

**UNIDAD DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO  
FERMENTACIÓN**

LILIANA MARICELA GÓMEZ GÓMEZ

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
CENTRO DE POSGRADOS  
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN  
POPAYÁN  
2017

UNIDAD DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO FERMENTACIÓN

**LILIANA MARICELA GÓMEZ GÓMEZ**

Director:  
**DIEGO ALEXANDER RIVERA GÓMEZ**  
Magíster en Educación

Trabajo de grado para optar por el título  
Magíster en Educación

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
CENTRO DE POSGRADOS  
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN  
POPAYÁN  
2017

**Nota de Aceptación**

---

---

---

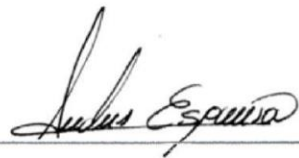
---



Director: Mg. Diego Alexander Rivera Gómez



Jurado: Ph.D. José Omar Zúñiga Carmona



Jurado: Mg. Edgar Andrés Espinosa Ríos

Fecha de sustentación: Popayán, 10 de mayo de 2017

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios por darme la vida y fortaleza necesaria para alcanzar cada uno de mis propósitos.*

*A mi familia, esposo e hija por su compañía y apoyo incondicional.*

*Agradecimientos especiales a mi director del trabajo final, Mg. Diego Alexander Rivera Gómez, por su dedicación y motivación en la realización de la investigación.*

*A los docentes de la Maestría en Educación de la Universidad del Cauca, especialmente a mis profesores de la Línea de Investigación Enseñanza de las ciencias y la Tecnología, PhD José Omar Zúñiga, PhD Miguel Corchuelo, por brindarnos el conocimiento para culminar con éxito este logro.*

*A la Institución Educativa Alfonso Córdoba del municipio de Rosas Cauca, a sus directivas, a mis compañeros de trabajo, a los estudiantes de grado octavo y noveno, por ofrecerme la oportunidad de efectuar este trabajo con ellos.*

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	10
Summary	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPITULO I. JUSTIFICACIÓN	14
CAPITULO II. ANTECEDENTES	16
CAPITULO III. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	21
CAPITULO IV. PROPÓSITOS	23
4.1. Propósito General	23
4.2. Propósitos Específicos	23
CAPITULO V. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	24
5.1. Aprendizaje Significativo	24
5.2. Ideas Previas	24
5.3. Representaciones conceptuales	25
5.4. Obstáculos Epistemológicos	25
5.5. Conceptos Estructurantes	27
5.6. Unidad Didáctica	28
5.7. Estructura del concepto en Ciencias	31
5.8. Sobre el concepto Fermentación	32
CAPITULO VI. METODOLOGÍA	36
CAPITULO VII. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	38
7.1. CONSTRUCCIÓN HISTÓRICA DEL CONCEPTO “FERMENTACIÓN”	38
7.2. EXPLORACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS QUE LOS ESTUDIANTES DE GRADO OCTAVO Y NOVENO POSEEN SOBRE EL CONCEPTO “FERMENTACIÓN”	51
7.2.1. Elaboración del instrumento para la recolección de ideas previas de los estudiantes acerca del concepto “Fermentación”	52
7.2.2. Sistematización y análisis de los datos obtenidos con el instrumento	53
7.2.2.1. Respuestas de los estudiantes de grado octavo de las dos Instituciones sobre el concepto “fermentación”	53
7.2.2.2. Respuestas de los estudiantes de grado noveno de las dos Instituciones sobre el concepto “fermentación”	62
7.3. UNIDAD DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO “FERMENTACIÓN”, CON ESTUDIANTES DE GRADO OCTAVO	69
CAPITULO VIII. CONCLUSIONES	87
8.1. CONCLUSIONES	87
8.2. RECOMENDACIONES	91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
ANEXOS	96

## LISTADO DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Síntesis del desarrollo histórico del concepto “fermentación. (Sáez, 2004).	48
<b>Tabla 2.</b> Conocimiento de los estudiantes sobre algún ser vivo que pueda realizar la respiración sin oxígeno	55
<b>Tabla 3.</b> Procesos con los que los estudiantes relacionan el concepto de fermentación	56
<b>Tabla 4.</b> Explicación de la fermentación en los procesos elegidos por los estudiantes	57
<b>Tabla 5.</b> Descripción de los estudiantes sobre lo que ocurriría si no existieran los consumidores en una cadena	59
<b>Tabla 6.</b> Ideas de los estudiantes al observar después de un tiempo un vaso de leche con textura grumosa y sabor agrio	60
<b>Tabla 7.</b> Ideas de los estudiantes al observar los cambios en la leche	60
<b>Tabla 8.</b> Explicación de los estudiantes sobre el aumento de volumen cuando se adiciona levadura a la harina por un tiempo determinado	63
<b>Tabla 9.</b> Ideas de los estudiantes sobre el proceso de transformación de la leche en yogurt	64
<b>Tabla 10.</b> Explicaciones de los estudiantes sobre la acidez del yogurt	65
<b>Tabla 11.</b> Ideas de los estudiantes sobre el contenido de alcohol del vino	65
<b>Tabla 12.</b> Procesos que relacionan los estudiantes con la fermentación	67
<b>Tabla 13.</b> Estructura Unidad Didáctica para el aprendizaje del Concepto “Fermentación”	71

## LISTADO DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Estructura del concepto en ciencias naturales	32
<b>Figura 2.</b> La fermentación como proceso biológico	33
<b>Figura 3.</b> Mapa conceptual de la Fermentación	34
<b>Figura 4.</b> Etapas del diseño metodológico	37
<b>Figura 5.</b> Rutas metabólicas alternativas tras la glucólisis	45
<b>Figura 6.</b> Desarrollo histórico del concepto Fermentación	47
<b>Figura 7.</b> Conceptualización de la Fermentación	50
<b>Figura 8.</b> Categorías y subcategorías resultantes sobre el concepto Fermentación de los estudiantes de las instituciones educativas I.E.A.C y I.E.L.C	54

## LISTADO DE FOTOS

		<b>Pág.</b>
<b>Foto 1, 2 y 3.</b>	Registro de observaciones realizadas por un estudiante en torno a la práctica de cambios físicos en los alimentos.	75
<b>Foto 4.</b>	Observación de microorganismos a través del microscopio.	76
<b>Foto 5.</b>	Calentamiento de la leche	78
<b>Foto 6.</b>	Verificación de la temperatura de inoculación del cultivo	78
<b>Foto 7.</b>	Adición del cultivo láctico	78
<b>Foto 8.</b>	Almacenamiento	79
<b>Foto 9.</b>	Adición de saborizante	79
<b>Foto 10.</b>	Envasado	79
<b>Foto 11.</b>	Registro del desarrollo de preguntas de análisis después de la guía de procesamiento de yogurt.	80
<b>Foto 12.</b>	Adición y mezcla de levadura con agua y azúcar	83
<b>Foto 13.</b>	Adición de la mezcla a la botella plástica	84
<b>Foto 14.</b>	Montaje de la bomba a la botella con la mezcla	84
<b>Foto 15.</b>	Acción de la levadura y liberación de CO <sub>2</sub>	84
<b>Foto 16.</b>	Observaciones de un estudiante correspondientes a la actividad de las levaduras.	85



## LISTADO DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 1.</b> Ubicación geográfica del municipio de Rosas Cauca	97
<b>Anexo 2.</b> Ubicación de la Vereda La Soledad del municipio de Rosas Cauca	98
<b>Anexo 3.</b> Caracterización de la Institución Educativa	98
<b>Anexo 4.</b> Formato permiso al rector de la Institución Educativa Alfonso Córdoba para realizar Trabajo de Investigación	99
<b>Anexo 5.</b> Formato consentimiento informado dirigido a los padres de familia de los estudiantes de grado octavo y noveno de la Institución Educativa Alfonso Córdoba	101
<b>Anexo 6.</b> Formato del cuestionario para la exploración de ideas previas sobre el concepto “Fermentación” a estudiantes de grado octavo	102
<b>Anexo 7.</b> Formato del cuestionario para la exploración de ideas previas sobre el concepto “Fermentación” a estudiantes de grado noveno	104
<b>Anexo 8.</b> Respuestas de los estudiantes de grado octavo de la I.E.A.C a las diferentes preguntas del cuestionario	106
<b>Anexo 9.</b> Respuestas de los estudiantes de grado noveno de la I.E.A.C a las diferentes preguntas del cuestionario	108
<b>Anexo 10.</b> Respuestas de los estudiantes de grado octavo de la I.E.L.C a las diferentes preguntas del cuestionario	110
<b>Anexo 11.</b> Respuestas de los estudiantes de grado noveno de la I.E.L.C a las diferentes preguntas del cuestionario	112
<b>Anexo 12.</b> Unidad Didáctica para el aprendizaje del concepto Fermentación, con estudiantes de grado octavo.	114

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación es el resultado de un proceso desarrollado con estudiantes de grado octavo de Educación Básica Secundaria de una zona rural del municipio de Rosas Cauca (ver anexo 1, 2 y 3).

El propósito fue determinar como a partir de una Unidad Didáctica se puede afianzar el proceso de aprendizaje del concepto fermentación, siguiendo pautas de la investigación cualitativa a través de la Investigación Acción Pedagógica, que busca transformar la práctica mediante la reflexión sobre un área problemática, la planeación y ejecución de acciones alternativas para mejorar la situación problemática y la evaluación de resultados. Restrepo (2004). En concordancia, las etapas llevadas a cabo fueron la revisión bibliográfica que permitió conocer el proceso que llevó a establecer la definición que hoy existe sobre fermentación y definir los elementos centrales de análisis, se exploró el conocimiento del estudiante por medio de la aplicación de un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas, que permitió explorar las ideas previas de los estudiantes en torno al concepto fermentación, el diseño e implementación de la Unidad Didáctica, las conclusiones y recomendaciones del proceso construido.

La importancia de este trabajo reside, además de presentar los problemas presentes en el aula, específicamente en el aprendizaje de las Ciencias Naturales con respecto al concepto “fermentación”, plantear una alternativa para la superación de las mismas, a partir de la construcción del concepto, aspecto importante para generar en el estudiante un aprendizaje significativo, orientado a identificar la fermentación en sus contextos y que busque solución a problemas cotidianos.

Este estudio es pertinente en la medida en que no solo se restringe a identificar las representaciones de los estudiantes, sino también al diseño e implementación de una serie de estrategias metodológicas resumidas en una Unidad Didáctica, desde las cuales se brindaron elementos para que los estudiantes compararan y contextualizaran sus conocimientos en torno a la fermentación, tomando como base el enfoque de la Investigación Acción Pedagógica.

**Palabras clave:** didáctica, ideas previas, aprendizaje, fermentación.

## SUMMARY

The present research work is the result of a process developed with eighth grade students of Secondary Basic Education in a rural area of the municipality of Rosas Cauca (see Annexes 1, 2 and 3).

The purpose was to determine how, from a Didactic Unit, the learning process of the fermentation concept can be strengthened, following qualitative research guidelines through the Pedagogical Action Research, which seeks to transform practice by reflecting on a problematic area, Planning and execution of alternative actions to improve the problematic situation and the evaluation of results. Restrepo (2004). Accordingly, the stages carried out were the bibliographic review that allowed to know the process that led to establish the definition that exists today on fermentation and to define the central elements of analysis, the student's knowledge was explored through the application of a questionnaire With open and closed questions, which allowed exploring the students' previous ideas about the concept of fermentation, the design and implementation of the didactic unit, the conclusions and recommendations of the process.

The importance of this work resides, besides presenting the problems present in the classroom, specifically in the learning of the Natural Sciences with respect to the concept "fermentation", to propose an alternative for the improvement of the same ones, starting from the construction of the concept , An important aspect to generate in the student a meaningful learning, aimed at identifying the fermentation in their contexts and seeking a solution to everyday problems.

This study is pertinent in that it is not only restricted to identifying the representations of students, but also to the design and implementation of a series of methodological strategies summarized in a Didactic Unit, from which elements were provided for students to compare And contextualize their knowledge about fermentation, based on the approach of the Research Pedagogical Action.

Key words: didactics, previous ideas, learning, fermentation.

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación estuvo dirigida a diseñar una unidad didáctica para el aprendizaje del concepto fermentación con estudiantes de grado octavo de Educación Básica Secundaria de la Institución Educativa Alfonso Córdoba (I.E.A.C) del municipio de Rosas Cauca.

La investigación aporta elementos teóricos de importancia para la identificación y análisis de las representaciones conceptuales de los estudiantes sobre la “fermentación” y los procesos en los que interviene por medio de la intervención en el aula. Norman (1983), Moreira y Greca (1996).

La importancia de la fermentación para el hombre se entiende desde la perspectiva que puede servir para la generación de distintos alimentos y bebidas. En efecto, este proceso de índole natural fue aprendido por el hombre con la finalidad de que sirviera a sus intereses. La fermentación también es, de hecho, un proceso que se genera en el interior del cuerpo humano, en particular, dentro de los músculos. Como vemos, está presente en nuestra vida cotidiana de forma sensible, hecho que hace interesante comprender algunos de sus principios. Primordialmente, la fermentación transforma materia orgánica de un tipo complejo a materia orgánica de características más sencillas sin que en el proceso exista uso de oxígeno.

Con relación a los conceptos de la microbiología son pocas las investigaciones en la enseñanza de las ciencias, y menos aún antecedentes de investigaciones que relacionen conceptos que involucren la actividad biológica de los microorganismos y más específicamente en la acción de las bacterias (bacilos) en los procesos alimenticios.

La riqueza del trabajo de investigación se evidencia en la reflexión sobre la práctica misma a través del análisis de diferentes situaciones relacionadas con el concepto fermentación, así mismo aporta una herramienta didáctica con componentes conceptuales y metodológicos como observación, experimentación y trabajo en grupo, que permite acercar a los estudiantes al aprendizaje significativo del mismo concepto y a la vez invita al docente a explorar nuevas estrategias de enseñanza, superando la visión reduccionista desde la cual se concibe al

estudiante como una tabula rasa, por el contrario, le otorga la responsabilidad de autorregular y reconstruir su aprendizaje, en compañía del docente, lo que se ve favorecido aún más con la metodología de la investigación acción pedagógica, desarrollada en este estudio.

Puede considerarse que el aprendizaje de los conceptos científicos es un proceso continuo, que no se deben orientar como definiciones encontradas en los textos que representan el conocimiento establecido por las comunidades científicas, sino como una construcción conceptual, que establece los descubrimientos y planteamientos alrededor del fenómeno, y es en este sentido, que la intervención en el aula y las practicas experimentales pueden facilitar la comprensión sobre el tema.

