



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA



**“LA FERMENTACIÓN Y SUS APLICACIONES”
PARA ALUMNOS DE TERCERO DE SECUNDARIA**

SEMINARIO DE TITULACIÓN
TÓPICOS SELECTOS EN BIOLOGÍA

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G A

PRESENTA

PATRICIA REYES VILICAÑA

DIRECTORA

DRA. CLAUDIA TZASNA HERNÁNDEZ DELGADO



OCTUBRE 2011



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.

DEDICATORIA

A ustedes, que son parte fundamental de este trabajo:

Que me han acompañado a lo largo de estos años, que hoy marcan una nueva etapa. Quiero agradecerles de manera especial con estas líneas, todos esos momentos de alegrías y tristezas, pero siempre con la vista puesta en un mejor porvenir.

Cada uno de ustedes ha marcado de forma muy particular mi existir, cada día que he compartido y comparto, por medio de cada pequeña o grande experiencia, me han hecho reflexionar acerca de mi propia existencia, de mi trabajo, y de las cosas que espero lograr de ahora en adelante.

Por ello, les doy GRACIAS inmensas por compartir su existencia conmigo. Por cada momento que compartimos, doy gracias al Creador de poder vivirlos con ustedes.

Biol. Patricia Reyes Villicaña

DEDICATORIAS

A mis padres: Julio y Josefina.

Por ser mi gran ejemplo, son mi brújula y el libro abierto en que encuentro todas las enseñanzas necesarias para poder salvar los obstáculos del camino que ustedes también anduvieron, el cual ya conocen, y me guían para andarlo sin recelo, donde ustedes, mamá y papá, me dicen que si caigo me vuelva a levantar; pero ahora con más ganas de seguir adelante.

A mis hijos: Carolina, Sebastián y Luis Santiago.

Por ser la luz que ilumina mi vida, por ser el motor y la razón de mí existir. Cada día al despertar me dan aliento, esperanzas y fuerzas para afrontar todos los obstáculos y retos que se me presentan en la vida. Agradezco a la vida por estos amores que me acompañan cuando más los necesito.

A mis hermanas: Aurora, María Guadalupe y Fabiola.

Por tenderme la mano cuando más las he necesitado, por ser mujeres responsables, emprendedoras, de lucha constante, porque siempre ponen la mejor cara ante la adversidad.

A mis mejores amigas: Ana María Cruz y Sandra Palomo

Por compartir momentos importantes de mi vida, por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A mi directora de tesina Dra. Claudia Tzasna Hernández Delgado, por todas las enseñanzas y por el apoyo para la realización de este trabajo.

A mis profesores, ya que gracias a sus enseñanzas he tenido un buen desempeño profesional.

A mis compañeros de carrera por compartir momentos especiales, Rocío, Viridiana, Claudia, Elizabeth, Francisco, Arturo, Roberto, Ángel, Hugo, Sergio, Daniel, Guillermo.

A mis compañeros del Seminario de Titulación por este espacio compartido.

A Carmelita Pérez Peña, por su tolerancia y apoyo.

A la QBP María Alejandra Hernández Saavedra por su apoyo para el logro de la parte práctica de este proyecto.

A mis alumnos por el interés y el empeño que le ponen a todas las actividades dentro del aula; en especial a Mayra Alejandra Castillo Hernández, Daniela Serrano Cruz, Luis Gibran Uribe Parrilla, José Antonio Martínez Faustinos, Ivette Hinostraza Tipe, Ana Karen Martínez Hurtado; por obtener los primeros lugares en los concursos de Ciencia y Tecnología representando dignamente nuestro colegio "Instituto María Canales".

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
ANTECEDENTES.....	10
TIPOS DE FERMENTACIÓN.....	11
VALOR NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS FERMENTADOS.....	13
ORIENTACIONES DIDÁCTICAS PARA ABORDAR EL TEMA DE LA FERMENTACIÓN Y SUS APLICACIONES EN EL AULA A NIVEL SECUNDARIA.....	14
AMBIENTES DE APRENDIZAJES IMPLAMENTADOS PARA EL LOGRO DEL DESARROLLO DE COMPETENCIAS CON RESPECTO AL TEMA LA FERMENTACIÓN Y SUS APLICACIONES	16
PRÁCTICAS DE LABORATORIO IMPLEMENTADAS PARA ANALIZAR LAS APLICACIONES DE LA FERMENTACIÓN EN EL PROCESO DE ALIMENTOS.....	19
CONCLUSIÓN.....	26
REFERENCIAS.....	27

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. COMPETENCIAS E INDICADORES DE DESEMPEÑO QUE SE DESARROLLARAN AL ABORDAR EL TEMA LA FERMENTACIÓN Y SUS APLICACIONES.....	25
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA.....	11
FIGURA 2. FERMENTACIÓN LÁCTICA.....	12
FIGURA 3. SEMBRADO DE <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	20
FIGURA 4. PRENSADO DE LA UVA.....	20
FIGURA 5. ESTERILIZACIÓN.....	21
FIGURA 6. TOMA DE MUESTRA Y DETERMINACIÓN DE °Bx.....	21
FIGURA 7. TINCIÓN POR MÉTODO DE GRAHM.....	22
FIGURA 8. ACONDICIONAMIENTO DE LA LECHE Y PASTEURIZACIÓN.....	23
FIGURA 9. INOCULACIÓN Y DETERMINACIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO	24
FIGURA 10. EXTRACCIÓN DE PULPA.....	24

RESUMEN

En el presente trabajo se aportan algunas sugerencias didácticas que pueden aplicarse en el aula para abordar el tema de la fermentación y sus aplicaciones, dirigida a alumnos de tercero de secundaria.

La fermentación ha sido un proceso ampliamente estudiado por su importancia para el hombre ya que a través de ésta se elaboran diversos productos como son: alimentos, vitaminas, bebidas alcohólicas, productos farmacéuticos, químicos, combustibles, enzimas, biomasa, proteínas, entre otros.

Dada a su importancia, este tema está incluido en el plan de estudios de ciencias I (énfasis en biología) y ciencias III (énfasis en química). Dónde el enfoque ha sido orientado en la Formación Científica Básica de los estudiantes, tomando en cuenta su carácter formativo, centrado en el estudiante, redimensionando y fortaleciendo el papel docente en la formación de los alumnos, con atención a la diversidad cultural y social.

La educación básica hoy en día debe enfocarse al desarrollo máximo de competencias de los estudiantes, esto tiene que ver con la capacidad para recuperar los conocimientos y experiencias, aprender en equipo, logrando una adecuada y enriquecedora interacción con los otros, con el contexto social y ecológico. El desarrollo de estas competencias se ha de lograr cuando el docente promueva ambientes de aprendizajes favorables que despierten el interés de los estudiantes y aporten aprendizajes significativos.

