variables significativas asociando fenómenos y explicaciones, en este caso acerca del significado del pH.

4.2 Generalidades

Las antocianinas son pigmentos solubles en agua que se encuentran formando parte de algunos órganos de plantas que en la mayoría presentan color violeta o naranja. Estos pigmentos son glucósidos y dan color a las plantas, por lo que se localizan principalmente en la cáscara de las frutas como en las manzanas, peras, etc. En la mayoría de las frutas éstas se acumulan en las vacuolas de los tejidos epidérmicos y subepidérmicos.

Uno de los papeles de las antocianinas en las frutas es atraer insectos y animales, los cuales contribuyen a dispersar las semillas. Las diferencias de color que existen entre los frutos depende de la naturaleza y concentración de las antocianinas Durante la maduración la síntesis de las antocianinas se incrementa gradualmente, alcanzando un máximo cuando la maduración de la fruta es completa.

Esto puede observarse en la maduración de las fresas donde se observa que la producción de las antocianinas es muy lenta hasta 35 días después de la caída de las hojas, cuando la clorofila y los carotenoides están casi en sus niveles más bajos. Como el contenido de antocianina se incrementa gradualmente durante la maduración, el contenido total de antocianina es considerado como un indicador de la maduración de la fruta, además éste es uno de los más importantes parámetros de calidad.

Existen algunos factores (luz, temperatura, condiciones de agua, azúcar, etc.) que afectan los niveles de antocianinas en las frutas. El más importante de estos efectos es la luz, ya que por ejemplo, el color de las uvas está marcadamente afectado por la cantidad de radiación solar que el racimo recibe.

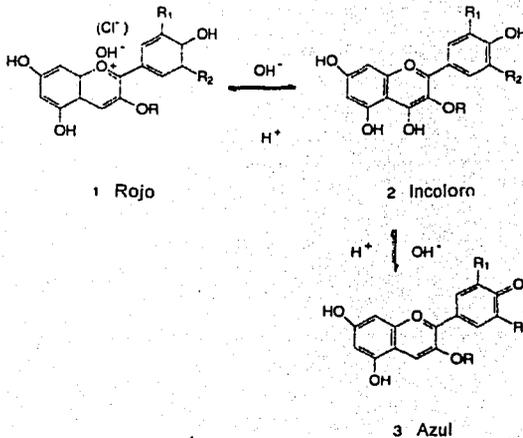
El efecto de la luz en la síntesis de antocianinas se expresa en la activación de las diferentes enzimas involucradas en su biosíntesis. A pesar de que la FAL (Fenilalanina Amino Liase) no es una enzima clave en esta ruta biosintética, se encontró que la síntesis de antocianina está directamente influenciada por la FAL. En una serie de frutas tales como fresas y manzanas, se puede establecer una correlación directa entre la acumulación de antocianinas durante la maduración y la cantidad de FAL. Además la actividad de FAL, en la piel de manzana, se observó sólo en las partes rojas de la cáscara.

La relación entre las enzimas las cuales están involucradas en la biosíntesis de flavonoides en la acumulación de antocianinas en frutas no está aún completamente establecida. Se supone que la biosíntesis de antocianina toma lugar vía los dihidroflavonoides. Los últimos pasos en la biosíntesis son la glicosilación y la acilación.

Otro factor que afecta las antocianinas es la temperatura, se sabe que las frutas que tienen un alto contenido de antocianinas y que presentan una alta coloración se encuentran en las regiones frías.

El color de las antocianinas depende del pH del medio en que se encuentren y en ocasiones pueden servir como indicadores en alguna demostración experimental, ya que a pH de uno son cationes altamente coloridos y cuando el pH se incrementa, el color desaparece gradualmente hasta volverse incoloro.

En la siguiente figura se presenta la estructura de las antocianinas y los cambios que ocurren en su forma y color cuando se modifica el pH:



Esta propuesta se basa en la obtención de los extractos coloridos de algunas plantas, que en mezcla con un polisacárido, en este caso, alginato de sodio al 3%, forman perlas indicadoras, que como su nombre lo indica, cambian de color según el pH del medio en que se encuentren. Debido a los cambios de color reversibles, las perlas indicadoras pueden ser útiles en la demostración y aprendizaje del concepto de pH para estudiantes de bachillerato y de los primeros semestres de licenciatura.