## CAPITULO I. JUSTIFICACIÓN

En los últimos años, las investigaciones desarrolladas en torno a la educación en ciencias experimentales, reconocen la importancia de los conocimientos previos de los estudiantes, para la adquisición y retención de los múltiples significados que se manejan en la escuela (Ausubel y Novak (1978), citado por Carretero (1997), y de las representaciones: proposiciones, modelos mentales e imágenes, como formas de abordar el conocimiento escolar. Así mismo, (Moreira et al, 1997), la presencia de dichas ideas, conceptos o proposiciones presentes en el estudiante es lo que imparte el significado a los nuevos contenidos, en la medida en que estos contenidos adquieren significado para el sujeto y producen una transformación de las ideas ya existentes en la estructura cognitiva capaz de servir de "anclaje" para la nueva información de modo que adquiera, de esta manera, significados para el individuo y que resultan gradualmente más elaboradas y estables. Cuando los estudiantes carezcan de las ideas previas adecuadas, una intervención docente, en donde el profesor permita la adaptación constante del conocimiento al contexto y a las situaciones para hacerlo significativo e interesante para los estudiantes, puede convertirse en una estrategia para introducir dichas ideas o conceptos en su estructura cognitiva, facilitando no solo la comprensión de los nuevos conocimientos.

Son escasas las investigaciones en cuanto a los conocimientos previos y/o representaciones que poseen los estudiantes sobre la acción de los microorganismos, principalmente en la fermentación. Algunas investigaciones han sido realizadas por Gonzales, R. y otros. (1996). “¿Son los alumnos capaces de atribuir a los microorganismos algunas transformaciones en los alimentos?; Moreno, G. (2013). Construcción de modelos escolares en un grupo de primero de secundaria acerca de la fermentación; Medina, O y Zuluaga, C. (2000). El concepto de fermentación: una aplicación de su historia en la enseñanza de las ciencias naturales; Durango, M. (2012). La microbiología en la escuela. Una experiencia didáctica, aplicada a séptimo grado de educación básica. Las ideas antropomorfas y antropocéntricas de los niños sobre los microorganismos realizadas por Byrne, J y otros. (2009).

Aunque en el contexto colombiano, son pocas las investigaciones, se muestra una posible desarticulación entre la fermentación y su concepción sobre los procesos en los que interviene, al considerarse un concepto reduccionista de su aplicación.

Es necesario integrar en los currículos escolares conocimientos asociados a la microbiología, en los que se implementen aplicaciones de la fermentación en diferentes contextos, según la teoría del Aprendizaje Significativo.

Este trabajo de investigación surgió de la necesidad de conocer las representaciones que tienen algunos estudiantes sobre la fermentación y las relaciones que se establecen en su contexto, de tal manera que se aporten elementos conceptuales didácticos para el aprendizaje del concepto fermentación, en la Educación Básica Secundaria.

Este estudio es pertinente en la medida en que no solo se restringe a identificar las representaciones de los estudiantes, sino también al diseño e implementación de una serie de estrategias metodológicas resumidas en una Unidad Didáctica, desde las cuales se brindaron elementos para que los estudiantes compararan y contextualizaran sus conocimientos en torno a la fermentación, tomando como base el enfoque de la Investigación Acción Pedagógica.

## CAPITULO II. ANTECEDENTES

Los estudios que se presentan a continuación, sirvieron de base para la fundamentación teórica en relación con el aprendizaje del concepto fermentación y con temas relacionados como respiración celular anaerobia, microorganismos, biotecnología, descomposición de los alimentos, bacteria y ser vivo; que se consideraron relevantes para la presente investigación.

Moreno, G.(2013) realizó una investigación denominada “Construcción de modelos escolares en un grupo de primero de secundaria acerca de la fermentación”. El trabajo se basó en dos cuestiones: los factores que dificultan el aprendizaje de la explicación de la fermentación en términos del contenido científico escolar y el contraste de las concepciones alternativas de los alumnos revisadas en la literatura. La construcción de modelos favoreció la conversación en el aula entre los alumnos, sin embargo, la mayoría de los escolares refiere transformaciones a nivel macroscópico y no logra relacionarlas con lo que sucede a nivel microscópico.

Se resalta la importancia de este trabajo en cuanto que la construcción de modelos escolares permite en los estudiantes el desarrollo de habilidades cognitivas, procedimentales y actitudes que se asemejan al trabajo científico y para el docente se convierte en una alternativa pedagógica que no sesga la creatividad y permite otras formas de solución de problemas. Considero así, que esta investigación aporta elementos didácticos importantes para retomar, dada su relación con el concepto fermentación.

Otra investigación, realizada por Díaz, R., López, R. (1996), “Son los alumnos capaces de atribuir a los microorganismos algunas transformaciones de los alimentos?”, con una muestra de 343 alumnos los cuales correspondían a 4º y 7º. Su metodología se centró en preguntas de opción múltiple, test, preguntas abiertas, que consistían en sondear los conceptos sobre moho y fermentación, el estudio arrojó como resultado la escasa capacidad de reconocer causas microbiológicas en el origen de algunas transformaciones alimentarias, así como siguen utilizando sus ideas previas, e interpretan los cambios como causas físicas o químicas, mas no como biológicas. Frente a esta conclusión Harlen, W, (1989) en este mismo artículo, considera



que los libros de texto tienen muy en cuenta las causas de contaminación y se olvidan de la bacteriológica, y por ello después optan por explicaciones mecanicistas o fisicoquímicas.

Se concluye, que los alumnos, a pesar de que conocen que los microorganismos pueden vivir a expensas de los alimentos, muestran escasa capacidad para reconocer las causas en el origen de algunas transformaciones alimentarias. Para interpretar estos cambios, utilizan esquemas conceptuales alternativos que revelan cierta consistencia individual, como es el caso de aquéllos que interpretan las transformaciones como un proceso espontáneo e intrínseco del alimento, o también los que interpretan que éstos cambios surgen debido únicamente a causas físicas o químicas. Aunque los niños (9-10 años) poseen un conocimiento biológico puede considerarse prematura una correcta aplicación de conceptos, el hecho de que las explicaciones microbiológicas no aumenten significativamente en cursos superiores, parece, sin embargo, reclamar un mayor esfuerzo por parte de los profesores para que ambos conceptos (microbios y transformaciones) no permanezcan desligados. Es importante que los profesores promuevan experiencias que abran nuevas posibilidades a los conceptos recientemente adquiridos y que, a la vez, los relacionen con otros que los niños ya tienen.

Esta investigación es importante, por cuanto permite en el desarrollo del presente proyecto profundizar sobre la relación entre el uso de terminología científica y un mejor nivel de adquisición de conceptos, al mismo tiempo que permite vislumbrar las concepciones que los estudiantes presentan en el momento de exponer su pensamiento sobre organismos imperceptibles a simple vista, es así como este trabajo de investigación es base fundamental para relacionar las ideas que exponen los estudiantes frente al fenómeno de fermentación.

Medina, O y Zuluaga, C. (2000), con el trabajo de investigación “El concepto de fermentación: una aplicación de su historia en la enseñanza de las ciencias naturales”, quienes indagan estudiantes de noveno grado de educación secundaria sobre las ideas referidas al cambio o transformación de los alimentos. Los resultados muestran una relación directa entre el pensamiento del estudiante e ideas asumidas en un determinado momento histórico de la construcción del concepto, consideradas como obstáculos epistemológicos. Un caso particular que establece un vínculo con la historia de la ciencia, son los conceptos de fermentación y

putrefacción, los cuales son explicados por los estudiantes con ideas que corresponde a la biología del siglo XIX. Inicialmente indican que los alimentos se descomponen por si solos (la transformación de los alimentos se consideraba un cambio químico, mas no biológico), siendo este pensamiento uno de los que utilizó la comunidad científica hace un par de siglos para explicar porque los alimentos sufren cambios, posteriormente cuando el estudiante reconoce la presencia de microorganismos causantes de la fermentación o la putrefacción del alimento, expresa que estos seres microscópicos, son generados por el propio sustrato (alimento), correspondiendo esta idea a pensamientos de la generación espontánea que se presentaron en la historia de la biología. Básicamente se encontraron dos ideas que están presentes en la concepción del estudiante y en la historia de la biología: una idea es la de explicar los cambios de los alimentos como un proceso fisicoquímico. Cuando la persona supera este obstáculo y asume que los cambios en los alimentos se deben a la acción de los microorganismos, dando una explicación de tipo biológico, aparece un segundo obstáculo y es la de expresar que los organismos surgen espontáneamente de la sustancia que se está descomponiendo. Estas ideas presentes en los estudiantes, que igualmente se encuentran como obstáculos en la consolidación del concepto, permitieron utilizar la historia de la biología como herramienta didáctica en la apropiación del concepto.

Esta investigación se considera importante, en el sentido que permite corroborar que la historia y epistemología de los conceptos, en este caso el de fermentación, permite a los estudiantes dar respuestas al fenómeno, pero se evidencian obstáculos presentes en ciertos momentos históricos que en la actualidad no han sido superados, evidentemente por estudiantes y por los mismos docentes. Es así como esta investigación aporta elementos históricos y epistemológicos que se deben retomar en el momento de analizar las ideas previas de los estudiantes.

Así mismo, la investigación realizada por Durango, M. (2012), “La microbiología en la escuela. Una experiencia didáctica, aplicada a séptimo grado de educación básica”, con la cual se pretende que el estudiante esté en capacidad de comprender de manera general lo que sucede en el mundo microscópico, la importancia de los microorganismos en procesos de la vida cotidiana, como también desarrollar habilidades que le permitirán identificarlos. Los

resultados de la estrategia didáctica aplicada en este trabajo evidencian la manera como los estudiantes asimilan el conocimiento a través de la práctica experimental comparado con el método tradicional. Observando los datos obtenidos se observa que el grupo experimental 7-5 presenta mejores resultados a nivel académico frente al grupo control. Esta investigación afirma el diseño de secuencias didácticas para que la enseñanza de conceptos se relacione con el contexto del estudiante y de paso al aprendizaje significativo.

Esta investigación es relevante en cuanto permite apoyar el desarrollo de la unidad didáctica como herramienta de aprendizaje para la apropiación de conceptos relacionados con la microbiología y muestra resultados positivos en su desarrollo, capaces de ser reproducidos en diferentes contextos como el que se presenta en el presente trabajo de investigación.

Byrne, J., Grace, M., y Hanley, P. (2009), realizaron una investigación sobre “Las ideas antropomorfas y antropocéntricas de los niños sobre los microorganismos”, la cual tuvo como objetivo conocer si las ideas antropomórficas (que tiene forma o apariencia humana) y antropocéntricas (doctrina que sitúa al ser humano como centro de las cosas) de los niños afectan la comprensión sobre el concepto de microorganismo. Esta se llevó a cabo en el sur de Inglaterra, y utilizó 414 niños en edades entre los 7 y 14 años. Los resultados de esta investigación fueron: los profesores y los estudiantes muchas veces expresan sus ideas sobre temas de biología usando antropomorfismo puesto que esto les facilita la comprensión de conceptos. Algunos autores, consideran que la utilización continua de ideas antropomorfas, puede convertirse en un problema, que puede integrar conceptos erróneos y dar lugar a futuros problemas conceptuales (Byrne et al., 2009)

En todos los grupos describen formas antropomorfas sobre los microorganismos y prevalecen la ideas antropocéntricas sobre los microorganismos; además de la imagen negativa que los niños tienen sobre los microorganismos y sobre los daños que pueden causar a los seres humanos (Byrne et al., 2009).

Los estudiantes incluidos en la investigación, hacen uso del antropomorfismo y antropocentrismo para explicar la forma y las funciones de los microorganismos; los niños de

7 años son los que más hacen uso de éste; a medida que van aumentando su nivel de escolaridad introducen conceptos científicos (Byrne et al., 2009).

Esta investigación aporta elementos esenciales para determinar en qué medida las representaciones e ideas de los estudiantes frente al concepto de fermentación, se han estructurado a través de experiencias cotidianas o lenguaje común utilizado en su contexto.

En el siguiente apartado, se presenta el problema de investigación formulado a partir de las dificultades de aprendizaje de los estudiantes en torno al concepto, las cuales se analizaron y a partir de ahí se diseñaron actividades que quedaron consignadas en una Unidad Didáctica.

### **CAPITULO III. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

El tema de la fermentación, es un fenómeno difícil de comprender para los estudiantes, pues no pueden observar lo que sucede a nivel celular y solo observan cambios a nivel macroscópico. Este hecho evidencia la complejidad de su tratamiento mediante la enseñanza, tal como lo refieren Díaz, et al (1996), cuando mencionan la existencia de varios factores que dificultan el aprendizaje del contenido escolar de respiración celular anaerobia a través del cual se explica el fenómeno de fermentación. Estas concepciones, como apuntan Pozo, et al (1992), responden a un enfoque conceptual del aprendizaje de las ciencias en el que no se tienen en cuenta estructuras de conocimiento generales, sino unidades de conocimiento específicas, lo cual implicaría un aprendizaje como cambio de ideas aisladas y no de estructuras cognitivas.

Entre las dificultades se identifica que en los libros de texto se subraya la producción industrial de yogur, vino o cerveza, más que en el proceso biológico de la fermentación, cuya explicación científica queda de lado. Esta omisión origina que algunos estudiantes consideren que la transformación de la leche en yogur sea producto de un proceso de automatización en las fábricas, sin considerar la participación de microorganismos.

El segundo factor es la falta de correlación entre conceptos de distinto origen que podrían apoyar la comprensión de un mismo contenido; por ejemplo, en el de contaminación de alimentos, donde los alumnos la atribuyen a factores físicos y químicos y no así a los agentes biológicos. Los autores refieren que las concepciones alternativas de los alumnos dan cuenta de ideas acerca de la generación espontánea, pues, por ejemplo, algunos refieren, “la transformación de la leche en yogur no es producida por seres vivos ya que la leche cambia sola” (Díaz, et al, 1996).

El tercer factor se relaciona con la falta de claridad del conocimiento de la respiración celular anaerobia (fermentación). Comprender este proceso requiere entenderlo como un desarrollo conceptual. El proceso de respiración ha tenido diversas interpretaciones a lo largo de la historia, las cuales han sido, según Tamayo (2003): el aliento vital, el intercambio de gases, la combustión, la oxidación y el proceso quimiosmótico. La interpretación del intercambio de

gases, es la más común entre los estudiantes de secundaria (Cañal, 1999), la cual se vincula con que los estudiantes no identifican la respiración como un proceso común a todos los seres vivos, porque generalmente se relaciona con la respiración humana. Por esta razón, algunos estudiantes tienen la concepción alternativa de que las plantas y los microorganismos no respiran, pues no encuentran similitud entre el aparato respiratorio de los humanos y las formas de respiración de estos seres vivos.