INTRODUCCIÓN

La fermentación es un proceso biológico por medio del cual microorganismos como protozoarios, hongos, levaduras y bacterias transforman algunas sustancias de origen orgánico, siendo el proceso de tipo anaerobio donde diferentes enzimas intervienen en la transformación de las sustancias (Stainer et al., 1977).

En este proceso de oxidación incompleta tanto el dador como el aceptor final de electrones son compuestos orgánicos. Generalmente, estos dos compuestos son metabolitos de un único sustrato que durante el proceso se escinde en dos, uno que actúa como dador de hidrógenos (se oxida) y otro que actúa como aceptor final de hidrógenos (se reduce). Estos productos finales son los que caracterizan los diversos tipos de fermentaciones. Así, se habla de fermentación alcohólica, fermentación láctica, fermentación acética, fermentación butírica, fermentación pútrida (Mertz, 1985).

Las fermentaciones son poco rentables energéticamente, si se comparan con la respiración aerobia. A partir de una glucosa sólo se obtienen 2 ATP en la fermentación, mientras que se producen 38 ATP en la respiración aerobia. Ello se debe al diferente camino que siguen los NADH_2 , que, en vez de entrar en la cadena respiratoria, ceden sus hidrógenos a compuestos orgánicos con poco poder oxidante (Karp, 1992).

La fermentación microbiana tiene un sinnúmero de usos y aplicaciones en la industria hoy día. Mediante la fermentación microbiana se ha logrado la elaboración de diferentes productos como lo son: alimentos, vitaminas, bebidas alcohólicas, productos farmacéuticos, químicos, combustibles, enzimas, biomasa, proteínas, entre otros.

Los productos antes mencionados se generan por medio de diferentes tipos de fermentación. La fermentación láctica (queso, yogurt), fermentación alcohólica (vino, cerveza, alcohol, cigarrillos, chocolate, pan y otros) y la fermentación acética (vinagre).

La fermentación de los alimentos es una práctica muy antigua presente en todas las culturas del mundo. Algunos alimentos fermentados han trascendido sus fronteras de origen para convertirse en productos cotidianos en más de un continente. Las fermentaciones implicadas en estos alimentos revisten una enorme complejidad, y su estudio ha aportado y seguirá aportando una enorme riqueza al conocimiento biotecnológico (Hesseltine, 1979).

Los alimentos fermentados son aquellos cuyo procesamiento involucra el crecimiento y la actividad de microorganismos. Existe una gran variedad de este tipo de alimentos en el mundo. Algunos de ellos como la cerveza, el vino, el vinagre, los quesos y el pan han sido ampliamente estudiados, se han aislado los microorganismos que producen los cambios deseados en sus materias primas y se consumen en cualquier parte del mundo. Existen, sin embargo, un gran número de alimentos fermentados que se producen en forma regional y que no se conocen fuera de su lugar de origen. Estos alimentos forman parte importante de la dieta de muchos grupos étnicos, los cuáles los han consumido desde tiempos inmemorables. (García, 1993)

Los métodos tradicionales de producción de estos alimentos no requieren de equipo complicado y utilizan materias primas disponibles y de bajo costo. Por medio de estos procedimientos se pueden convertir materiales desagradables al gusto en alimentos atractivos, proporcionando sabor y variedad a la dieta. Se conservan productos animales y vegetales, se destruyen factores antinutricionales, se mejora el valor nutritivo y en muchos casos se reduce el tiempo de cocción, lo que representa un ahorro de energía, pueden ser usados para mejorar y extender la alimentación mundial a costos relativamente bajos. El estudio de estas fermentaciones permite mejorar la elaboración de productos a nivel rural y también a nivel industrial (Hesseltine, 1983).

La fermentación es una de las biotecnologías aplicadas más antiguas, se ha utilizado para conservar alimentos durante más de seis mil años. Es una técnica de conservación de alimentos barata y fácil, y muy adecuada donde otros métodos son inaccesibles o no existen, como las conservas y la congelación. La fermentación es un proceso que ocupa mucha mano de obra y requiere una infraestructura mínima y poca energía, además de que se integra bien en la vida de las zonas rurales de muchos países en desarrollo (Enfoques, 1998).

La fermentación de alimentos básicos es una fuente importante de nutrición para las poblaciones rurales numerosas, y contribuye significativamente a la seguridad alimentaria al aumentar la variedad de materias primas que se pueden utilizar para producir alimentos. Sin embargo, es necesario asegurar que el progreso económico y cultural no desplace esta técnica, y que el conocimiento básico de su producción no se pierda. Es más, hace falta conocer a profundidad los métodos de fermentación para mejorar la inocuidad, los rendimientos y la calidad de los productos alimentarios fermentados, y conviene sensibilizar a los consumidores sobre el provecho de consumir alimentos fermentados (Chinchilla, 2002).

Dada la importancia del proceso de fermentación para el hombre, este tema ha sido incluido en el programa del plan de estudios de ciencias a nivel secundaria, tanto para ciencias I (énfasis en Biología) como ciencias III (énfasis en Química).

En el presente trabajo se proponen algunas sugerencias didácticas para abordar el tema en el aula, así como los procesos de elaboración de vino, pan y yogurt dirigidos a alumnos de tercero de secundaria para que éstos comprendan mejor la aplicación del fenómeno de fermentación y valoren la importancia de los productos obtenidos en la alimentación por aporte nutricional.

ANTECEDENTES

Luis Pasteur reconoció en 1860 que la fermentación no era un proceso espontáneo sino el resultado de la vida en ausencia de aire. Comprobó que las levaduras descomponen mucha mayor cantidad de azúcar en condiciones anaerobias que aeróbicamente y que la fermentación anaerobia era esencial para la vida de estos organismos. Por otra parte descubrió que la fermentación láctica es generada por bacterias (Metzler, 1981).

Los alimentos producidos por acción de microorganismos han existido desde tiempos muy antiguos. En el Shu-Ching, libro clásico en China, de la dinastía Chou (1121-220.a.C), se describe la importancia del **Chu**, bebida alcohólica que consistía de granos contaminados naturalmente por mohos, así servía como fuente de enzimas para la hidrólisis de almidón en sustancias más simples que otros microorganismos convertirán en etanol. Los procesos de panificación, cuyo descubrimiento se atribuye a la egipcios, data de la misma época (Oura, 1982).

La primera referencia del frijol soya, del que se obtienen gran variedad de alimentos fermentados orientales se ha registrado en un libro chino de 2838 a.C.

El **maíz** es originario de Mesoamérica, donde ya se cultivaba hace 5000 años. Los indígenas mesoamericanos y sudamericanos han consumido el maíz preparado de diferentes formas, incluyendo la fermentada, desde mucho antes de la conquista española. Los alimentos y bebidas fermentados de maíz han sido parte importante y en muchos casos se usan con fines ceremoniales (Cruz, 1973).