4.2.1. Definiciones de ácidos y bases

Los ácidos y las bases fueron definidos y descritos desde la antigüedad por químicos como Svante Arrhenius, quien en 1887 propuso las primeras definiciones significativas: un ácido es una sustancia que en agua forma iones hidronio (H_3O^+), abreviado como (H^+), y una base como una sustancia que en solución acuosa produce iones hidróxido (OH^-). Algunos ejemplos son:

ACIDOS

HCL ácido clorhídrico

HNO_3 ácido nítrico

H_2SO_4 ácido sulfúrico

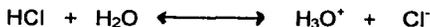
BASES

KOH hidróxido de potasio

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ hidróxido de calcio

NH_3 amoniaco

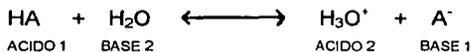
Reacciones:





Estas definiciones proporcionaron la base para la descripción de los iones en solución acuosa. Sin embargo en 1923 Brønsted y Lowry propusieron una definición más amplia: un ácido es una especie (ión o molécula) capaz de donar protones (H^+) mientras una base es un receptor de protones.

Los ácidos como el HCl , HNO_3 y H_2SO_4 son moléculas capaces de donar protones al agua (que actúa como base) y se puede escribir:



siendo HA, la especie donadora de protones que forma su base conjugada A^- mientras que de manera inversa HA es al ácido conjugado de A^- . *Cualquier ácido debe formar una base al donar su protón y toda base debe de formar un ácido al aceptar un protón.* Se dice que estas relaciones son conjugadas. Ejemplos:

ACIDOS

HBr ácido bromhídrico

HF ácido fluorhídrico

HClO_4 ácido perclórico

BASES

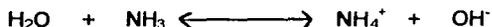
Br^- ión bromuro

F^- ión fluoruro

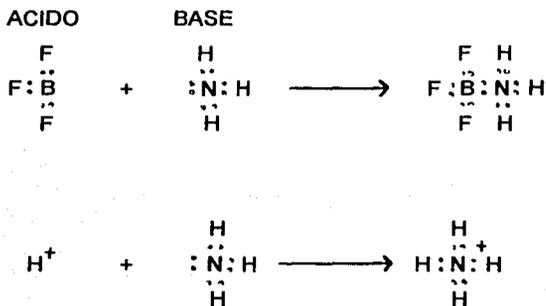
ClO_4^- ión perclorato

Reacciones





En 1920 G. N. Lewis plantea la definición de un ácido como una especie capaz de aceptar pares de electrones no compartidos y una base la especie capaz de donar pares de electrones sin compartir. Estas definiciones amplían los conceptos de ácido y base a especies que no necesariamente tiene H^+ . Ejemplos:



4.2.2 DEFINICION DE pH

El pH es por definición el logaritmo decimal negativo de la concentración de iones hidrógeno $[\text{H}^+]$ en una solución y se expresa de la forma siguiente:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Así, el grado de acidez o basicidad de una solución se puede describir expresando su valor de pH, sabiendo que cuanto más bajo sea dicho valor más ácida será la solución, y cuanto más alto, más básica.

Se ha medido en forma experimental el grado de disociación del agua $\text{H}_2\text{O} \longleftrightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$ y se ha encontrado que las concentraciones de los iones H^+ y OH^- a 25°C son $1 \times 10^{-7} \text{ M}$ (molar), mientras que la concentración de agua es constante, por lo que la constante de disociación del agua expresada como K_w es:

$$K_w = [\text{H}^+] \times [\text{OH}^-] =$$

$$K_w = (1 \times 10^{-7}) \times (1 \times 10^{-7}) =$$

$$K_w = 1 \times 10^{-14} \text{ M}$$

En soluciones donde $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-7} \text{ M}$ que es igual a $\text{pH} = 7$ se dice que son neutras. Cuando las soluciones son ácidas o básicas la $[\text{H}^+]$ es mayor de 1×10^{-7} y el pH es inferior a 7, o la $[\text{H}^+]$ es menor de 1×10^{-7} y el pH es mayor de 7 respectivamente. En cualquiera de los dos casos el producto de las concentraciones permanece constante e igual a $1 \times 10^{-14} \text{ M}$.