De acuerdo con el estudio realizado por Lock (1996) y los estándares para la educación científica estadounidense (National Science Education Standards, 1996), la inclusión de conceptos y problemas vinculados a la Biotecnología se considera un factor esencial para la alfabetización científica ciudadana y por ello ha sido incorporada desde hace más de quince años en los currículos oficiales de diversos países. Esta área temática no sólo es un conjunto coherente de conocimientos, sino que además, es la base para innovaciones tecnológicas que tienen un impacto sustancial en la vida de las personas en un medio determinado.

A pesar del tiempo transcurrido desde esas transformaciones curriculares, diversos estudios indican la existencia de deficiencias conceptuales y actitudes negativas de los estudiantes en relación a los procesos biotecnológicos y a los conceptos biológicos que este campo implica. Si bien un alto porcentaje de estudiantes conocen la terminología relacionada con la Biotecnología, ésta familiarización no se encuentra acompañada de la comprensión de los conceptos que involucra (Aznar, 2000). Conocer cómo entienden y caracterizan los estudiantes a la Biotecnología puede brindar elementos necesarios para el diseño de unidades didácticas consistentes con las características del medio en el cual se implementan.

Por lo anteriormente mencionado surge esta investigación como necesidad de abordar las dificultades asociadas al aprendizaje del concepto fermentación, en estudiantes de grado octavo, en la cual se muestra la dificultad para representar y comprender este proceso. Teniendo en cuenta los elementos mencionados, se genera la siguiente pregunta que recoge los elementos fundamentales del problema: **¿Cómo a partir de una Unidad Didáctica se puede afianzar el proceso de aprendizaje del concepto fermentación en estudiantes de grado octavo de Educación Básica Secundaria?**

## **CAPITULO IV. PROPÓSITOS**

### **4.1. Propósito General**

- Diseñar una Unidad Didáctica para el aprendizaje del concepto “fermentación”, en el grado octavo de educación básica de la Institución Educativa Alfonso Córdoba.

### **4.2. Propósitos Específicos**

- Construir el concepto fermentación desde la visión del concepto en las Ciencias.
- Explorar las ideas previas que los estudiantes tienen sobre el concepto “fermentación”.
- Planificar e implementar las actividades de la Unidad Didáctica con los estudiantes de grado 8°.

## **CAPITULO V. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

### **5.1. Aprendizaje Significativo**

La teoría de David Ausubel (citado por Carretero, 1997) resume: “El conocimiento que se transmite en cualquier situación de aprendizaje debe estar estructurado no solo en sí mismo, sino con respecto al conocimiento que ya posee el alumno” (ideas previas), dando validez a los conocimientos previos de los estudiantes para poder lograr un aprendizaje significativo, así desde la corriente constructivista, se considera al individuo dentro de sus tres aspectos: cognitivo, social y afectivo, como una construcción propia que se va desarrollando a medida que interacciona socialmente entre otros factores, siendo así el conocimiento una construcción propia del ser humano.

### **5.2. Ideas Previas**

Las ideas previas son las concepciones no científicas que poseen los individuos, estas han sido producto de las explicaciones que ellos mismos les han dado a los fenómenos, de la interacción con otras personas, de la cultura, de la escuela y en general del mundo en el que se desenvuelve (Pozo, 1991, Bello, 2004, Tamayo, 2010).

“Las ideas previas son construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos y para brindar explicaciones, descripciones o predicciones. Son construcciones personales, pero, a la vez, son universales y muy resistentes al cambio; muchas veces persisten a pesar de largos años de instrucción escolarizada” (Bello, 2004).

En Tamayo et al., (2010) se expresa que “Las ideas previas las adquieren los estudiantes en contextos bien sea culturales, familiares, escolares o sociales, entre otros. Éstas no deben considerarse como ideas erróneas; por este motivo, es importante que el maestro entienda las ideas que tiene el estudiante, porque dichas ideas son diferentes de las establecidas por el conocimiento científico y hay que indagar su origen y planear nuevas estrategias para modificarlas”.



### **5.3. Representaciones Conceptuales.**

Las representaciones de los estudiantes, desempeñan un papel fundamental en el aprendizaje de los contenidos científicos escolares. Norman (1983), considera que “los modelos mentales de un individuo son limitados por factores tales como su conocimiento y su experiencia previa con sistemas semejantes así como por la propia estructura del sistema de procesamiento de información del ser humano”. Moreira y Greca (1996), plantean que los modelos mentales son “representaciones que las personas construyen idiosincrásicamente, para representar sistemas físicos (o estados de cosas más abstractas), los cuales no necesitan ser técnicamente precisos pero deben ser funcionales”, opuestos a los modelos conceptuales, que según los mismos autores son representaciones externas, compartidas por determinada comunidad y consistentes con el conocimiento que esa comunidad posee.

Es importante reconocer que tanto las representaciones o modelos mentales y conceptuales, como las concepciones alternativas de los estudiantes, permiten diagnosticar obstáculos a nivel de aprendizaje, favoreciendo el proceso de investigación en el ámbito educativo.

### **5.4. Obstáculos Epistemológicos.**

Brousseau citado por Malisani (1999) explica que “la noción de obstáculo está relacionada con la idea de aprendizaje por adaptación. Ciertos conocimientos del alumno están ligados a otros conocimientos anteriores que a menudo son provisorios, imprecisos y poco correctos”. Los obstáculos son las limitaciones o creencias que tiene una persona y que impiden que el conocimiento se adquiera de manera correcta. Castro et al. (2006) clasifican los obstáculos en tres grupos de acuerdo a su origen:

- Ontogénicos: son propios de cada persona. “Los obstáculos de origen ontogenético son los que sobrevienen del hecho de las limitaciones (neurofisiológicas, entre otras) del sujeto a un momento de su desarrollo: él desarrolla conocimientos apropiados a sus medios y a sus objetivos”.

- Didácticos: son derivados de la forma de enseñar. “Los obstáculos de origen didáctico son los que parecen no depender más que de una elección o de un proyecto de sistema educativo en la forma de presentar y gestionar la enseñanza”.
- Epistemológicos: conocimiento de la realidad. “Son los obstáculos ligados a la naturaleza del conocimiento mismo y que son propios de él, se repiten en la historia, muestran su persistencia y dificultad para evolucionar, es decir son los obstáculos en el sentido de Bachelard.

Mora (2002), resume y analiza los obstáculos epistemológicos de Bachelard:

1. La experiencia básica o conocimientos previos: son los conocimientos que cada individuo adquiere en su vida cotidiana.
2. El obstáculo verbal: cuando solo se hace uso de las palabras para explicar un concepto.
3. El conocimiento pragmático y utilitario: cuando se define algo, sólo por la utilidad que ofrece o por sus cualidades.
4. El conocimiento general: cuando se generaliza y se deja de lado aspectos esenciales.
5. El obstáculo animista: es la tendencia a pensar que los objetos, animales tienen alma.

Para Bachelard (1976), en la construcción de conceptos científicos el primer obstáculo es la experiencia básica o los conocimientos previos, es decir que los individuos antes de iniciar cualquier estudio, tienen ya un conjunto de ideas muy propias acerca de cómo y por qué las cosas son como son. Estas ideas o conocimientos previos pueden ejercer una potente influencia que puede limitar el proceso de aprendizaje. Esto carga de subjetividad las observaciones obteniéndose concepciones erróneas, pues se ven las cosas como realmente no son. La persona observa el hecho o el objeto, y trata de describirlo objetivamente, pero en este intento, tiende a relacionar la descripción con lo que ya ha visto, con lo que ya sabe, es decir, con la experiencia previa, por lo que comete errores. Al analizar la situación de los niños en la escuela, en relación con el proceso de aprendizaje de conceptos del área de ciencias, se observa que el niño al tratar de comprender un concepto y explicarlo, elabora construcciones personales con base en lo que ha observado a su alrededor, en su interacción cotidiana con el mundo y con las personas. Se forman así conocimientos o ideas previas que aunque suelen ser

incoherentes desde el punto de vista científico, le sirven al estudiante para comprender los conceptos estudiados.

Al contrario de considerar los obstáculos como un impedimento, son tomados como un reto conceptual, pues el error ocupa el centro mismo del acto de conocer (Astolfi, 1999) y “el objetivo del trabajo didáctico no es la superación del obstáculo, como esperamos siempre de alguna manera, sino más bien su identificación por parte del alumno, y el control vigilante que ejercerá a partir de entonces sobre el mismo” (Astolfi, 1999).

Dentro de este marco, el error constructivo tiene un lugar relevante ya que es parte constitutiva del mecanismo de producción de conocimientos. Este se produce cuando el sujeto no ha podido considerar todos los datos del problema y confrontarlos con sus propias teorías. El docente tratará de conocerlos, investigarlos y trabajar a partir de ellos para facilitar el cambio conceptual, puesto que el aprendizaje no es un proceso lineal, sino espiralado, cíclico, de obstáculos y resistencias contrastantes con el error.

### **5.5. Conceptos Estructurantes**

Un concepto estructurante es una construcción que transforma el sistema cognitivo, permitiendo adquirir nuevos conocimientos, organizar los datos de otra manera e incluso transformar los conocimientos anteriores” (Gagliardi, 1986). “Los conceptos estructurantes, una vez interiorizados transforman el sistema cognitivo y conducen a una nueva estructura conceptual que permite avanzar en el aprendizaje” (Gagliardi, 1986: 31).

“Cuando se aprende un concepto estructurante se producen cambios en la capacidad de aprendizaje, ya que es posible incorporar nueva información y forjar nuevos conocimientos. Simultáneamente, se desarrolla una nueva capacidad para observar el mundo” (Gagliardi, 1995:72). Una vez que han sido construidos por los alumnos determinan la transformación de su sistema de conceptos, favoreciendo con ello su aprendizaje. En el fondo los conceptos estructurantes permiten superar los obstáculos epistemológicos (Bachelard, 2007).

Así mismo, la historia y la filosofía de las ciencias, nos permiten argumentar que un concepto no se agota solamente en la definición; un concepto es producto de todo un proceso dialéctico basado en el descubrimiento, en la búsqueda de nueva información; es una construcción colectiva que parte de la formulación de una pregunta, la cual sintetiza un problema de la vida cotidiana (Kuhn, 1992). Con relación al problema, Zambrano (2000) sustenta que éste se encuentra inmerso en una teoría, es decir, el problema (anomalía) se detecta u observa dentro de una teoría o paradigma existente bajo el cual se inicia un proceso de la estructuración del concepto. Si se estudia el concepto como proceso y no como simple definición, se puede iniciar un trabajo desde el aula de clases.

Los conceptos estructurantes, es posible articularlos a través del desarrollo de unidades didácticas, lo que permite interiorizarlos significativamente y enlazarlos con el desarrollo de actitudes hacia la Ciencia y su implementación práctica en el aula.

## **5.6. Unidad Didáctica.**

Escamilla (1992), define la unidad didáctica como: “una forma de planificar el proceso de enseñanza y aprendizaje alrededor de un elemento de contenido que se convierte en eje integrador del proceso, aportándole consistencia y significatividad. Esta forma de organizar conocimientos y experiencias debe considerar la diversidad de elementos que contextualizan el proceso (nivel de desarrollo del alumno, medio sociocultural y familiar, proyecto curricular, recursos disponibles) para regular la práctica de los contenidos, seleccionar los objetivos básicos que pretende conseguir, las pautas metodológicas con las que trabajará, las experiencias de enseñanza- aprendizaje necesarias para perfeccionar dicho proceso”.

Para Tamayo et al., (2010) la indagación de las ideas previas de los estudiantes, es importante para la planificación de la unidad didáctica por las siguientes razones:

- Permite un procedimiento más cooperativo dado que, a través de la exploración de las ideas previas, el docente con la participación activa del estudiante, obtiene una información de

los aspectos del conocimiento científico y del conocimiento común, relevantes para los estudiantes tendiente a lograr el dominio de la especialidad objeto de estudio.

- Proporciona los contenidos que forman parte de las ideas iniciales de los estudiantes, sobre los cuales el docente realiza un proceso de evaluación a través de la enseñanza, porque al comparar las ideas previas de los estudiantes, con las recientemente adquiridas mediante un aprendizaje científico, puede medirse el grado de evolución conceptual obtenido en el proceso de enseñanza.
- Remite a una idea compleja de la enseñanza, porque en el proceso de enseñanza y aprendizaje participan varias entidades: los modelos mentales–individuales de los estudiantes, los modelos mentales–colectivos de éstos (el imaginario de la comunidad académica del aula), el conocimiento especializado del docente y el estado del conocimiento de la ciencia. Todos estos factores facilitan la comprensión de los fenómenos de la realidad aproximados a los modelos expresados y validados por las comunidades científicas.

La unidad didáctica propuesta por Sánchez y Valcárcel citado por Campanario y Moya (1999) cuenta con cinco componentes, que son:

- Análisis científico: la estructuración de los contenidos de enseñanza y la actualización científica, derivada del proceso de consulta y reflexión sobre el propio conocimiento incluido en la unidad didáctica, debe integrar el conocimiento científico (conceptual, actitudinal y procedimental) y las estrategias de aprendizaje que se adopten.
- Análisis didáctico: se debe centrar en la capacidad cognitiva del estudiante, para determinar lo que es capaz de hacer y aprender en cualquier situación. Se debe considerar como indicadores de la capacidad cognitiva del estudiante: sus conocimientos previos sobre el tema y el nivel del desarrollo operatorio donde se encuentran los estudiantes, en relación con las habilidades científicas necesarias para la comprensión de la Ciencia.
- Selección de objetivos: se debe reflexionar sobre los aprendizajes que se desea favorecer en los estudiantes tras el análisis científico y didáctico, contemplando los contenidos

científicos que se quieren trabajar en el aula y las experiencias previas y posibles dificultades de aprendizaje de los estudiantes.

- Selección de estrategias didácticas: las cuales deben ser eficaces para el logro de los objetivos propuestos. Se deben diferenciar los planteamientos metodológicos, la secuencia de enseñanza, las actividades de enseñanza y los materiales de aprendizaje.
- Selección de estrategias de evaluación: se debe considerar no con carácter restrictivo de valoración al final del proceso, sino con carácter formativo, siendo por tanto su función la de favorecer dichos aprendizajes: ayudar para seguir avanzando y rectificar si es necesario, mostrándole la utilidad que dicha valoración puede tener para el futuro o en sí misma. En cuanto a los aprendizajes de los estudiantes, la función formativa de la evaluación hace necesario que incluya: a) conocimientos e ideas previas de los estudiantes, b) los progresos en la construcción de conocimientos y del cambio conceptual que llevan a cabo los mismos, y c) los conocimientos científicos adquiridos (conceptuales, procedimentales y actitudinales). Sin embargo, se propone centrar la atención en las actividades seleccionadas y los materiales de trabajo utilizados, puesto que es donde se concreta más directamente lo que el profesor piensa hacer en el aula, lo cual sirve para revisar, y si es el caso modificar aspectos concretos del diseño realizado.