La acidificación de la **leche**, que fue la base para el desarrollo de un grupo de alimentos, se inició cuando el hombre domesticó el ganado. Los productos fermentados de la leche se mencionan en libros tan antiguos como la Biblia, los Vedas y en libros sagrados del hinduismo. El **yogurt** tiene su origen en los Balcanes y antes de 1950 era desconocido en el mundo occidental. La leche fermentada está constituida por dos microorganismos que interactúan en la leche por medio de una relación de protooperación (Vedamuthu, 1982).

La **salsa de soya**, condimento que ha sido componente importante de la dieta en el lejano oriente durante miles de años es cada vez más común en el mundo occidental. De la salsa de soya han surgido grandes industrias y la producción industrial de enzimas. Las industrias de alimentos se encuentran en constante búsqueda de desarrollos novedosos para mejorar la aceptación de sus alimentos y para la obtención de nuevos productos (Wood, 1982).

A fines del siglo XIX empezaron a aparecer reportes de alimentos y bebidas fermentados, estos consistían de la descripción del producto, el aislamiento de los microorganismos asociados, la acción del microorganismo sobre el sustrato, los métodos de preparación y sugerencias del uso de estos microorganismos en la tecnología europea (Hesseltine, 1983). En 1965 Hesseltine publicó la primera lista de alimentos fermentados tradicionales y actualmente se ha incrementado el interés por el estudio de estos alimentos.

TIPOS DE FEMENTACIÓN

a) Fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica, también conocida como, fermentación etílica, o del etanol, es un proceso de tipo biológico, en el cual se lleva a cabo una fermentación sin presencia de oxígeno. Este tipo de fermentación se debe a las actividades de ciertos microorganismos, los cuales se encargan de procesar azúcares, como la glucosa, la fructosa, etc. (hidratos de carbono), dando como resultado un alcohol a modo de etanol, CO_2 (gas) y ATP (adenosín trifosfato), moléculas que son utilizadas por los propios microorganismos en sus metabolismos energéticos (Méndez, 2011)

En este tipo de fermentaciones, el piruvato (anión del ácido pirúvico), es descarboxilado, convirtiéndose en acetaldehído, el cual a su vez, es reducido a etanol a través de la enzima, alcohol deshidrogenasa, utilizando como dador de electrones al NADH_2 (nicotinamida adenina dinucleótido) (Karlson, 1972).

La fermentación alcohólica, al igual que otro tipo de fermentaciones, como es el caso de la fermentación láctica, es de gran utilidad para el hombre, pues por ejemplo, la fermentación alcohólica llevada a cabo por las levaduras del género *Saccharomyces*, sirve para la fabricación de bebidas alcohólicas (como el vino o la cerveza), y el CO_2 procedente de la fermentación, es utilizado para hacer crecer el pan y otros alimentos (Mertz, 1985).

Además de la utilización de los procesos fermentativos, con la finalidad de producir bebidas, u otros alimentos, la fermentación alcohólica hoy en día tiene usos diversos en la industria, donde forma parte para de la producción de cosméticos, productos de limpieza, biocombustibles, pesticidas biológicos, etc

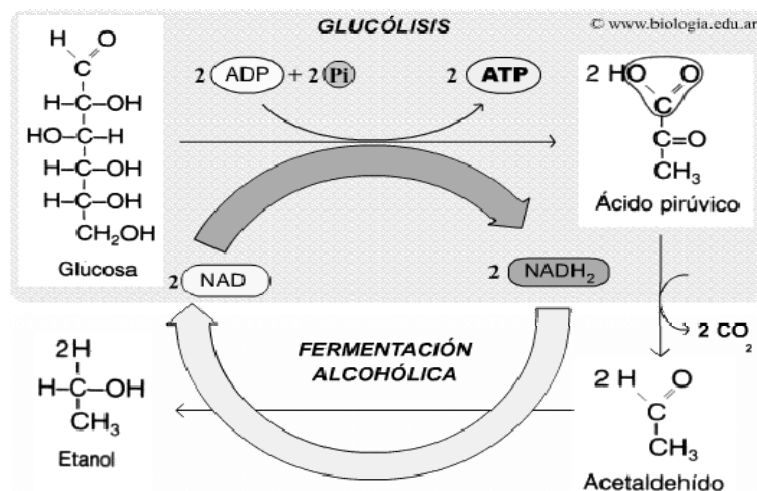


Figura 1. Fermentación alcohólica.

b) Fermentación láctica

La fermentación láctica consiste en la formación de ácido láctico a partir de la degradación de la lactosa.

En la fermentación del ácido láctico, el ácido pirúvico de la glicólisis es reducido a ácido láctico por el NADH_2 , el cual es oxidado a NAD^+ . El ácido pirúvico tiene su origen en el proceso que sufre la glucosa, denominado glicólisis. Esto ocurre comúnmente en las células musculares. La fermentación del ácido láctico permite a la glicólisis continuar y asegurando que el NADH_2 es regresado a su estado oxidado (NAD^+).

Los microorganismos que pueden llevar a cabo esta fermentación son las bacterias *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus lactis* y *Leuconostoc citrovorum*, obteniéndose de ella productos derivados de la leche, como el queso y el yogur (Quintana 2009).

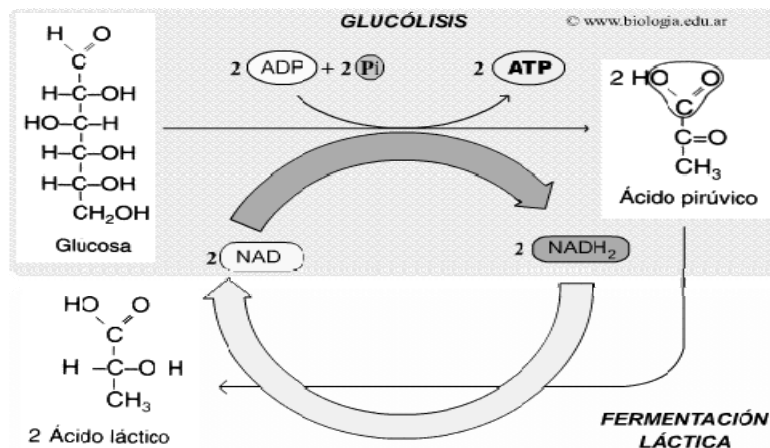


Figura 2. Fermentación Láctica.

c) Fermentación Butírica

La fermentación butírica fue descubierta por Luis Pasteur. Consiste en la transformación de glúcidos en ácido butírico por acción de bacterias del género *Clostridium*.

La fermentación butírica es la transformación de sustancias glucídicas vegetales, como el almidón y la celulosa, en determinados productos, entre los que destacan el ácido butírico, el H_2 , el CO_2 y otras sustancias malolientes. Es llevada a cabo por bacterias, como *Bacillus amilobacter* y *Clostridium butiricum*. La fermentación butírica tiene gran importancia, ya que contribuye a la descomposición de los restos vegetales que caen al suelo (Quintana, 2009).

d) Fermentación acética

La formación de ácido acético resulta de la oxidación del alcohol por la bacteria del vinagre en presencia del oxígeno del aire. Esta bacteria, a diferencia de las levaduras productoras de alcohol, requiere un suministro generoso de oxígeno para su crecimiento y actividad.