4.2.3 Definición de Indicador de pH

Los indicadores de pH son especies con carácter ácido o básico que presentan diferentes colores cuando se encuentran sin disociar y cuando están en forma iónica, lo cual depende del pH de la solución donde se encuentren. En soluciones de pH bajo predomina la forma sin disociar, mientras que en soluciones de pH alto predomina la ionizada.

4.3 Material y Reactivos

| | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| 1 Espátula | 1 Pipeta graduada de 10 ml |
| 1 Vidrio de reloj | 1 Pipeta volumétrica de 20 ml |
| 1 Matraz aforado de 250 ml | 1 Agitador magnético |
| 2 Matraz aforado de 50 ml | 10 Tubos de ensaye |
| 2 Vasos de precipitado de 50 ml | 1 Gradilla |
| 2 Vasos de precipitado de 600 ml | 1 Balanza granataria |
| 1 Parrilla eléctrica con agitación | 1 Gotero |

100 ml de Alginato de sodio al 3%

500 ml de Cloruro de calcio al 1%

50 ml de Acido clorhídrico 0.1 M

50 ml de Hidróxido de sodio 0.1 M

Agua destilada

4.4 Desarrollo Experimental

Con el fin de llevar a cabo la preparación de las perlas indicadoras de pH, se seleccionaron como plantas de estudio: col morada, betabel, bugambilia roja, flor de zempatzuchil y flor amarilla de tulipán, que son especies de la flora mexicana así como una hortaliza de uso común.

- Pesar aproximadamente 100g. de la especie en estudio, lavarla y hervirla en un volumen de 40mL de agua destilada. Filtrar el extracto y dejarlo enfriar a la temperatura ambiente.

- Tomar un volumen de 30mL del extracto y mezclarlo con 20mL de una solución de alginato de sodio al 3%.
- La mezcla de alginato de sodio y el extracto, obtenido en el punto anterior, se adiciona por goteo a 100mL de una disolución de cloruro de calcio al 1%. Durante la adición el sistema debe mantenerse en agitación, y al término de ésta, se guarda la mezcla en refrigeración durante 24 h.
- Después de 24 h las perlas formadas están listas para ser usadas como indicadores de pH.
- Seleccionar algunas de las perlas en base a su dureza, observar su color e introducir en un tubo de ensaye que contenga una disolución de ácido clorhídrico 0.1M, observar nuevamente el color; tomar estas mismas perlas y colocarlas en otro tubo de ensaye que contenga una disolución de hidróxido de sodio 0.1M. Volver a observar el color. El cambio de color sufrido por las perlas indicadoras es un fenómeno reversible de naturaleza ácido-base.

4.5 Resultados y Observaciones

Los cambios de color de las perlas del polisacárido dependen estrictamente del valor del pH. La tabla 1 muestra los colores observados a diferentes pH para cada una de las plantas de estudio.

Por otro lado, la adición de la mezcla extracto-polisacárido se realizó por goteo con un gotero para los eventos 1 y 2, y con una pipeta graduada de 10mL para los eventos 3, 4 y 5 obteniendo así, perlas amorfas y perlas completamente esféricas respectivamente. Por lo tanto, para una mejor obtención de las perlas indicadoras, se recomienda utilizar alginato de sodio al 3% y una pipeta graduada de 10mL durante la adición por goteo.