La valoración requiere adoptar criterios que permitan obtener información sobre la adecuación de actividades y materiales a los objetivos que se pretenden alcanzar con los estudiantes. La motivación e interés que genera en los estudiantes, la complejidad de ejecución, la participación de los alumnos, la adecuación al tiempo previsto, el logro de objetivos... pueden ser criterios adecuados para valorar las actividades de enseñanza. La comprensión de la información por el estudiante, el nivel de autonomía en el trabajo en equipo, la funcionalidad y rentabilidad de los materiales, la capacidad dinamizadora del trabajo individual o en grupo... pueden ser criterios adecuados para valorar los materiales de aprendizaje.

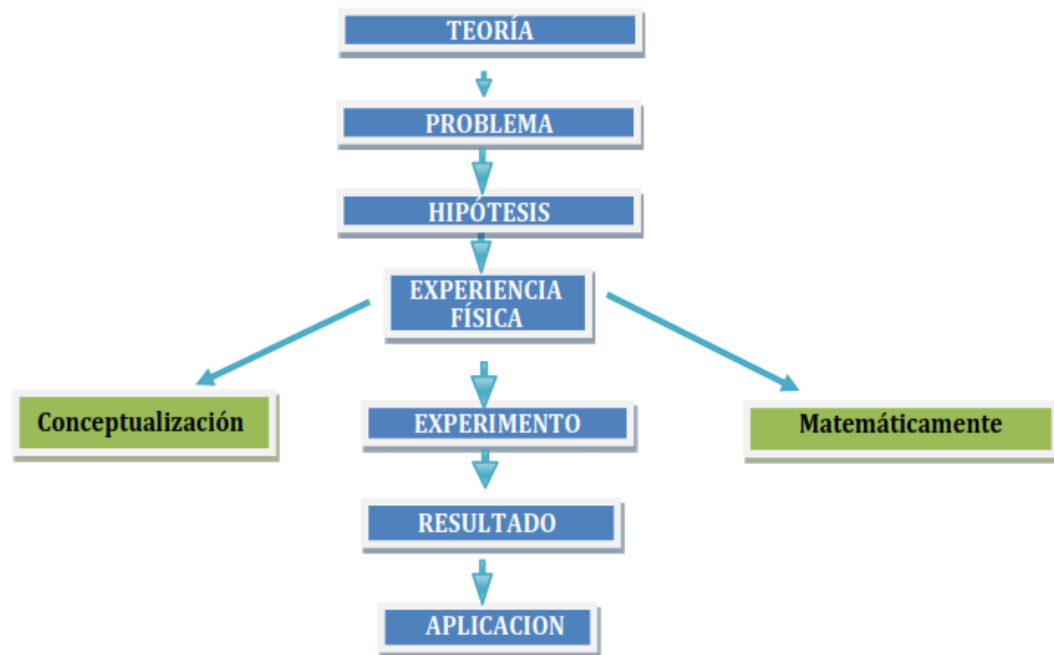
Como síntesis final, la Unidad Didáctica en este trabajo se diseñó siguiendo una secuencia y organización de contenidos, se elaboró con base en las ideas previas de los estudiantes, en los modelos conceptuales encontrados; se plantearon los objetivos que se desean alcanzar, se

establecieron actividades a realizar y se llevaron a cabo procesos metacognitivos, uso adecuado del lenguaje y la evaluación, como proceso de regulación, con el fin de alcanzar los aprendizajes esperados en los estudiantes.

### **5.7. Estructura del concepto en Ciencias (Zambrano, 2000).**

El conocimiento científico es el que corresponde al mundo conceptual propio de una ciencia, permitiendo al hombre interpretar, explicar, vivir y pensar el mundo de la vida. Mundo conceptual referido a los problemas, teorías, métodos experimentales para resolverlos, resultados obtenidos, es decir sus conceptos, fórmulas, constantes, leyes y su aplicación correspondiente al mundo de la vida. Los conceptos no están aislados, pertenecen a un sistema de conceptos entre los cuales hay orden, jerarquía, relaciones, hechos y métodos para construirlos. En el mundo conceptual de las ciencias, las disciplinas, es la forma particular como ellas se presentan. Mediante el conocimiento científico el niño se apropia de una relativa ordenación de la realidad social, de ciertas nomenclaturas que le permiten clasificar y jerarquizar algunos conceptos explicativos para orientarse en una determinada comprensión del mundo. Pero el concepto no se agota en la definición, sino que lo estructura un proceso dialéctico basado en el descubrimiento, como construcción colectiva problematizadora de la vida cotidiana. A lo largo del proceso, se van formulando resultados que se expresan en principios, leyes y postulados que dan origen a las teorías o modelos explicativos de la ciencia y mostrados en textos escolares como definiciones (conocimiento científico escolarizado). Su éxito consiste en aplicarlos en la vida cotidiana. Rivera (2011, p.34)

Según Zambrano (2000), el concepto es visto como una construcción desde la historia a la luz de la epistemología de las ciencias, definiendo un problema que se inscribe en una teoría, que a través de la lógica de la experiencia, la lógica conceptual, la lógica matemática y la lógica teórica, originan una red conceptual de relaciones, luego evaluadas y aplicadas. (Ver figura 1)

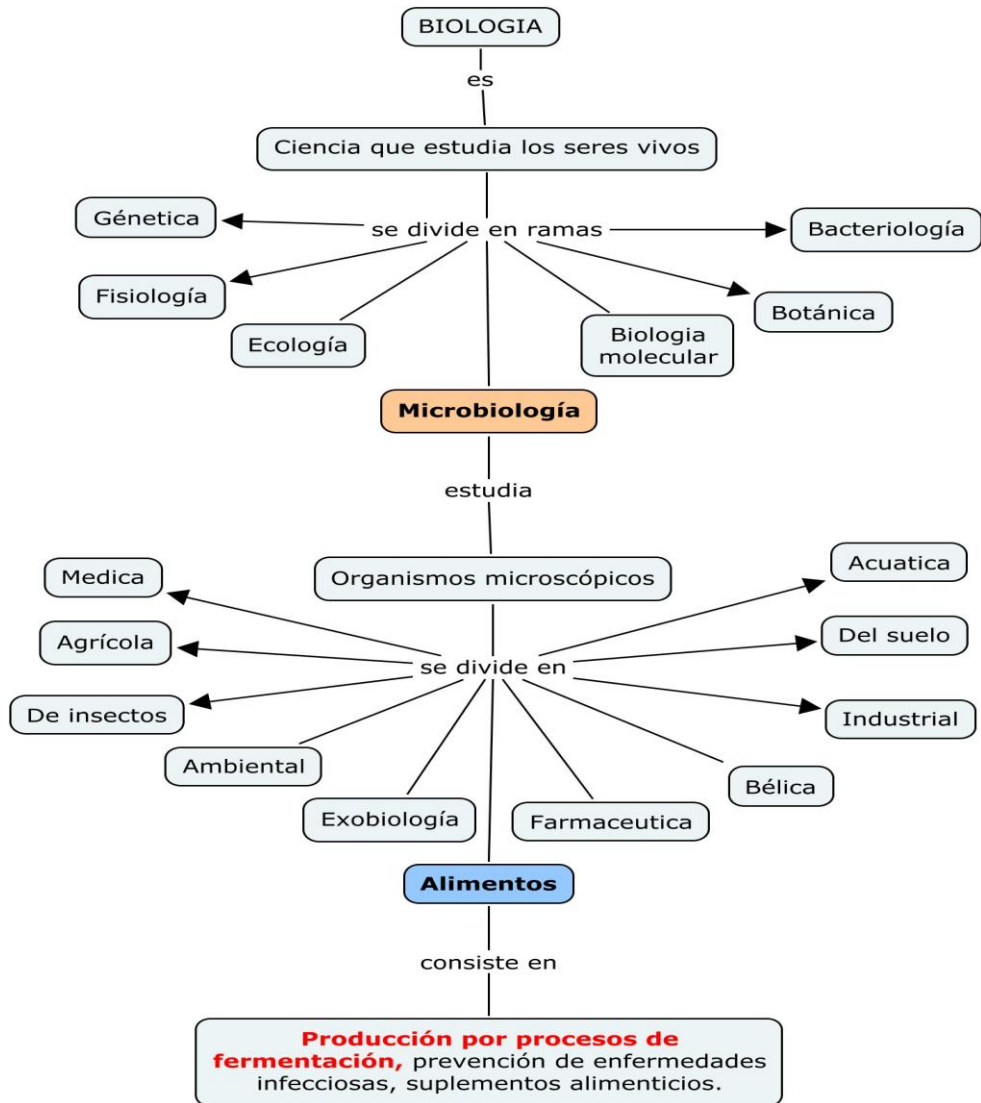


**Figura 1. Estructura del concepto en ciencias naturales. Zambrano (2000), citado por Rivera (2011, p.32).**

### **5.8. Sobre el concepto fermentación**

Teniendo en cuenta que la fermentación se ubica como concepto dentro de la biología, específicamente en la unidad de microbiología, que estudia los microorganismos unicelulares, como bacterias y levaduras, es necesario conocer algunos conceptos básicos como: Ser vivo- Célula- Microorganismo- Bacteria- Levadura- Respiración- Metabolismo- Nutrición. En la revisión del plan de estudios de primaria y secundaria (grados sexto, séptimo y octavo), se resaltan algunos de estos conceptos. En la siguiente figura se ubica el concepto de “fermentación” dentro de la biología. (Ver figura 2).

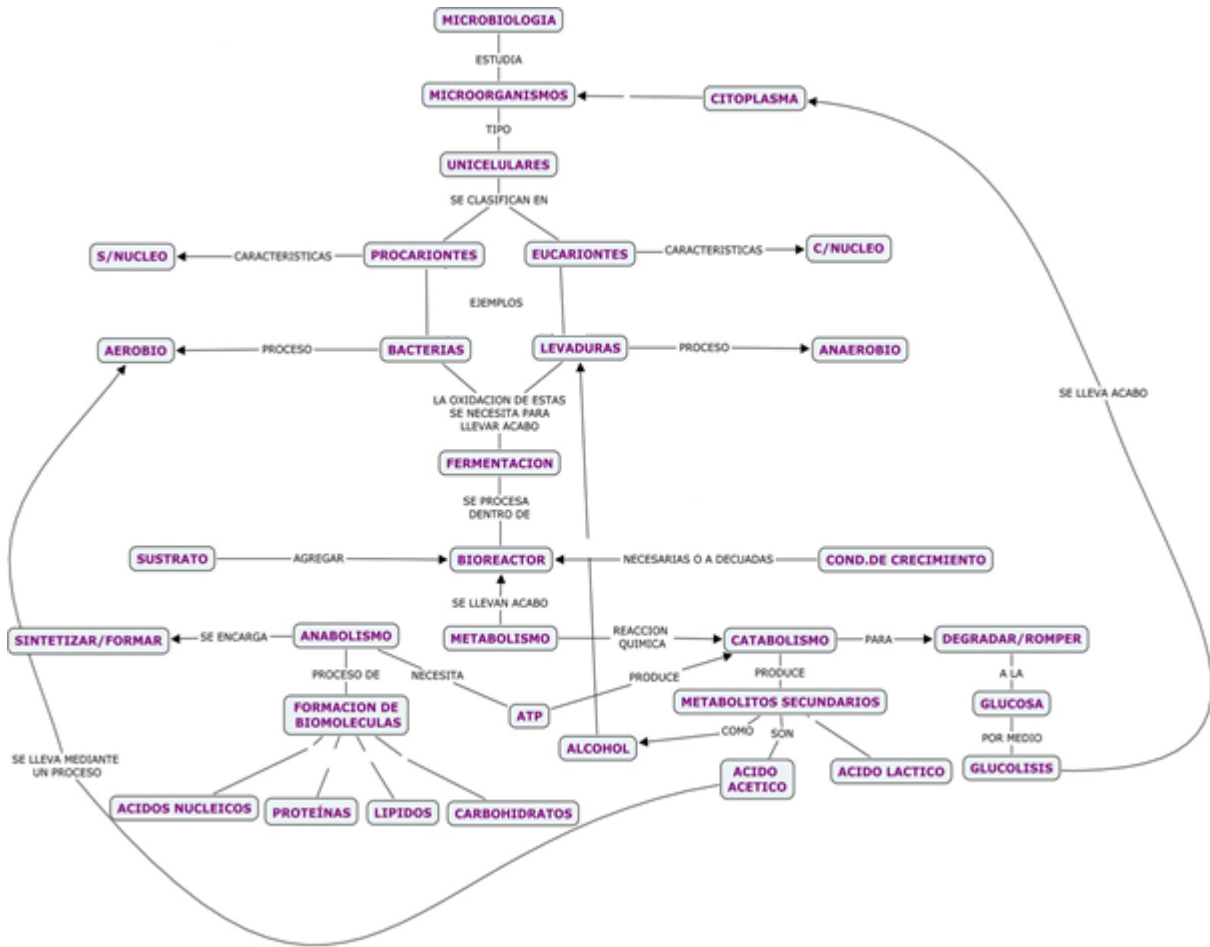




**Figura 2. La fermentación como proceso biológico. Elaboración propia.**

Igualmente, conocer el proceso biológico de la fermentación es fundamental para la comprensión de conocimientos posteriores en metabolismo, utilización del ATP y producción de metabolitos secundarios en los niveles superiores de educación media.

Apoyándose en la comprensión de concepto estructurante (Gagliardi, 1986), se presenta el siguiente diagrama que ubica el concepto fermentación como parte central de un proceso de transformación. (Ver figura 3)



**Figura 3. Mapa conceptual de la fermentación.** Tomado de <http://mapa-fermentacion-equipob.blogspot.com.co/2011/06/dentro-de-la-microbiologia-encontramos.html>

Tradicionalmente se ha utilizado la palabra fermentación en microbiología para describir los procesos de cultivo de microorganismos con propósitos industriales. Desde el punto de vista bioquímico un proceso de fermentación que se realiza a partir de la oxidación de sustratos realizado por bacterias y levaduras. Dichos microorganismos se clasifican en procariontes es decir células sin núcleo (bacterias) y eucariontes células con un núcleo definido (levaduras) a partir de procesos en los que puede o no intervenir el oxígeno, utilizando un sustrato y en unas condiciones de crecimiento como un proceso metabólico de catabolismo que busca degradar o romper el sustrato (glucosa) por medio de la glucólisis. De ahí que se generen productos o metabolitos secundarios (alcohol, ácido acético, ácido láctico) y en el que se utiliza energía en forma de ATP.

Otra reacción que ocurre es el anabolismo, encargado de utilizar esa energía liberada para recomponer enlaces químicos y construir componentes de las células (formación de biomoléculas) como lo son las proteínas y los ácidos nucleicos.