El vinagre se conoce desde hace más que 4,000 años. Ya en el imperio de Mesopotamia se conocía como la Cerveza Acida, es decir el Vinagre de Cerveza. Sin embargo en estos tiempos no se elaboraba conscientemente, si no era fruto de circunstancias casuales. Hubo que esperar hasta que Luis Pasteur (1822-1895) descubriera el secreto de la fermentación acética y para que supiéramos que pequeños seres vivos, las bacterias aeróbicas llamada *Acetobacter acéti* actúa sobre el alcohol etílico convirtiéndolo en ácido acético.

El ácido acético es utilizado como un conservante previniendo el crecimiento de las bacterias y los hongos. Así mismo, es agregado en la mayonesa para incrementar el efecto de inactivación contra la *Salmonella*. Adicionalmente, puede ser utilizado como sustancia amortiguadora o 'buffer' en los alimentos ácidos, o como un componente aromático en algunos productos.

En apicultura es utilizado para el control de las larvas y huevos de las polillas de la cera, enfermedad denominada Galleriosis, que destruyen los panales de cera que las abejas melíferas obran para criar o acumular la miel (Torres, 2007).

VALOR NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS FERMENTADOS

La fermentación mejora el contenido nutritivo de los alimentos por la biosíntesis de las vitaminas (ácido ascórbico, riboflavinas, beta-caroteno, vitamina B12, ácido fólico y la pro vitamina A), los aminoácidos esenciales y las proteínas, al volver más digeribles las proteínas y las fibras, proporcionar más micronutrientes y degradar los factores antinutritivos. También proporciona calorías al convertir substratos inadecuados para el consumo humano en alimentos inocuos. Los métodos de fermentación mejoran la inocuidad de los alimentos al reducir los compuestos tóxicos como las aflatoxinas y los cianógenos, y producir factores antimicrobianos como ácido láctico, bacteriocinas, bióxido de carbono, agua oxigenada y etanol, que facilitan la inhibición o eliminación de los patógenos de los alimentos. También se ha informado que los alimentos fermentados tienen propiedades terapéuticas.

La fermentación, además de sus virtudes nutritivas, de inocuidad y conservación, enriquece la dieta a través de la producción de una variedad de sabores, texturas y aromas. Prolonga la duración de los alimentos a la vez que reduce el consumo de energía necesario para prepararlos. La producción de alimentos fermentados también es importante para sumar valor a las materias primas agrícolas, y así proporciona ingresos y crea empleos (Enfoques, 1998).

ORIENTACIONES DIDÁCTICAS PARA ABORDAR EL TEMA DE LA FERMENTACIÓN Y SUS APLICACIONES EN EL AULA A NIVEL SECUNDARIA

La finalidad del estudio de las ciencias naturales a nivel básico es lograr que los alumnos cuenten con una Formación Científica Básica, misma que se orienta, en términos generales, a desarrollar de manera integrada las capacidades intelectuales, éticas y afectivas que les preparen para opinar, decidir y actuar en asuntos concernientes al mundo natural y el mundo sociotecnológico. La intención es formar personas con actitudes más científicas, con aproximaciones más razonadas y objetivas ante los problemas de la naturaleza y de la vida personal y social. (Reforma integral de la educación básica, 2009).

Para abordar el tema de la fermentación y sus aplicaciones como docente tomo en cuenta que el enfoque para la Formación Científica Básica retoma y enfatiza entre otros los siguientes aspectos:

- **Formativo**, ya que privilegia el desarrollo integral de conocimientos, habilidades y actitudes en contextos que favorecen la relación de la ciencia con la tecnología y la sociedad.
En este caso los alumnos serán capaces de identificar las aplicaciones de los conceptos, principios y procesos de la fermentación, además de reconocer el valor nutricional de los alimentos fermentados y la importancia de consumirlos.
- **Centralizado en el estudiante**, enfatiza su protagonismo y autonomía en la construcción personal y social de saberes.
- **Redimensiona y fortalece el papel docente** en la formación de los alumnos, con atención a la diversidad cultural y social.

Por otra parte para abordar este tema tomo en cuenta el enfoque por competencias el cual hace referencia a la capacidad o conjunto de capacidades que se consiguen por la movilización combinada e interrelacionada de conocimientos, habilidades actitudes, valores, motivaciones y destrezas, además de ciertas disposiciones para aprender y saber. Este enfoque tiene que ver con la capacidad para recuperar los conocimientos y experiencias, aprender en equipo, logrando una adecuada y enriquecedora interacción con los otros, con el contexto social y ecológico. (SEP, 2009)

Con el estudio de las Ciencias Naturales se busca estimular una Formación Científica Básica sustentada en las siguientes competencias:

- **Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica.**
- **Toma de decisiones favorables al ambiente y la salud orientadas a la cultura de la prevención.**
- **Comprensión de los alcances y las limitaciones de la ciencia y la tecnología en diversos contextos.**

Con base a lo anterior mis alumnos han de desarrollar las siguientes competencias al analizar el fenómeno de la fermentación.

- Identifico los supuestos de los que se ha partido para llegar a una conclusión.
- Interpreto y explico fenómenos mediante modelos para describir las características, propiedades y transformaciones de los materiales.
- Reflexiono sobre las implicaciones sociales de las conclusiones científicas.
- Trabajo en equipo

El Trabajo por proyectos permite una incorporación de espacios de desarrollo, integración y aplicación del aprendizaje.

Los proyectos son espacios que dan flexibilidad a los programas, pues parten de la consideración de los intereses y las necesidades educativas de las y los adolescentes. Rescatan la dimensión práctica del aprendizaje –aplicación y uso–, la máxima relación entre teoría y práctica, conocimiento y aplicación, a fin de lograr que los aprendizajes sean más significativos.

En el trabajo por proyectos los estudiantes son protagonistas activos que manifiestan su curiosidad y creatividad en el desarrollo de sus propias propuestas. Llevar a primer plano el trabajo de los alumnos implica la atención y actividad continua del docente para ayudarlos a ampliar su campo de interés, perfilar sus temas de investigación y orientar el proceso, de manera que se cumplan los propósitos establecidos en los programas y se integren los contenidos. Asimismo, demanda al docente verificar el cumplimiento de las actividades, ayudando a los alumnos a consultar bibliografía, orientar las búsquedas adicionales de información y ofrecer sugerencias de trabajo, alentar una buena comunicación de resultados y crear un clima de apoyo, aliento y reconocimiento a los logros (Plan estudios, 2006).

AMBIENTES DE APRENDIZAJES IMPLEMENTADOS PARA EL LOGRO DEL DESARROLLO DE COMPETENCIAS CON RESPECTO AL TEMA LA FERMENTACIÓN Y SUS APLICACIONES.

El ambiente escolar es un primer elemento que influye en las estrategias que los estudiantes desarrollan para concentrar sus esfuerzos en aprender.