Tabla 1. Colores observados a diferentes valores de pH para cada una de las plantas de estudio.

| No. De evento | Flor de estudio | Color observado a pH=1 | Color observado a pH=7 | Color observado a pH=14 |
|---------------|-----------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1 | Col morada | Rojo | Azul | Verde |
| 2 | Bugambilia | Naranja | Rojo | Amarillo |
| 3 | Betabel | Café-Naranja | Café-Naranja | Amarillo-Verdoso |
| 4 | Tulipán | Amarillo | Incoloro | Amarillo Intenso |
| 5 | Zempatzuchil | Amarillo | Amarillo-Verdoso | Café |

Con estos cambios de color producidos en las perlas, la estrategia que se presenta pretende provocar el interés de los alumnos para poder introducir entonces el concepto de pH en sus diferentes teorías explicando a los mismos que cuando un colorante cambia de color en diferentes soluciones es porque su estructura química se ve afectada ya sea por un cambio en la concentración de iones hidrógeno, por un intercambio de protones o debido a un intercambio de pares de electrones sin compartir del medio en que se encuentra, y esto se explica por medio del significado del pH.

5 CONCLUSIONES

La enseñanza de las ciencias no es fácil. Los alumnos son diferentes y se han detectado diversos estilos de aprendizaje y de intereses que aumentan la dificultad de la enseñanza, y a la que además hay que añadir un número creciente de estudiantes debido a la necesidad de la sociedad frente a un mundo cada vez más tecnificado.

No cabe duda que los diferentes modelos que se han expuesto son fruto de investigaciones para dar respuesta a los problemas mencionados, sin embargo, no se puede esperar un modelo de enseñanza definitivo, dado los avances en este campo. Frente a este reto, la didáctica de las ciencias se presenta como un área de conocimiento emergente que se apoya en las experiencias e investigaciones en curso de todos aquellos avances que le permitan transmitir la cultura científica de tal forma que un mayor número de individuos pueda aplicarla y hacerla evolucionar.

Se concluye que en la estrategia didáctica planteada para la preparación de las perlas indicadoras, éstas se pueden obtener de extractos de partes de plantas que pueden contener como pigmento estructural antocianinas, o cualquier otro pigmento que sea soluble en agua, debido a que la extracción se realiza en medio acuoso, como las betalainas y carotenoides, cuyas coloraciones van de rojo a violeta y amarillo a rojo, respectivamente.

Las perlas indicadoras deben ser vistas no solamente como indicadores de pH elaboradas de forma sencilla a partir de reactivos no costosos, sino también como un recurso de enseñanza del concepto de pH.

6 BIBLIOGRAFIA

- 1) Gómez, M; La Didáctica de las Ciencias: una necesidad. "Educación Química". 7,3,156-168,1996.
- 2) Brouillard, R., Markakis, P., Eds. Anthocyanins as Food Colors. Academic Press. New York, 1982.
- 3) Bybee, R. W., Reforming Science Education. Social perspectives and personal reflexions, Teachers College Press, Columbia University, 1993.
- 4) Forster, M., Plant Pigments as Acid-Base indicators, an exercise for the junior High School, Journal of Chemical Education, 55, 107, 1978.
- 5) Garzón G. Guillermo, Fundamentos de Química General, Mc. Graw Hill, 2ª., México 1990.
- 6) Heines, V., The Vegetable Chameleons, Journal of Chemical Education, 49, 605, 1972
- 7) Coll, C., Conocimiento Psicológico y práctica educativa, Editorial Barcanova, Barcelona, 1988.
- 8) Keenan, Kleinfelter & Wood, Química General Universitaria, C.E.C.S.A., Bolivia, 1986.

- 9) Timberlake, C. F., Bridle, P., The anthocyanins of apples and pears: the occurrence of acyl derivatives, *J. Sci. Food Agric.*, **22**, 509-513, 1971.
- 10) Garritz, A., "Ciencia, Tecnología y Sociedad", en *Educ. Quím.*, **5**, 4, 1994.
- 11) Gil, D., "Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias", en *Enseñanza de las ciencias*, **1**, 1983.
- 12) Gil, D., "Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación", en *Enseñanza de las ciencias*, **11**, 2, 1993.
- 13) Aliberas, J; *Didáctica de las Ciencias, perspectivas actuales*. Emmo Editorial Vic, 1989.
- 14) Day R.A. & Undewood, *Química Analítica Cuantitativa*, Prentice-Hall, 5ª., México 1989.
- 15) Harris C. Daniel, *Análisis Químico Cuantitativo*, Grupo Editorial Iberoamérica, U.S.A., 1992.