Se relaciona la estructura descrita por Zambrano (2000), con el concepto “fermentación” como construcción histórica y epistemológica, aunque, ha sido definida como un proceso bioquímico que opera mediante la acción de microorganismos sobre elementos orgánicos, es ésta una parte de la estructura conceptual, es importante retomar la importancia de la construcción que a través de la historia trae consigo el conocimiento científico, el cual debe ser abordado de forma específica.

En este sentido, para poder diseñar una Unidad Didáctica para el aprendizaje de la fermentación, es necesario explorar desde la historia dónde se enmarca el concepto para identificar los problemas, paradigmas, procesos experimentales, debates, hipótesis y resultados que en las distintas épocas se obtuvieron para contar con lo que hoy sabemos sobre fermentación.

## CAPITULO VI. METODOLOGÍA

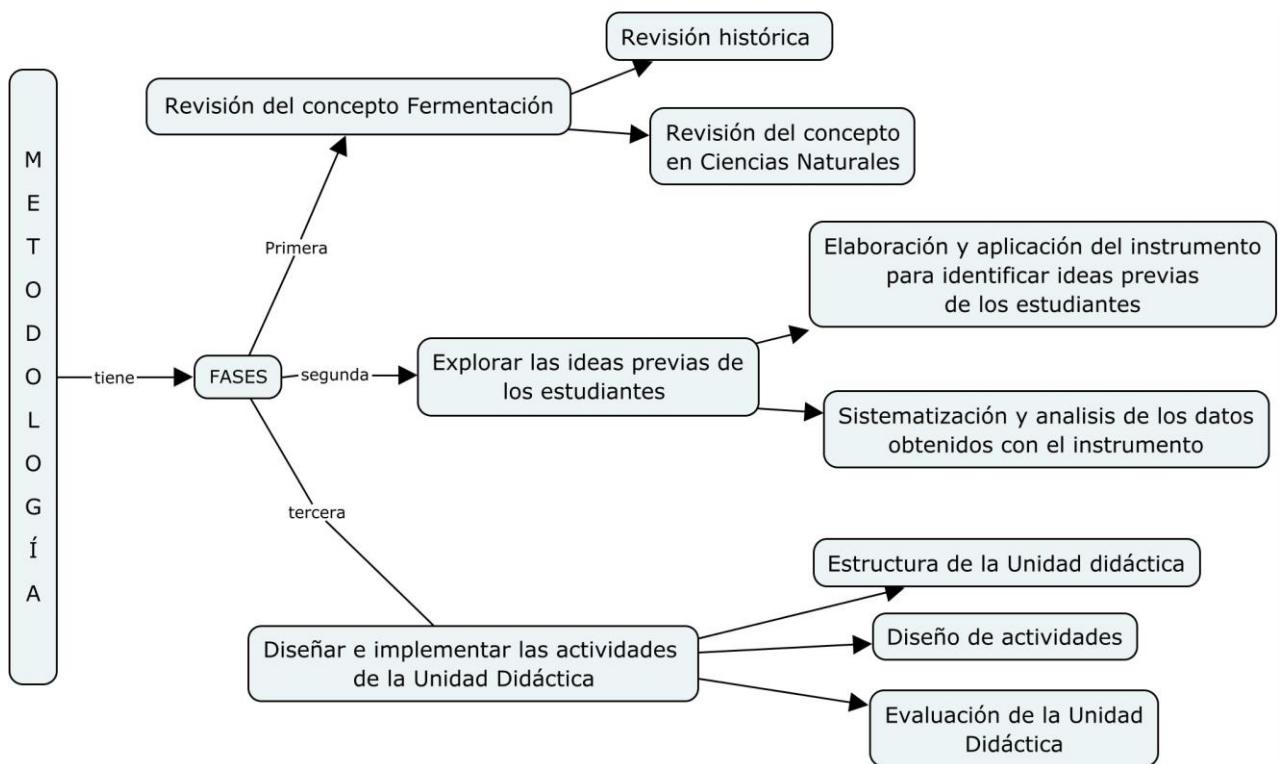
Teniendo en cuenta que ésta investigación buscó dar respuesta a la pregunta: **¿Cómo a partir de una Unidad Didáctica se puede afianzar el proceso de aprendizaje del concepto fermentación en estudiantes de grado octavo de educación básica secundaria?**, se abordó por medio de una investigación de tipo cualitativo a través de la Investigación Acción Pedagógica, que busca transformar la práctica a través de la reflexión sobre un área problemática, la planeación y ejecución de acciones alternativas para afianzar la situación problemática, y la evaluación de resultados. Restrepo (2004).

La unidad de análisis se conformó por 12 estudiantes de grado octavo y se integraron 10 estudiantes adicionales de grado noveno de la Institución Educativa Alfonso Córdoba, del municipio de Rosas Cauca, se realizó la misma actividad con estudiantes de los mismos niveles educativos de otra institución, lo que permitió posteriormente realizar una descripción de las ideas encontradas. En el capítulo VII, se describen ampliamente los resultados y análisis de resultados.

En la figura 4, se pueden observar los pasos para abordar el problema de investigación y los propósitos planteados.

1. **Construcción del concepto “fermentación”**. La revisión bibliográfica permitió conocer el proceso que llevó a establecer la definición que hoy existe sobre fermentación y definir los elementos centrales de análisis.
2. **Las ideas previas que los estudiantes de grado octavo y noveno poseen sobre el concepto “fermentación”**. Se exploró el conocimiento del estudiante utilizando una técnica de investigación cualitativa como es el cuestionario con preguntas abiertas y cerradas, que permitió explorar las ideas previas de los estudiantes en torno al concepto fermentación y así analizar y relacionar la información obtenida con los antecedentes referenciados sobre este concepto.

- 3. Planificación e implementación de las actividades de la Unidad Didáctica con los estudiantes de grado 8°.** Para su planificación se tuvo en cuenta los resultados de las anteriores etapas, además de las herramientas que otorga la didáctica, para abordar de manera diferente la enseñanza del concepto “fermentación”. La unidad didáctica se describirá en el capítulo VII de Resultados y Análisis de Resultados.
- 4. Conclusiones y recomendaciones del proceso construido.** Teniendo en cuenta las anteriores etapas, se realizaron las conclusiones y recomendaciones descritas en el capítulo VIII.



**Figura 4. Etapas del diseño metodológico. Construcción propia.**

## CAPITULO VII. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el siguiente capítulo se encuentran los resultados con su respectivo análisis, correspondiente a las etapas planeadas en la metodología, para resolver la pregunta: **¿Cómo a partir de una Unidad Didáctica se puede afianzar el proceso de aprendizaje del concepto fermentación en estudiantes de grado octavo de educación básica secundaria?**

### 7.1. CONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO “FERMENTACIÓN”

A continuación, se presenta una revisión histórica acerca de la construcción del concepto fermentación, puesto que desde épocas primitivas este concepto es considerado como el proceso de obtención de energía más antiguo y así mismo a través de los tiempos su forma de concepción como su evolución ha influido en el desarrollo de diferentes procesos químicos, físicos y biológicos.

Sobre esa base se considera que, dadas las condiciones de la tierra primitiva, en la que no existía oxígeno libre y donde los rayos del sol no llegaban a la superficie terrestre, los primeros organismos solo podían obtener la energía de los compuestos orgánicos mediante la fermentación.

A través del recorrido histórico de la humanidad se comprueba el uso por parte de los humanos de métodos y procesos para su beneficio, utilizados por milenios sin saber específicamente como se producían, es el caso de la fermentación.

La microbiología es “la ciencia que trata de los organismos cuyo tamaño es demasiado pequeño para ser observados a simple vista”<sup>1</sup> es intelectualmente corta y puramente metodológica. Muchos descubrimientos importantes son a veces puramente accidentales y tienen lugar cuando se trabaja en áreas muy alejadas de aquella en la que se está investigando.

---

<sup>1</sup> LA MICROBIOLOGÍA COMO CIENCIA. Basado en “Biology of the Prokaryotes” (1999). Lengeler, J.W.; Drews, G. and Schlegel, H.G. Blackwell Science.

E. Buchner (1897) descubrió la fermentación en extractos de levadura haciendo estudios inmunológicos, por tanto, el azar ha intervenido en el papel de la investigación en general, y en la microbiología en particular. Muchos descubrimientos se llevan a cabo en varios sitios diferentes y no relacionados, y muchos investigadores individuales cooperaron en la solución de un mismo problema.

La fermentación, como rama de la microbiología, en su desarrollo tardío y accidentado, marcado por las ideologías predominantes en cada época histórica, trasladando su conceptualización por muchos ámbitos y fenómenos, observados y experimentados por varios científicos quienes con sus aportes, permitieron avanzar hasta el siglo XIX, época de grandes descubrimientos que facilitaron la comprensión de dicho fenómeno.

Evidentemente existen textos muy antiguos, correspondientes a gravados cuneiformes en tablillas de arcilla halladas durante excavaciones arqueológicas en estas regiones del Oriente Próximo, que contienen descripciones de la elaboración de diferentes variedades de vino y cerveza a partir de cultivos de vid y cereales hace más de 3.000 a.C.

Posteriormente, la cultura egipcia aplicó la fermentación a la elaboración del pan, que era obtenido a partir de cebada o trigo. Así mismo promovieron el consumo de la cerveza y el vino, evidenciados en representaciones en paredes de tumbas y en textos escritos en papiros, en los que incluso aparecen alusiones a las desagradables consecuencias de la embriaguez.

Pero ninguna civilización fue consciente de que los causantes de la fermentación eran organismos vivos, concretamente los hongos microscópicos a los que hoy nos referimos como levaduras. Sin embargo, este desconocimiento es entendible ya que la observación de levaduras no fue posible hasta la invención del microscopio moderno. Fue el químico francés Louis Pasteur quien observó por primera vez lo que ocurría durante el proceso de la fermentación alcohólica del vino con la ayuda de un microscopio y descubrió que en él intervenían organismos vivos y que, por lo tanto no se trataba de un proceso meramente químico como se venía pensando hasta entonces.

Gracias a este descubrimiento y a posteriores investigaciones bioquímicas hoy sabemos que tanto el pan como el vino y la cerveza se obtienen de la fermentación llevada a cabo por la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y que consiste en la oxidación incompleta y en condiciones anaeróbicas (en ausencia de oxígeno) de ciertos compuestos (generalmente carbohidratos), obteniéndose un producto final.

En el caso del pan la levadura, gracias a determinadas enzimas, descompone los azúcares presentes en la harina de cereales (generalmente trigo) obteniéndose alcohol etílico y dióxido de carbono en forma de burbujas, quedando este último atrapado por el gluten de la harina lo que provoca que el pan se hinche y adquiera su característica textura esponjosa. Para las bebidas alcohólicas el proceso es similar obteniéndose vino a partir del mosto y cerveza a partir de la cebada.

Actualmente, gracias al conocimiento de las bases bioquímicas tras la fermentación, la fabricación de estos productos es explotada a nivel industrial en todo el mundo. Sin embargo, mucho tiempo atrás, algún sumerio descubrió por casualidad los beneficios de este proceso y los dio a conocer. Esta casualidad ha permitido a la humanidad disfrutar de uno de los alimentos más comunes y de las bebidas alcohólicas durante miles de años sin saber siquiera de la existencia de sus responsables, las levaduras.

### **La fermentación de la levadura y la fabricación de cerveza y vino (Alba y Segal, 2010)**

Las bebidas fermentadas son elaboraciones humanas de diferentes culturas, que a través de la historia por medio del sistema ensayo, error, observación, iniciaron a producir.

En Asia, durante el período védico (alrededor de 1700-1100 ac), y los griegos, celtas, sajones y vikingos produjeron “mead” o vino de miel. En Egipto, Babilonia, Roma, y China, las culturas iniciaron a producir vino a partir de uvas y cerveza de malta de cebada. En América del Sur, las comunidades indígenas preparaban chicha de granos o frutos, principalmente maíz; mientras que en América del Norte, produjeron “*octli*” (ahora conocido como "pulque") a partir de agave, un tipo de cactus (Godoy, 2003).



Hasta ese momento, las personas conocían por ejemplo que luego de depositar frutas y cereales en recipientes tapados mucho tiempo, obtendrían vino y cerveza, pero no comprendían el funcionamiento. El proceso de fermentación proviene de la palabra latina *fervere*, que significa "hervir". Se dio por la observación de las mezclas de uvas trituradas y su producción de burbujas, como si estuvieran hirviendo. La producción de bebidas fermentadas era complicada. Si la mezcla no se mantenía el tiempo suficiente, el producto no generaría alcohol; pero si se dejaba demasiado tiempo, la mezcla se descomponía y era imbebible. A través de la observación empírica, la gente aprendió que la temperatura y la exposición al aire son la clave para el proceso de fermentación.

Los productores de vino utilizan tradicionalmente sus pies para suavizar y moler las uvas antes de dejar reposar la mezcla en cubos. De este modo, se transfieren los microorganismos de sus pies a la mezcla. En ese momento, nadie sabía que el alcohol producido durante la fermentación era producto de estos microorganismos. Tomó varios cientos de años antes de que los lentes de calidad y microscopios revolucionaron la ciencia y permitiera a los investigadores observar estos microorganismos.

### **La levadura y la fermentación**

En el siglo XVII, un comerciante holandés llamado Antoni van Leeuwenhoek desarrolló lentes de alta calidad y pudo observar la levadura por primera vez. Leeuwenhoek descubrió la levadura como glóbulos flotando en un fluido, pero pensó que no eran más que partículas de almidón del grano del que se preparó el mosto (líquido que se obtiene a partir de la elaboración de la cerveza de whisky y cerveza). En ese momento, nadie creía que la levadura estuviera viva; puesto que estos microorganismos fueron vistos como agentes químicos simples requeridos para la fermentación.

En los siglos XVIII y XIX, los químicos trabajaron duro para descifrar la naturaleza de la fermentación alcohólica a través de la química analítica y la nomenclatura química. En 1789, el químico francés Antoine Lavoisier estaba trabajando en cuestiones teóricas básicas sobre las transformaciones de sustancias. En su búsqueda, decidió utilizar los azúcares para sus

experimentos, y en el uso de los estudios cuantitativos, aprendió que los azúcares se componen de una mezcla de hidrógeno, carbón vegetal (de carbono), y oxígeno.

Lavoisier también estaba interesado en el análisis del mecanismo por el cual la caña de azúcar se transforma en alcohol y dióxido de carbono durante la fermentación. Calculó las proporciones de azúcares y agua al principio de la reacción química y los comparó con las proporciones de alcohol y dióxido de carbonos obtenidos al final. Para la reacción alcohólica añadió pasta de levadura (o "fermento", como se le llamaba). Llegó a la conclusión de que los azúcares se descomponen a través de dos vías químicas: dos tercios de los azúcares se reducen para formar el alcohol, y la otra tercera parte se oxida para formar dióxido de carbono (el origen de las burbujas observadas durante la fermentación). Lavoisier, de acuerdo con su "principio de conservación de masa", predijo que si se combinaba el alcohol y el dióxido de carbono en las proporciones adecuadas, el producto resultante sería de azúcar. El experimento proporcionó una visión clara de las reacciones químicas básicas necesarias para producir alcohol. Sin embargo, seguía la indagación acerca de la acción de la levadura en la reacción.