Uno de los objetivos de la educación es que los alumnos aprendan a participar en grupo de manera productiva y colaborativa. Para lograrlo, es necesario propiciar un ambiente adecuado dentro del aula, donde los estudiantes puedan desarrollar diferentes papeles que optimicen su aprendizaje. Es un hecho que la interacción cooperativa es un factor esencial para generar su disposición cognitiva y emocional para aprender (SEP, 2006).

Hoy en día, los estudiantes necesitan entender el estado actual de su conocimiento y construir en él, mejorarlo y tomar decisiones de cara a la incertidumbre (Talbet y McLaughlin, 1993). Estas dos nociones del conocimiento fueron identificadas por John Dewey (1916) como “una nueva marca” sobre logros culturales previos y una adopción de procesos activos representados por la frase “hacer”. Por ejemplo hacer ciencia incluye actividades tales como probar teorías a través de la experimentación y la observación (Linn, 1992).

Los ambientes de aprendizaje se basan en cuatro perspectivas importantes; ambientes centrados en quien aprende, en el conocimiento, en la evaluación y en la comunidad. (Bransford et al., 2007)

El término “centrado en quien aprende”, se refiere a ambientes que ponen atención cuidadosa a conocimientos, habilidades, actitudes y creencias que los estudiantes traen al espacio escolar. (Ladson-Billings, 1995).

El término también se adapta al concepto de “enseñanza diagnóstica”: tiene la finalidad de descubrir lo que piensan los estudiantes en relación con los problemas inmediatos que enfrenten, discutir sus errores conceptuales de manera sensible y crear situaciones de aprendizaje que les permitan reajustar sus ideas (Bell et al., 1980).

De acuerdo a lo anterior es importante indagar que conocimientos previos tienen los alumnos a acerca de la fermentación, en mi caso personal obtengo información del conocimiento de mis alumnos acerca de este tema mediante una lluvia de ideas, las respuestas son diversas y algunas de ellas han sido: “es cuando se pudren las frutas y verduras”, “es cuando se echa a perder la leche porque no la metes al refrigerador”, “es cuando las frutas se hacen viejas”, “la fermentación se usa para hacer vino”, “a mi papá le gusta el tepache y dice que es piña fermentada”, “ la fermentación la hacen los gérmenes y si te comes las frutas fermentadas te enfermas”, “cuando a mi mamá se le echa a perder la leche, la hierve luego le pone canela y piloncillo para hacer chongos Zamoranos”

Un reto para el diseño de ambientes centrados en el aprendizaje es lograr el balance adecuado de actividades, entre las que se diseñan para promover la comprensión y la automatización de habilidades necesarias para funcionar efectivamente, sin saturar los requerimientos de atención (Beck et al., 1989).

Las actividades pueden estructurarse de tal manera que los estudiantes sean capaces de explorar, explicar, extender y evaluar su progreso. Las ideas se adquieren mejor cuando los estudiantes ven una necesidad o una razón para su uso; esto les ayuda a identificar usos relevantes del conocimiento y a darle sentido a lo que están aprendiendo (Brown y Campione, 1996).

Con base a lo anterior después de que los alumnos han expresado sus ideas acerca del tema, propongo la lectura del texto que contiene su libro de apoyo, para reflexionar si sus ideas empatan con las contenidas en la bibliografía o si deben reestructurar su conocimiento. Cuando los alumnos notan que hay alguna diferencia entre las ideas que tenían con respecto al tema y las contenidas en su libro se despierta su interés, lo que propicia que se generen en el grupo numerosas preguntas para obtener información sobre el tema. Posteriormente fomento la investigación y la búsqueda de información; los alumnos deben buscar en otras fuentes de información textos que contengan el concepto de fermentación; qué organismos intervienen en el proceso; cuáles son los tipos de fermentación; qué sustratos son transformados; qué sustancias se obtienen, cuáles son sus aplicaciones y su desarrollo biotecnológico; porqué se considera que la fermentación es un método de conservación de alimentos; cuál es el valor nutricional de algunos alimentos fermentados y porque es importante que los incluyan en su dieta.

Un reto para el diseño de ambientes centrados en el aprendizaje es lograr el balance adecuado de actividades, entre las que se diseñan para promover la comprensión y la automatización de habilidades necesarias para funcionar efectivamente, sin saturar los requerimientos de atención (Prawat et al., 1992).

Posteriormente, cuando los alumnos se han documentado promuevo la discusión en clase, la cual debe ser ordenada y donde exista un clima de respeto, de esta manera con el intercambio de ideas, el tema quedará mejor comprendido. Guío los contenidos y conocimientos adquiridos a situaciones próximas y cercanas para los alumnos, con esto logro que los aprendizajes sean significativos.

Una vez que se han obtenido conclusiones implemento actividades de laboratorio para que los alumnos experimenten teniendo un acercamiento a la aplicación de los conceptos y principios analizados, esto mediante el proceso de elaboración de algunos alimentos fermentados, que se explicará con detalle más adelante.

Para la realización de estas actividades me ajusto a los recursos disponibles tanto humanos como materiales y económicos. Promuevo que los alumnos den uso útil a materiales reciclables.

Además de estar centrados en quien aprende y en el conocimiento, los ambientes de aprendizaje diseñados eficientemente también deben centrarse en la evaluación. Los principios básicos de la evaluación son aquellos que proporcionan oportunidades de retroalimentación y de revisión, y aseguran que lo evaluado sea congruente con las metas de aprendizaje (Vye et al., 1998).

Es importante distinguir entre dos usos fundamentales de la evaluación. El primero, la evaluación formativa involucra el uso de la evaluación (frecuentemente administrada en el contexto del salón) como fuente de retroalimentación para mejorar la enseñanza y el aprendizaje. El segundo, evaluación sumativa, mide lo que los estudiantes han aprendido al final de un grupo de actividades de aprendizaje (Barron et al., 1998).

Para medir el logro de objetivos alcanzados implemento las siguientes actividades: los alumnos deben expresar los conocimientos adquiridos mediante la elaboración de algunas estrategias de aprendizaje como tabla comparativa, mapa conceptual, mapa mental, contestar pequeños cuestionarios, lo anterior será su evaluación formativa.

La evaluación sumativa se valora mediante la revisión de un trabajo escrito que entregan los alumnos donde incluyen la información investigada, el desarrollo de sus actividades teórico prácticas y sus conclusiones. Además los alumnos exponen sus proyectos frente a directivos, profesores, alumnos y padres de familia, en las muestras de ciencia y tecnología y pedagógica, que se lleva a cabo en febrero-marzo y fin de cursos respectivamente.

Un ambiente clave para el aprendizaje es la familia. Aun cuando los miembros de la familia no se enfocan de manera consciente en papeles de instrucción, proporcionan recursos, actividades y conexiones con la comunidad que influyen en el aprendizaje (Moll, 1986).