En 1815 el químico francés Joseph-Louis Gay-Lussac hizo algunas observaciones interesantes acerca de la levadura. Gay-Lussac estaba experimentando con un método desarrollado por Nicolas Appert, para evitar la putrefacción de alimentos perecederos. Gay-Lussac se interesó en usar el método para mantener el mosto de jugo de uva sin fermentar por un tiempo indefinido. El método consistía en la ebullición del mosto en un recipiente, posteriormente el cierre hermético del recipiente con el fluido en ebullición para evitar la exposición al aire. Con este método, el zumo de uva no fermentado se mantuvo durante largos períodos, siempre que el recipiente se mantuviera cerrado. Sin embargo, si la levadura se introducía en el mosto después de que el líquido hubiese enfriado, el mosto comenzaría a fermentar. Ya no había duda de que la levadura era indispensable para la fermentación alcohólica. Pero, ¿qué papel jugaba en el proceso?

La naturaleza de la levadura se comprendió mejor con el desarrollo de microscopios más potentes. En 1835, Charles Cagniard de la Tour, un inventor francés, observó que durante la fermentación alcohólica las levaduras se multiplican por gemación. Su observación confirmó

que las levaduras son organismos unicelulares y sugirió que estaban estrechamente relacionados con el proceso de fermentación. Casi al mismo tiempo, Theodor Schwann, Friedrich Kützing, y Christian Erxleben llegaron a la conclusión de forma independiente que "los glóbulos o corpúsculos que flotaban tan densamente eran organismos vivos (Barnett, 1998). El reconocimiento de la levadura como entidades vivientes y residuos orgánicos no sólo cambia la idea predominante de que la fermentación era más que un proceso químico. Este descubrimiento abrió el camino para entender el papel de la levadura en la fermentación.

### **Pasteur demuestra el papel de la levadura en la fermentación**

A finales del siglo XIX, Eduard Buchner había demostrado que la fermentación podría ocurrir en los extractos de células de levadura libres, por lo que era posible el estudio de la bioquímica de la fermentación in vitro. Se prepararon extractos de células libres mediante trituración de las células de levadura con un mortero. La mezcla húmeda resultante se somete a una prensa para obtener un "jugo" al que se añade azúcar. Al estudiar los extractos de células libres, Buchner detecta zimasa, el constituyente activo de los extractos que lleva a cabo la fermentación. Se dio cuenta de que las reacciones químicas responsables de la fermentación se estaban produciendo en el interior de la levadura. Hoy los investigadores saben que zymase es una colección de enzimas (proteínas que promueven reacciones químicas). Las enzimas son parte de la maquinaria celular, y todas las reacciones químicas que ocurren dentro de las células son catalizadas y moduladas por enzimas. Por sus descubrimientos, Buchner fue galardonado con el Premio Nobel de Química en 1907 (Barnett 2000; Barnett y Lichtenthaler 2001; Enciclopedia Británica de 2010).

Alrededor de 1929, Karl Lohmann, Yellapragada Subbarao, y Cyrus Friske descubrieron independientemente una molécula esencial llamada trifosfato de adenosina (ATP) en los tejidos animales. ATP es una molécula versátil que es utilizada por las enzimas y otras proteínas en muchos procesos celulares. Se requiere para muchas reacciones químicas, tales como la degradación del azúcar y la fermentación (Voet y Voet 2004). En 1941, Fritz Albert Lipmann propuso que el ATP era la molécula principal de transferencia de energía en la célula.

## La descomposición del azúcar

La glucólisis - la vía metabólica que convierte la glucosa (un tipo de azúcar) en piruvato - es el primer paso importante de la fermentación o la respiración en las células. Se trata de una ruta metabólica antigua que probablemente se desarrolló hace unos 3,5 millones de años, cuando estaba disponible el oxígeno en el ambiente. La glucólisis se produce no sólo en los microorganismos, sino también todas las células vivas (Nelson y Cox, 2008).

Debido a su importancia, la glucólisis fue la primera vía metabólica determinada por los bioquímicos. Los científicos que estudian la glucólisis enfrentan un enorme desafío, ya que descubrieron cómo muchas reacciones químicas estaban involucradas, y el orden en que estas reacciones se llevaban a cabo. En la glucólisis, una sola molécula de glucosa (con seis átomos de carbono) se transforma en dos moléculas de ácido pirúvico (cada uno con tres átomos de carbono).

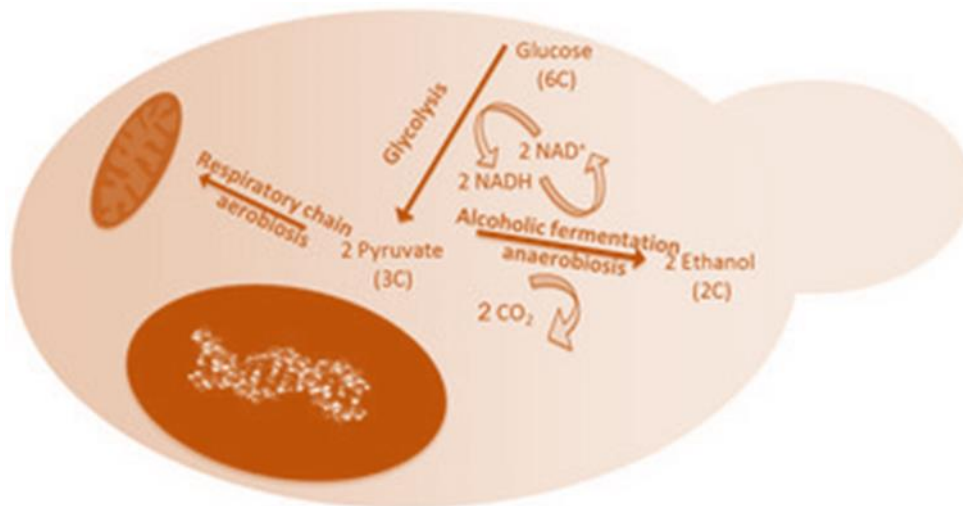
Con el fin de entender la glucólisis, los científicos iniciaron por analizar y purificar el componente lábil de extracto de células aisladas, el cual Buchner llama zimasa. También detectaron una molécula de bajo peso, estable al calor, llamada posteriormente cozymase. Usando análisis químicos, ellos aprendieron que la zimasa es un complejo de diversas enzimas; y la cozymase es una mezcla de ATP, ADP (difosfato de adenosina, una forma hidrolizada de ATP), metales, y coenzimas (sustancias que se combinan con las proteínas para hacerlas funcionales), tales como  $\text{NAD}^+$  (nicotinamidaadenina dinucleótido). Ambos componentes fueron necesarios para que ocurriera la fermentación.

La ruta glicolítica completa, la cual involucra una secuencia de diez reacciones químicas, fue elucidada alrededor de 1940. En la glucólisis, dos moléculas de ATP se producen por cada molécula rota de la glucosa. Durante la glucólisis, dos moléculas de ATP, son producidas por cada ruptura de una molécula de glucosa. Durante la glucólisis, ocurren dos reacciones de óxido-reducción. En una reacción redox, una molécula se oxida por la pérdida de electrones, mientras que la otra molécula se reduce por la ganancia de los electrones. Una molécula llamada NADH actúa como el portador de electrones en la glicólisis, y esta molécula puede ser reconstituida para asegurar la continuidad de la vía de la glicólisis.

## El proceso químico de fermentación

Como se mencionó anteriormente, la glucosa se convierte en ácido pirúvico durante la glucólisis. Cuando el oxígeno está disponible, ácido pirúvico entra en una serie de reacciones químicas (conocidos como el ciclo del ácido tricarboxílico) y procede a la cadena respiratoria. Como resultado de la respiración, las células producen 36-38 moléculas de ATP por cada molécula de glucosa oxidada.

En ausencia de oxígeno (condiciones anoxigénicas), ácido pirúvico puede seguir dos rutas diferentes, dependiendo del tipo de célula. Se puede convertir en etanol (alcohol) y dióxido de carbono a través de la vía de la fermentación alcohólica, o puede ser convertido en lactato a través de la vía de fermentación de ácido láctico. (Figura 5)



**Figura 5. Rutas metabólicas alternativas tras la glucólisis.** Una célula de levadura incipiente con las rutas metabólicas aeróbicas y anaeróbicas siguientes a la glucólisis. El núcleo (negro) y la mitocondria (roja) también se muestran. [www.nature.com](http://www.nature.com) (2010).

Desde el trabajo de Pasteur, varios tipos de microorganismos (incluyendo levaduras y algunas bacterias) se han utilizado para descomponer el ácido pirúvico para producir etanol en la producción de cerveza y vino. El otro subproducto de la fermentación, dióxido de carbono, se utiliza en la fabricación de pan y la producción de bebidas carbonatadas. Otros organismos vivos (tales como los seres humanos) metabolizan el ácido pirúvico en lactato porque carecen

de las enzimas necesarias para la producción de alcohol, y en los mamíferos el lactato se recicla en glucosa por el hígado (Voet y Voet 2004).

La creencia general era que el fermento era un compuesto químico, de naturaleza proteica, rico por tanto en nitrógeno, que se hacía activo en contacto con el aire. La idea de que el fermento era en realidad un ser vivo, es lo que quiso demostrar Pasteur, de modo que el término fermentación en la actualidad designa en su sentido más estricto a la reacción química efectuada por un ser vivo, productor de las enzimas adecuadas, sobre las sustancias químicas del medio en que vive.

Con relación a la construcción del concepto, se realizó una revisión bibliográfica, tal como se muestra en la figura 6.

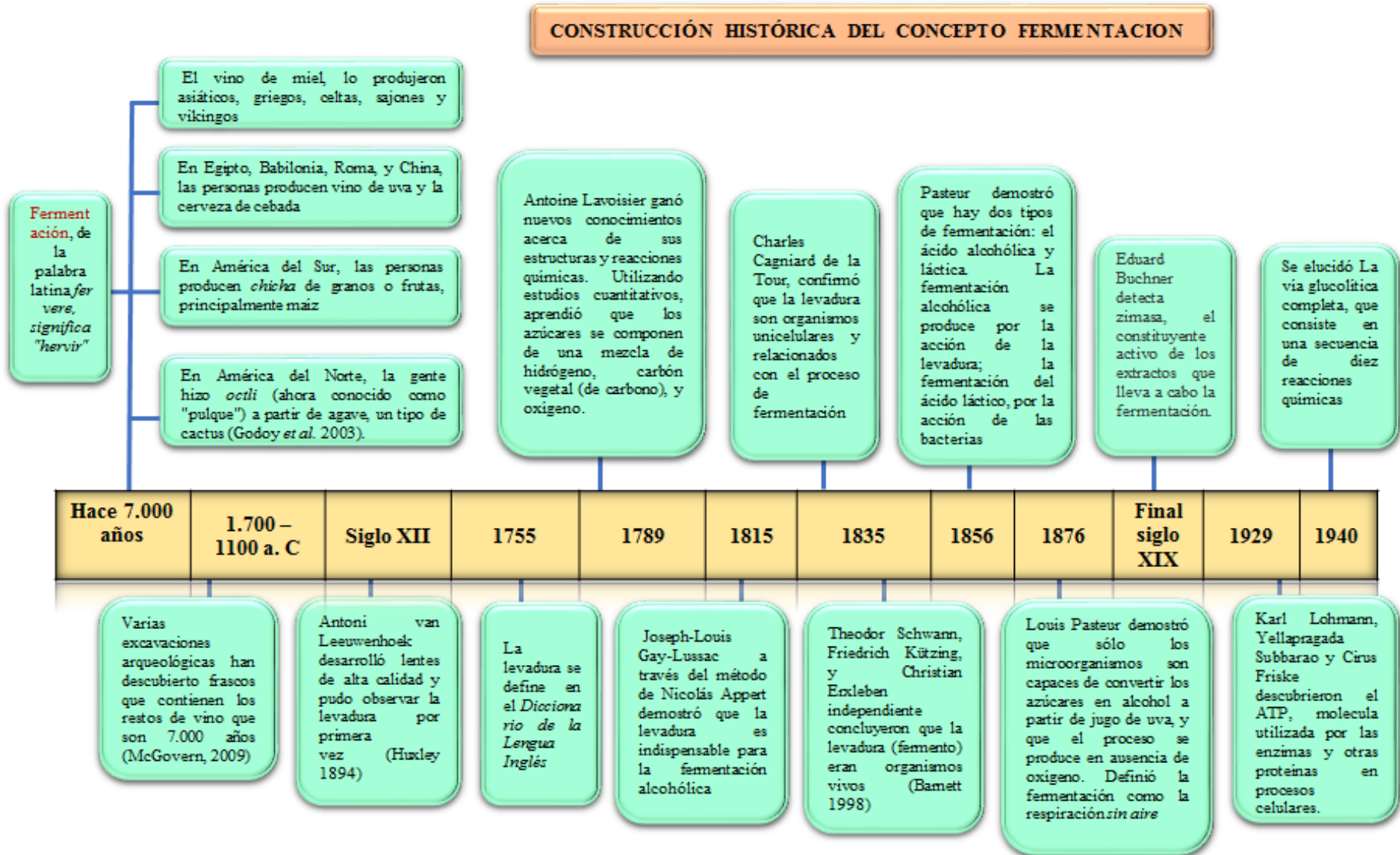


Figura 6. Desarrollo histórico del concepto fermentación. Construcción propia.

Así mismo, se complementó la construcción del concepto fermentación, con una síntesis tal como se presenta en la tabla 1.