Los adolescentes también aprenden de las actitudes que muestran los miembros de la familia hacia las habilidades y valores de la escolarización.

Los contactos con expertos fuera de la escuela también pueden tener una influencia positiva en el aprendizaje escolar debido a que proporcionan a los estudiantes oportunidades para interactuar con padres de familia y otras personas que prestan atención a lo que hacen los estudiantes. Tanto para estudiantes como para maestros es motivante tener posibilidades de compartir su trabajo con otros (Brown y Campione, 1994).

Con respecto a este punto promuevo que los alumnos busquen información mediante el acercamiento a especialistas en el tema, cabe mencionar que durante el ciclo escolar 2008-2009 la profra. QBP María Alejandra Hernández Saavedra (madre de familia), que trabajaba en el área de Microbiología Industrial y Biotecnología Microbiana, Ciencias Biológicas IPN, realizó las gestiones necesarias para que el instituto abriera sus puertas a 15 de mis estudiantes y a mí, para enseñarnos los procesos de elaboración de vino y yogur. Estas técnicas las aplico hasta la fecha en nuestro laboratorio escolar. Para la realización del pan la familia de un exalumno nos permite ingresar a las instalaciones de su panadería para que los estudiantes realicen el proceso.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO IMPLEMENTADAS PARA ANALIZAR LAS APLICACIONES DE LA FERMENTACIÓN EN EL PROCESO DE ALIMENTOS.

Proceso de elaboración de vino

Materiales y equipo

Tubos de ensaye	Autoclave u olla exprés
Gradillas	Estufa a 28°
Mecheros con tubería de latex	Microscopio
Matraces Erlenmeyer de 250 ml	Brixómetro
Pipetas de 1, 2, 5 y 10 ml	Refrigerador
Pipeta pasteur	
Cámaras de Conway	
Pinzas para tubería	
Soporte universal	
Probetas	
Autoclave u olla exprés	
Estufa a 28°C	
Asa bacteriológica	
Recipientes de plástico	
Machacadores de plástico o madera	
Coladeras de plástico	
Mascadas	
Recipientes de vidrio	
Botellas para envasar	
Jeringas	
Cubre bocas	
Cofia	

Reactivos

Caldo de papa y dextrosa (para el cultivo de la levadura)	Agua destilada
Levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Safranina
Jugo de uva	Azida de sodio
Metabisulfito de sodio	Colorantes de Grahm
Sulfato de amonio	Cristal violeta
Fosfato de amonio	Lugol
Sulfato de magnesio	Alcohol-acetona
Solución de dicromato de potasio (46-49% en ácido sulfúrico)	Vaselina sólida
Solución saturada de carbonato de potasio	

Proceso

Primera etapa

- Obtención de levadura *Saccharomyces cerevisiae*, por medio de sembrado (fig. 3)
- Prensado: Consiste en estrujar las uvas, utilizando utensilios de plástico, hasta obtener la mayor cantidad de jugo. Al material obtenido lo llamaremos mosto (fig. 4)
- La cantidad de mosto obtenido debe medirse tanto el volumen como el ° Brix
- Medición de la cantidad de carbohidratos con ayuda del brixómetro
- Se agrega al mosto metabisulfito de sodio ($\text{Na}_2 \text{S}_2 \text{O}_5$), 10 mg/L, para inhibir microorganismos no deseables en el mosto. Guardar en refrigeración



Figura 3. Sembrado de *S. cerevisiae*



Figura. 4 Prensado de la uva

Segunda etapa: preparación del inóculo

El medio de cultivo es preparado con jugo de uva ajustado por dilución con agua destilada a 8°Bx, -El volumen a preparar será el 10% del volumen total a fermentar.

Esto se calcula mediante la siguiente fórmula: $C_1V_1 = C_2V_2$

En este caso se obtuvo 2000 ml de jugo con 20°Bx y necesitábamos 200 ml de medio de cultivo a una concentración de 8°Brix.

$$(C_1)(V_1) = (C_2)(V_2) \quad (8^\circ\text{Bx})(200 \text{ ml}) = (20^\circ\text{Bx})(? \text{ ml}) \quad V_2 = \frac{(8^\circ\text{Bx})(200 \text{ ml})}{20^\circ\text{Bx}}$$

$$V_2 = 80 \text{ ml de jugo de uva}$$

Adicionamos 120 ml de agua destilada

Volumen total 200 ml con 8°Bx

Posteriormente se agregan al medio de cultivo, como fuente de nitrógeno:

sulfato de amonio	$(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$	2 g/L
sulfato de magnesio	Mg SO_4	1 g/L
fosfato de amonio	$(\text{NH}_4)_2 \text{PO}_4$	1 g/L

El medio de cultivo se esteriliza en autoclave a 15 libras de presión o 121°C, durante 15 minutos (Fig.5).



Figura 5. Esterilización

Inocular el medio de cultivo con la suspensión de *Saccharomyces cerevisiae*, en condiciones estériles posteriormente se incuba a 28°C y se mantiene en agitación durante 12 horas. Para propagación de la levadura (Fase aerobia).

Tercera etapa: inóculo del mosto y valoración del cultivo.

-Sacar el mosto del refrigerador y dejar que tome la temperatura ambiente, inocular adicionando el inóculo en condiciones de esterilidad. Incubar a 28°C, en cultivo estacionario durante 72 hs.(fase anaerobia)

-Sacar muestras cada 12 hs y medir °Bx, cuando llegue a 5°Bx pasar a refrigeración, para favorecer la clarificación.



Figura 6. Toma de muestra y determinación de °Bx

- Obtención de una muestra para realizar preparaciones y tinción por el método de Gram para checar que no haya contaminación por otros microorganismos
- Observación de levaduras, principalmente *Saccharomyces cerevisiae* y algunas autóctonas.

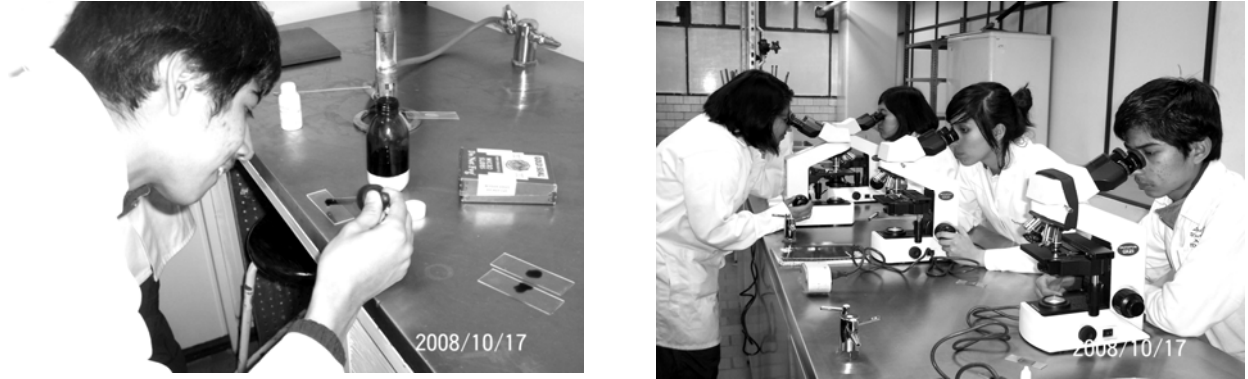


Figura 7. Tinción por el método de Gram

Cuarta etapa

Trasciego y envasado

Evaluación del proceso

- Medir °Brix
- Medir pH con papel pH indicador o potenciómetro.
- Medir cantidad de ácido tartárico .
- Cuantificar la cantidad de Etanol formado por la técnica de Conway (reacción de oxido-reducción)

Proceso de elaboración del pan

Las levaduras de panificación están especialmente seleccionadas para que, durante el proceso de la fermentación, produzcan más gas que alcohol, lo contrario al proceso de vinificación, donde se produce más alcohol que gas.