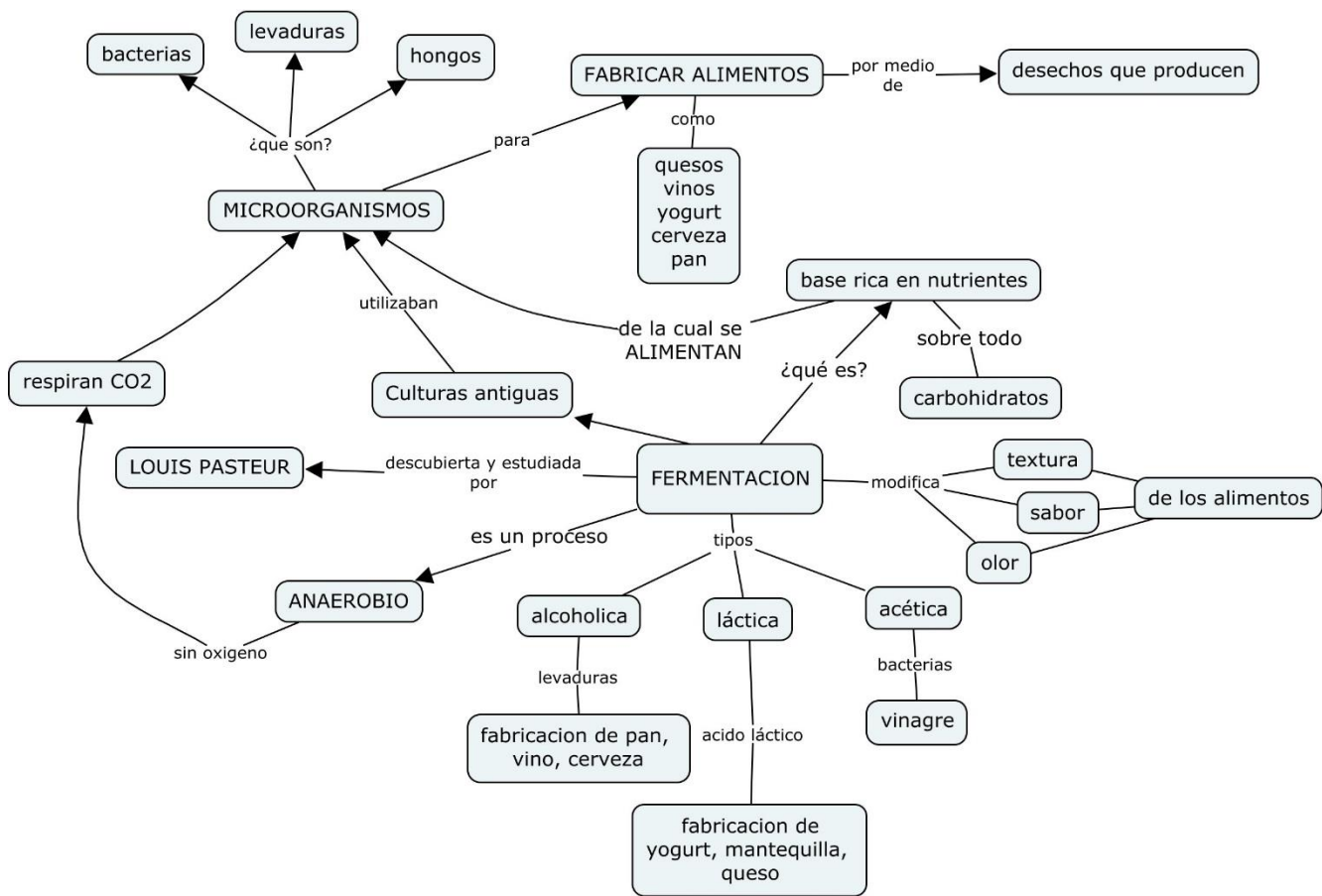
**Tabla 1. Síntesis del desarrollo histórico del concepto “fermentación. (Sáez, 2004).**

<b>La fermentación en diferentes periodos históricos</b>	<b>Concepciones sobre fermentación</b>
Renacimiento. <b>Edwar Jorden</b> (1569-1632)	La fermentación era interpretada como un proceso de producción de calor en ausencia de aire distinto de la combustión y de la calcinación.
Barroco. <b>Jean-Baptiste van Helmont</b> (1579-1644)	Con el uso constante de la balanza y la medición de las cantidades, concluyó que el humo natural de las combustiones o la efervescencia producida cuando fermentan las uvas, es un conjunto de sustancias distintas del aire a las que dio el nombre genérico de gas. Van Helmont estudió detenidamente el dióxido de carbono, que el designó como spiritus silvestris, el cual se desprende de las combustiones e identificó como el mismo gas que se produce en la fermentación alcohólica.
<b>Thomas Sydenham</b> (1624-1689)	Médico que consideró como causa remota de las enfermedades, las fermentaciones y putrefacciones de los líquidos ser humano.
<b>Franz de la Bøe</b> (1614-1672)	Medico holandés promotor de movimiento iatroquímico, expuso sus ideas fisiológicas en las que definió la fermentación como la disociación química de las mezclas, lenta y suave, producida en presencia de agua y calor moderado. La putrefacción la consideró una variante de la fermentación que se caracterizaba por el desprendimiento de olores.
<b>Thomas Willis</b> (1621-1675)	Sostuvo que la fermentación se presentaba tanto en materia viva como inorgánica, como el producto del movimiento de las partículas que componen los cuerpos, en tanto, la fermentación será mayor cuanto más distintas sean las partículas que componen un cuerpo, caso contrario cuando los cuerpos se componen por partículas iguales o semejante.
<b>Giovanni Fabbroni</b> (1752-1822)	En su libro <i>Del arte de hacer vino (Florenca, 1787)</i> planteó la posibilidad de fermentación en ausencia de aire o el carácter proteico de algunos fermentos.
<b>Nicolas Appert</b> (1750-1841)	Dedujo experimentalmente que el oxígeno está implicado en las fermentaciones. Indicó la posibilidad de conservar los alimentos en recipientes herméticamente cerrados y sometidos a la acción del calor, ignorando todavía lógicamente el papel de los microorganismos en la alteración de los alimentos.



<b>Antoine Lavoisier (1775)</b>	En cuanto a la nutrición vegetal, establece que los vegetales toman del aire, del agua y del reino mineral los materiales necesarios para su organización, que serán devueltos al medio por fermentación, putrefacción y combustión o respiración.
<b>Cagniard-Latour (1836)</b>	Dedujo que la levadura, que conlleva a la fermentación alcohólica, era una célula, por tanto, que la fermentación se realiza solamente en el interior de los seres vivos.
<b>Moritz Traube (1826-1894)</b>	Aseveró que los microorganismos contienen sustancias causantes de la descomposición de los compuestos orgánicos. Consideraba los fermentos como sustancias químicas relacionadas con las proteínas, y a la actividad enzimática como una propiedad de la proteína misma.
<b>Eduard Buchner (1860-1917)</b>	Descubrió casualmente que los ultrafiltrados de levadura previamente desintegrada conservaban la misma capacidad de fermentación que la levadura íntegra.
<b>Louis Pasteur (1822-1889)</b>	Demostó que la fermentación es debida a la presencia de microorganismos y junto con sus estudios de desinfección y esterilización, sirvió de base para el desarrollo de las técnicas de pasteurización. Aunque su convicción de que la levadura desempeñaba algún tipo de papel en el proceso de fermentación no era original, logró demostrar, gracias a sus anteriores trabajos sobre la especificidad química, que la producción de alcohol en la fermentación se debe a las levaduras y que la producción de sustancias (como el ácido láctico o el ácido acético) que agrian el vino se debe a la presencia de organismos vivos como las bacterias. La acidificación del vino y la cerveza había constituido un grave problema económico en Francia; Pasteur contribuyó a resolver el problema demostrando que era posible eliminar las bacterias calentando las soluciones azucaradas iniciales hasta una temperatura elevada.

La siguiente figura sintetiza aspectos importantes relacionados con la conceptualización de la fermentación:



**Figura 7. Conceptualización de la Fermentación. Elaboración propia.**

## **7.2. EXPLORACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS QUE LOS ESTUDIANTES DE GRADO OCTAVO POSEEN SOBRE EL CONCEPTO “FERMENTACIÓN”**

En la presente investigación “Unidad Didáctica para el aprendizaje del concepto fermentación”, se realizó un diagnóstico de las ideas que los estudiantes de grado octavo tienen sobre el concepto “fermentación” y el conocimiento relacionado con él, por esto es importante retomar la conceptualización de ideas previas, que según Bello (2004), son construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos y para brindar explicaciones, descripciones o predicciones. Para Brousseau (1986), ciertos conocimientos del alumno están ligados a otros conocimientos anteriores que a menudo son provisionarios, imprecisos y poco correctos. Los obstáculos son las limitaciones o creencias que tiene una persona y que impiden que el conocimiento no se adquiera de manera correcta.

Con la estructuración del concepto “fermentación” y la revisión de los antecedentes de investigación que fundamentan las ideas previas y los obstáculos epistemológicos, se procedió a elaborar el cuestionario de 4 preguntas, abiertas y cerradas con ilustraciones, orientadas a explorar en los estudiantes todas sus preconcepciones frente al concepto “fermentación”. De igual manera se procedió a diseñar un segundo cuestionario, aplicable a los estudiantes de grado noveno, con el que se pretendió verificar los conocimientos alcanzados al haber estudiado y tener nociones sobre el concepto en el año lectivo inmediatamente anterior, considerando que el plan de área fuese el mismo al cursar el grado octavo. Las respuestas quedaron registradas en los cuestionarios que desarrollaron.

La unidad de análisis se conformó por 12 estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Alfonso Córdoba (I.E.A.C) del municipio de Rosas Cauca, a quienes se les indagó acerca de las ideas previas que tienen sobre “fermentación”, además se indagó a 10 estudiantes más de grado noveno de la misma Institución, con el fin de determinar sobre los conocimientos posteriores al estudio del concepto.

Posteriormente, se realizó la misma actividad con estudiantes del mismo nivel educativo de una institución diferente, a la que se denominó I.E.L.C, con lo cual se pretendió verificar e identificar nuevas ideas frente a éste concepto.

Para el desarrollo de esta fase de la investigación se realizaron las siguientes actividades:

1. Elaboración del instrumento para la recolección de las ideas previas sobre “fermentación”, cuyos propósitos fueron identificar las ideas previas y el conocimiento relacionado con el concepto “fermentación tienen los estudiantes de grado octavo y grado noveno de la I.E.A.C y la I.E.L.C
2. Aplicación y análisis de la información obtenida con el instrumento elaborado para explorar las ideas previas sobre “fermentación” con estudiantes de grados octavo y noveno de la I.E.A.C e I.E.L.C

#### **7.2.1. Elaboración del instrumento para la recolección de las ideas previas sobre “fermentación”**

Para llevar a cabo la presente investigación, se diseñó y construyó un instrumento con el que se llevó a cabo el estudio propuesto. Dicho instrumento se elaboró tomando en cuenta las siguientes etapas:

- a. Teniendo en cuenta estructuración del concepto “fermentación” y la revisión de los antecedentes de investigación que fundamentan la idea de obstáculos y los referencian, se extrajeron ideas sobre las concepciones de cierta comunidad científica en algunos momentos históricos, involucrando otros conceptos importantes como el ser vivo, microorganismo, fermentación, alimento, contaminación, entre otros relacionados y las aplicaciones del concepto en la vida cotidiana, en su mayoría con transformación de alimentos y descomposición.
- b. Se elaboró una serie de preguntas abiertas relacionadas con experiencias cotidianas con las que, está en contacto la muestra en estudio y que permitió recolectar la información

para su posterior análisis y discusión. En los anexos 6 y 7 se muestran los formatos empleados para explorar las ideas previas de los estudiantes de octavo y noveno sobre la fermentación.

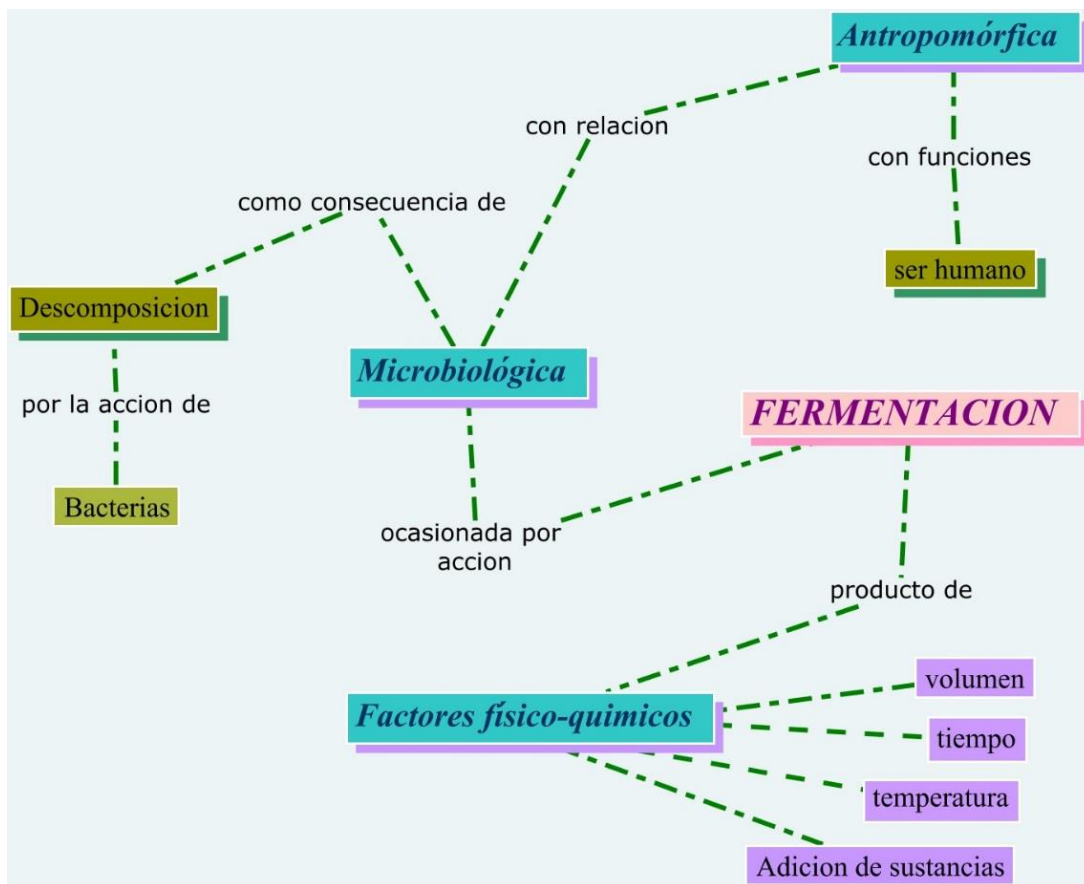
### **7.2.2. Sistematización y análisis de los datos obtenidos con el instrumento**

Posteriormente a la sistematización de las respuestas de los estudiantes, las cuales se presentan en resumen en los anexos 8, 9, 10 y 11, se procedió a realizar el análisis de los resultados obtenidos con el instrumento de recolección de ideas previas, aplicado a los estudiantes de grado octavo y noveno de la I.E.A.C y a los estudiantes de la I.E.L.C, en los mismos niveles académicos.

La interpretación de los datos obtenidos fue cualitativa, para crear las categorías se realizó una agrupación de respuestas por cada pregunta, unificando respuestas que en el fondo expresaran la misma idea, de esta forma se determinaron categorías de acuerdo a la afinidad de las respuestas tratando de mantener las ideas de los estudiantes. Para el cuestionario de grado octavo se construyeron 5 tablas, una por cada pregunta, registrando en ellas: categoría, cantidad de estudiantes y porcentaje de estudiantes que respondía bajo cierta categoría. Después de cada tabla se realizó el respectivo análisis.