Para la elaboración del bolillo, se requieren 400g de levadura para cada 40 kg de harina, 1200g de azúcar, 700g de sal y se adicionan 400g de mejorante (complemento vitamínico). Estos materiales se mezclan, se pasan a la cortadora, para separar las porciones y se moldean las piezas.

El pan se pasa a la cámara de fermentación, a una temperatura entre 22 a 28°C, durante una hora y media, hasta que la producción de CO₂ eleve al doble el volumen de la porción.

Después es sometido a un pequeño corte por donde se liberará el gas al momento de la cocción. La cocción se realiza a 240°C, durante 18 a 20 min.

Proceso de elaboración del yogur

Material y equipo

Olla de capacidad 6 litros
Cacerola capacidad de 2 litros
Cucharas grandes
Vasos de precipitados
Bureta
Pipeta

Estufa
Refrigerador
Balanza
Termómetro
Envases de vidrio templado.

Reactivos

Iniciador 5% con *Lactobacillus bulgaricus* y
Streptococcus thermophilus
Leche líquida (al 10% de sólidos totales)
Leche en polvo (al 96 % de sólidos totales)
Solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1N
Fenofaleina

Azúcar
Fresa
Acido cítrico
Pectina

Proceso

Acondicionamiento de la leche

Se debe mezclar una proporción igual a 81 kilogramos de leche al 10% de sólidos totales (leche líquida) con 5 kilogramos de leche al 96% de sólidos totales (leche en polvo), con el fin de obtener una leche de un 15% de sólidos totales.

Pasteurización

La leche se calienta hasta que alcanza una temperatura de 90°C y se mantiene así durante 10 minutos.



Figura 8. Acondicionamiento de la leche y pasteurización

Inoculación

La leche pasteurizada se debe dejar enfriar a 45°C y es a esta temperatura en la que se vierte el cultivo con *Bacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. El fermentado se mantiene a una temperatura de 45°C de 2 a 3 horas, hasta que alcanza un porcentaje de ácido láctico entre 0.6 y 0.7%.

Determinación de la producción de ácido láctico.

Para determinar la cantidad de ácido láctico que se está produciendo, se toma una muestra de 9 ml y se lleva a 50 ml de agua destilada, se agregan dos gotas de fonofaleína (indicador) y se titula con hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1N, hasta que se note un cambio (color rosa tenue).

Se toma una muestra inicial y las siguientes cada media hora, hasta que la leche fermentada alcanza un 0.6 o 0.7% de ácido láctico. La cantidad de ácido láctico se calcula con la fórmula $\% = (0.1N) (\text{ml gastados de NaOH})$



Figura 9. Inoculación y determinación de ácido láctico producido

Elaboración de la base de frutas para el yogur.

Por kilo de fruta (fresa, mango, zarzamora, etc.) se utilizan un kilo de azúcar, 9g de pectina y 3 g de ácido cítrico.


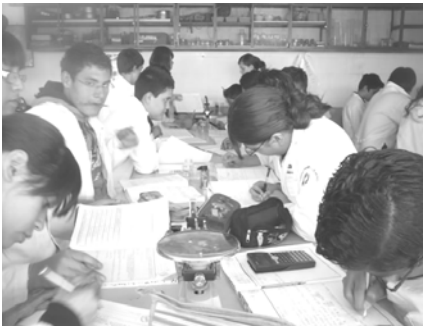
Se extrae la pulpa de la fruta, se ponen en una cacerola de acero inoxidable y se acerca al fuego. Agregar la mitad del azúcar y mover continuamente. Cuando la temperatura de la mezcla alcanza los 70°C se agrega el ácido cítrico mezclado con 50 g de azúcar, hasta disolver; a continuación se agrega la pectina mezclada con 100 g de azúcar, incorporar lentamente. En cuanto la mezcla haya alcanzado los 85°C se retira del fuego, disminuir la temperatura a 60° C y envasar en frascos de vidrio templado.



En cuanto la base de frutas alcanza la temperatura ambiente, se saboriza el yogur agregando 200g de la base por cada 1000g de lácteo fermentado.



Figura 10. Extracción de pulpa.

Tabla 1. Competencias e indicadores de desempeño que se desarrollaran al abordar el tema la fermentación y sus aplicaciones.

COMPETENCIAS	INDICADORES DE DESEMPEÑO
<p>Identifico los supuestos de los que se ha partido para llegar a una conclusión.</p> 	<p>Presto atención a la información que presentan mis compañeros y profesora a cerca de la fermentación y su aplicación en diversos contextos cotidianos</p> <p>Recibo con respeto los puntos de vista opuestos a los míos.</p> <p>Analizo los comentarios de mis compañeros que me permitan mejorar y fortalecer mi aprendizaje.</p>
<p>Interpreto y explico fenómenos mediante modelos para describir las características, propiedades y transformaciones de los materiales.</p> 	<p>Reconozco que la fermentación es un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos como bacterias y levaduras.</p> <p>Identifico los diferentes tipos de fermentación mediante el reconocimiento de las propiedades de las sustancias que actúan como sustrato y el organismo que interviene en la transformación cada uno de los materiales.</p> <p>Represento el fenómeno de la fermentación mediante ecuaciones químicas e identifico la información que contienen.</p>

COMPETENCIAS	INDICADORES DE DESEMPEÑO
<p data-bbox="240 254 792 317">Reflexiono sobre las implicaciones sociales de las conclusiones científicas</p> 	<p data-bbox="829 254 1398 464">Reconozco la importancia que ha tenido para el hombre el fenómeno de la fermentación en la producción de alimentos fermentados para mejorar su valor nutricional y como método de conservación de alimentos.</p> <p data-bbox="829 506 1398 611">Identifico los procesos básicos de la producción de algunos alimentos fermentados y los aplico en el aula.</p> <p data-bbox="829 653 1398 716">Valoro la importancia nutricional de los productos elaborados</p>
<p data-bbox="386 835 646 867">Trabajo en equipo</p> 	<p data-bbox="829 804 1398 867">Escucho con atención y respeto las ideas de mis compañeros de equipo.</p> <p data-bbox="829 909 1398 972">Promuevo reuniones para trabajar con mis compañeros de equipo.</p> <p data-bbox="829 1014 1398 1077">Participo en las decisiones de mi equipo.</p> <p data-bbox="829 1119 1398 1182">Participo en la suma de esfuerzos y trabajo por metas comunes.</p> <p data-bbox="829 1224 1398 1329">Trabajo responsable y comprometido frente a la realización de proyectos en equipo.</p>

CONCLUSIÓN

Siendo la fermentación un proceso de relevante importancia para el hombre por su aplicación en la elaboración de diversos productos de interés, es necesario implementar ambientes de aprendizajes favorables en el aula, que permitan a los estudiantes de educación básica a nivel secundaria, identificar las aplicaciones de los conceptos, principios y procesos de la fermentación para obtener aprendizajes significativos.

REFERENCIAS

- Barron, B. J., D. L. Schwartz, N. J. Vye, A. Moore, A. Petrosino, L. Zech, J. D. Bransford y Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1989) "Doing with understanding: Lessons from research on problem and project-based learning", en *Journal of Learning Sciences* (en prensa).
- Beck, I. L., M. G. McKeown, G. M. Sinatra y J. A. Loxterman (1991), "Revising social studies text from a text-processing perspective: Evidence of improved comprehensibility", en *Reading Research Quarterly*, 26:251-276.
- Bell, A. W., D. O'Brien y C. Shiu (1980), "Designing teaching in the light of research on understanding", en R. Karplus (ed.), *Proceedings of the Fourth International Conference for the Psychology of Mathematics Education*, eric Document Reproduction Service No. ed 250 186, Berkeley, ca, The International Group for the Psychology of Mathematics.
- Bransford John D., Ann L. Brown y Rodney R. Cocking (2007) "La creación de los ambientes de aprendizaje en la escuela". SEP pp.12-21
- Brown, A. L. y J. C. Campione (1994), "Guided discovery in a community of learners", en K. McGilly (ed.), *Classroom Lessons: Integrating Cognitive Theory and Classroom Practice*, Cambridge, ma, mit Press, pp. 229-270.
- Chávez Camarillo G. (2003) "Manual de prácticas de Microbiología Industrial para las carreras de IBQ y QBP" Departamento de microbiología Instituto Politécnico Nacional. pp.86-87
- Cruz Ulloa, M. Ulloa (1973) "Alimentos fermentados de maíz consumidos en México y en otros países latinoamericanos" *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 34. Pp. 423-457.
- García Garibay Mariano (1993) "Biotecnología Alimentaria" LIMUSA, México. pp 313-350
- Hesseltine, C. W. (1983) "Microbiology of oriental fermented foods", *Ann. Rev. Microbiol.*, 37. Pp 575- 580
- Hesseltine, C. W. y Wang, H.L.(1979) "Fermented foods", *Chemestry and Industry*, 12 pp. 393-396.
- Karlson, P. (1972) "Manual de Bioquímica" Tercera edición. Ed. Marín. Barcelona. Pp. 251-255.
- Karp, Gerald. (1992) "Biología celular" Segunda edición. Ed. McGRAW-HILL. México. pp.130-132.

- Kusmin Otilia (1990) “La cocina dulce, repostería y panadería” ALBASTROS Argentina pp 65-70
- Ladson-Billings, G. (1995), “Toward a theory of culturally relevant pedagogy”, en American Educational Research Journal, 32:465-491.
- Linn, M. C. (1992), “The computer as learning partner: Can computer tools teach science?”, en This Year in School Science, 1991, Washington, dc, American Association for the Advancement of Science
- Maguiña Vargas C. (1996) “Los aportes de Louis Pasteur a 100 años de su muerte” Boletín de la Sociedad Peruana de Medicina Interna - Vol. 9 N° 1
- Mertz, Edwin T. (1985) “Bioquímica” Ed. Publicaciones Cultural pp. 298-300
- Metzler, D.E. (1981) “Bioquímica” Ediciones Omega. Barcelona. pp.560-564
- Moll, L. C. (1986), “Creating Strategic Learning Environments for Students: A Community- Based Approach”, documento presentado en The S. I. G., Language Development Invited Symposium Literacy and Schooling, Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, ca. — (1986b), “Writing as a communication: Creating strategic learning environments for students”, en Theory into Practice, 25:102-108.
- Oura, E., H. Soumalainen (1981) “Fermented Foods”, Economic Microbiology, vol 7, Academic Press, pág 87-146.
- Prawat, R. S., J. Remillard, R. T. Putnam y R. M. Heaton (1992), “Teaching mathematics for understanding: Case study of four fifth-grade teachers”, en Elementary School Journal, 93:145-152.
- SEP, (2006) “Ciencias” Programa de estudios 2006. Educación básica secundaria. México. Pp.18-28.
- SEP, (2009) “Curso básico de formación continua para maestros en servicio. El enfoque por competencias en educación básica”. México. Pp. 12,33-35.
- SEP, (2009) “Reforma Integral de la Educación Básica, 2009” Planes y programas de estudio de 1993 y 2009. Puntos de continuidad y/o de cambio.
- Stainer, R. Y. Doudoroff, M y Adekbrg, E.A. (1977) “Microbiología”. Ed Aguilar. España. pp-98-100
- Talbert, J. E. y M. W. McLaughlin (1993), “Understanding teaching in context”, en D. K. Cohen, M. W. McLaughlin y J. E. Talbert (eds.), Teaching for

Understanding: Challenges for Policy and Practice, San Francisco, Jossey-Bass, pp. 167-206.

- Vedamuthu, E.R. (1982) "Fermented Milks", *Fermented Foods, Economic Microbiology* vol. 7 pp199-122
- Vye, N. J., S. R. Goldman, J. F. Voss, C. Hmelo, S. Williams y Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1998) "Complex mathematical problem solving by individuals and dyads", en *Cognition and Instruction*, 15(4).
- Wood, B.J. (1982) "Soy Sauce and miso", *Fermented Foods, Economic Microbiology*, vol. 7, A. H. Rose, Academic Press, Londres, pp39-44

PÁGINAS DE INTERNET.

- ENFOQUES 1998 "Fermentación en pequeña escala.
<http://www.fao.org/AG/esp/revista/9812sp3.htm> Consultado 2009-03-03.
- Chincilla, Mauricio (2002) "Biotecnología: ¿más allá de la ética? ¿posible solución a la producción agropecuaria de países en vías de desarrollo?. Fuente original Boletín semanal No. 188 del SOI
<http://www.observatoriodigital.net/estaed188.htm>
- Méndez, A. (2011) quimica.laguia2000.com//fermentacion-alcoholica
- Quintana Jara Fresia (2009) www.bioapuntes.cl/apuntes/fermentacion.htm6
- Torres Melissa (2007) www.alimentos.blogia.com/2007/112901-fermentacion-acetica.php