#### **7.2.2.1. Respuestas de los estudiantes de grado octavo de las dos Instituciones sobre el concepto “fermentación”**

Después de analizar las respuestas de los estudiantes, obtenidas en la exploración de ideas previas, surgieron términos como: antropomórfica, microbiológica, factores químicos, factores físicos, transformación de alimentos y su relación con otras subcategorías; los cuales están asociados al concepto de Fermentación, según los estudiantes de grados octavo y noveno de I.E.A.C e I.E.L.C. (Ver figura 8).



**Figura 8. Categorías resultantes sobre el concepto fermentación de los estudiantes de las instituciones educativas I.E.A.C y I.E.L.C**

A continuación, se presentan los resultados y el análisis que se realizó a cada una de las respuestas obtenidas, agrupadas en categorías según rasgos similares presentados. En las tablas aparecen las respuestas emitidas por los estudiantes de los grados octavos de las dos Instituciones Educativas, a quienes se les aplicó el cuestionario, cada una de sus respuestas se agrupa bajo cierto criterio con sus respectivos porcentajes, para realizar el análisis correspondiente en cada una de las preguntas. La finalidad en este apartado fue construir una conceptualización de “fermentación”.

*En la primera pregunta ¿Conoces algún ser vivo que pueda realizar la respiración sin oxígeno? ¿Porque lo consideras así?*

**Tabla 2. Conocimiento de los estudiantes sobre algún ser vivo que pueda realizar la respiración sin oxígeno**

Respuesta	Categoría	I.E.A.C (E=12)	I.E.L.C (E=16)
SI	Sin causa (peces)	41,67%	25%
NO	Antropomórfica (los seres vivos necesitan oxígeno para poder vivir)	58,33%	75%

Los resultados representados como 41,67% en la I.E.A.C, con mayor aproximación que 25% en la I.E.L.C, es elegida en los dos casos en menor porcentaje, identificaron los peces como seres vivos que no necesitan oxígeno para poder vivir: *“Los peces respiran por las branquias debajo del agua”*. *“Ningún ser vivo tiene la capacidad de respirar sin oxígeno”*. Afirmaciones que reflejan poca claridad en cuanto al concepto de respiración.

El esquema Antropomórfico (conferir atributos que son propios de los seres humanos, a entidades que no lo son), Byrne, J., Grace, M., y Hanley, P. (2009), es más nutrido en grado octavo de la I.E.L.C, sin que esta diferencia entre ambos sea significativa. Una regla de inferencia en el pensamiento causal cotidiano, como puede ser la de semejanza causa-efecto (Pozo,1987), podría activar modelos analógicos y ser el origen de las ideas antropocéntricas con las que el niño atribuye, a la realidad desconocida (en este caso microscópica), características de una realidad más conocida como es la del comportamiento humano.

Según la categoría antropomórfica, asume la fermentación como un proceso ocasionado por microorganismos a los que les atribuyen características de humano. Los estudiantes asumen que no existen seres vivos que puedan realizar la respiración sin oxígeno: *“Los seres vivos necesitan oxígeno para vivir”*, *“Ningún ser vivo tiene la capacidad de respirar sin oxígeno”*, creen que la respiración es básicamente un fenómeno de intercambio de gases que se realiza en los pulmones, de organismos superiores; no conciben la respiración en otro tipo de organismo. Esta idea puede ser favorecida por dos situaciones: 1) la experiencia cotidiana en la que la respiración se explica macroscópicamente a nivel del sistema respiratorio (Tamayo y Sanmartí, 2003), y 2) la forma como se aborda generalmente la respiración en la escuela, al

partir del ser humano para después generalizar la función a los demás seres vivos. Así mismo, pueden ser ideas previas de dos orígenes: “sensorial” y “cultural”. Sensorial porque cuando no se conoce el origen de algo, es común que tratemos de darle significado a partir de cosas que ya son conocidas por nosotros, (Pozo et al., 1991) y “cultural” porque los padres de los niños, los medios de comunicación y algunos docentes hacen uso del antropomorfismo para hacer sus explicaciones.

*En la segunda pregunta, marca con una X los procesos donde se lleva a cabo la fermentación:*

- a) *Fractura de huesos*
- b) *Elaboración de pan*
- c) *Crecimiento de plantas*
- d) *Elaboración de yogurt*
- e) *Infeción de heridas*
- f) *Producción de cerveza*
- g) *Otros que tu consideres*

**Tabla 3. Procesos con los que los estudiantes relacionan el concepto de fermentación**

<b>Categoría</b>	<b>Subcategorías</b>	<b>I.E.A.C (E=12)</b>	<b>I.E.L.C (E=16)</b>
Proceso presente en alguna enfermedades	Fractura de huesos	16,67%	16,67%
	Infeción de heridas	8,33%	16,67%
Transformación de alimentos	Elaboración de pan	16,67%	18,75%
	Elaboración de yogurt	66,67%	81,25%
	Producción de cerveza	16,67%	68,75%
	Elaboración de guarapo	0%	6,25%
	Elaboración de panela	0%	6,25%
	Elaboración de queso	25%	0%
Proceso biológico	Crecimiento de plantas	25%	25%
Sin clasificar	No responde	0%	12,5

Se presentó un porcentaje similar 16,67% en ambas Instituciones, en relación del concepto fermentación con enfermedades y un 8,33% en la I.E.A.C frente a un 16,67% en la I.E.L.C, asumiendo la fermentación como un proceso de infección de heridas. Se hace evidente la falta de conocimiento del concepto, aun cuando es minoría quien lo expuso, aunque se puede considerar como un obstáculo heredado de la construcción histórica, según Thomas Sydenham



(1624), quien considera como causa remota de las enfermedades las fermentaciones y putrefacciones de los líquidos del ser humano. En cuanto a la categoría transformación de alimentos, se reflejó que un alto porcentaje de los estudiantes de las dos Instituciones expuso alguna relación de producción o elaboración de alimentos con la fermentación, representado en un 66,67% en la I.E.A.C con la elaboración de yogurt y un 81,25% y 68,75%, en elaboración de yogurt y producción de cerveza, respectivamente. Como se explica en los libros de texto (Díaz, 1996), en donde se subraya la producción industrial de yogurt, vino o cerveza más que el proceso biológico de la fermentación cuya explicación científica queda de lado, originando concepciones alternativas en los estudiantes como considerar la relación con procesos de automatización en fábricas, sin considerar la participación de microorganismos.

*Pregunta 2.1. Escoge uno de los procesos seleccionados anteriormente y explica por qué se lleva a cabo ahí la fermentación*

**Tabla 4. Explicación de la fermentación en los procesos elegidos por los estudiantes**

<b>Categoría</b>	<b>Subcategorías</b>	<b>I.E.A.C (E=12)</b>	<b>I.E.L.C (E=16)</b>
Microbiológica	Bacterias	50%	18,75%
	Descomposición	0%	6,25%
Factores físico-químicos	Tiempo	8,33%	6,25%
Biológicos	Crecimiento de las plantas	16,67%	6,25%
	Procesos de curación	16,67%	0%
Procesamiento de alimentos	Proceso de preparación	0%	25%
Sin clasificar	No responde	8,33%	31,25%

Los procesos relacionados con la fermentación, según los estudiantes de la I.E.A.C, fueron atribuidos en un 50% a la categoría Microbiológica, contemplando las bacterias como agentes encargados del proceso, mientras que en la I.E.L.C, con un 18,75% el proceso fue atribuido a las bacterias y en un 6,25% la fermentación fue considerada como un proceso de descomposición. Los estudiantes de la I.E.A.C, por orientación previa en el tema de microorganismos, pudieron explicar los cambios en el alimento a partir de la acción de los microorganismos, dando una explicación de tipo biológico (Medina y Zuluaga, 2000), sin embargo, en los estudiantes de la I.E.L.C, los resultados muestran una relación directa entre el pensamiento del estudiante e ideas asumidas en un determinado momento histórico,

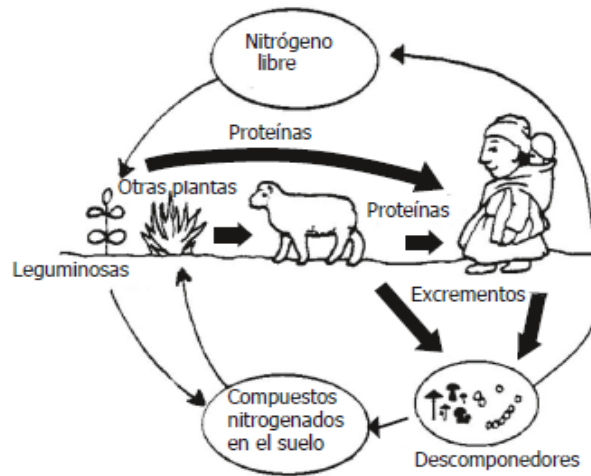
consideradas como obstáculos epistemológicos cuando los conceptos de fermentación y putrefacción son explicados por los estudiantes con ideas que corresponde a la biología del siglo XIX. Aunque un 18,75%, inicialmente indican que la fermentación es atribuida a las bacterias un 6,25% asumieron una relación de descomposición en el alimento, es decir, por si solo (la transformación de los alimentos se consideró un cambio químico, mas no biológico), siendo este pensamiento uno de los que utilizó la comunidad científica hace un par de siglos para explicar porque los alimentos sufren cambios (Medina y Zuluaga, 2000).

Los cambios atribuidos a factores físicos y químicos en la transformación de alimentos están representados en 8.33% en la I.E.A.C y 6.25% en la I.E.L.C, ignorando la acción de microorganismos. (Díaz, 1996).

Los proceso biológicos atribuidos a la fermentación, en el caso de crecimiento de plantas con un 16.67% en la I.E.A.C y 6,25% en la I.E.L.C, se relacionaron con la concepción de fermentación a partir de Antoine Lavoisier (1775), quien estableció que los vegetales toman del aire, del agua y del reino mineral los materiales necesarios para su organización, que serán devueltos al medio por fermentación, putrefacción y combustión o respiración, resaltando la importancia del proceso aplicado en la descomposición de materia orgánica en nutrientes que necesitan las plantas para su crecimiento.

Mientras el factor biológico proceso de curación, representado en 16,67% en la I.E.A.C y 0% en la I.E.L.C, se siguió interpretando a partir de la conceptualización de Thomas Sydenham (1624), quien relacionó la fermentación con enfermedades. Los resultados 8,33% en la I.E.A.C y 31,25% en la I.E.L.C, no dan una explicación a los procesos seleccionados.

*En la tercera pregunta, el siguiente grafico representa una red trófica donde están presentes los organismos productores, consumidores y descomponedores. ¿Qué pasaría si no existieran los descomponedores (microorganismos) en la cadena?*



**Tabla 5. Descripción de los estudiantes de lo que ocurriría si no existieran los consumidores en una cadena**

Categoría	Subcategorías	I.E.A.C (E=12)	I.E.L.C (E=16)
Microbiológica	Descomponedores	25%	25%
	Descontaminantes	25%	43,75%
	Productores y transformadores	66,67%	12,5%
Sin clasificar	No responden	0%	37,50%

En un 25% en ambas instituciones, otorgaron importancia en la red trófica a los microorganismos, por sus capacidades de descomponer y descontaminar, además en un 66,67% en la I.E.A.C y en un 12,5% en I.E.L.C, consideraron la importancia de los microorganismos como productores y transformadores. El gráfico pudo conducir al estudiante a establecer y deducir relaciones importantes en cuanto a los microorganismos descomponedores, de ahí que su interpretación fue más fácil, demostrada en valores representativos en la categoría microbiológica.

*En la cuarta pregunta, se deja reposar un vaso de leche durante horas y se observa que la leche adquiere una textura grumosa con olor fuerte y sabor agrio. ¿Qué paso con la leche? ¿Por qué hubo cambios en la leche?*

*Pregunta 4.1. ¿Qué pasó con la leche?*

**Tabla 6. Ideas de los estudiantes al observar después de un tiempo un vaso de leche con textura grumosa y sabor agrio.**

<b>Categoría</b>	<b>I.E.A.C (E=12)</b>	<b>I.E.L.C (E=16)</b>
<b>Factores físicos (tiempo, temperatura, clima, contaminación)</b>	75,00%	93,75%
<b>Microorganismos</b>	25%	12,5%
<b>Factores mecánicos</b>	25%	12,5%
<b>No responde</b>	0%	6,25%

Al realizar la observación, tanto estudiantes de la I.E.A.C con un 75% como en la I.E.L.C, con un 93,75%, atribuyeron el cambio en las propiedades organolépticas de la leche a la exposición del alimento a factores físicos, según Díaz (1996), se demostró la escasa capacidad por parte de los estudiantes de reconocer las causas microbiológicas como el origen de algunas transformaciones alimentarias. Siguieron identificando los cambios como causas físicas o químicas. Un 25% en la I.E.A.C y 12,5% en la I.E.L.C, atribuyeron los cambios como efectos de los microorganismos, aunque sin explicaciones ampliadas. Un 25% y 12,5%, en la I.E.A.C e I.E.L.C, consecutivamente, consideraron los cambios organolépticos como efectos de factores mecánicos, según Harlen (1989), indica que los libros de texto explican los cambios en los alimentos muchas veces de forma mecanicista o fisicoquímica, cuya explicación científica queda de lado, ocasionando que algunos estudiantes no consideren la participación de los microorganismos en este caso en el cambio de las propiedades organolépticas de la leche.

*Pregunta 4.2. ¿Por qué hubo cambios en la leche?*

**Tabla 7. Ideas de los estudiantes para explicar los cambios en la leche.**

<b>Categoría</b>	<b>I.E.A.C (E=12)</b>	<b>I.E.L.C (E=16)</b>
<b>Factores físicos (tiempo, temperatura, clima, contaminación)</b>	91,67%	87,5%
<b>Microorganismos</b>	33,33%	0%
<b>No responde</b>	0%	18,75%

Las respuestas de los estudiantes de la I.E.A.C e I.E.L.C, con un 91,67% y 87,5%, respectivamente, evidenciaron aún más los obstáculos generados a partir de la atribución de factores como tiempo, temperatura, clima o contaminación como agentes de cambio en las propiedades de la leche. Díaz (1996). En este sentido, podría esperarse que los estudiantes, pensando en términos de generación espontánea, pretendieron responsabilizar a los alimentos de sus propias transformaciones, quizá como los antiguos espontaneístas pensaban que el alimento “crea” los agentes microbiológicos que luego lo transforman, convirtiéndose así en un obstáculo de aprendizaje posiblemente no superado en la actualidad, para dar explicaciones a fenómenos no conocidos, como es la fermentación, fenómeno observado con alta representatividad en la I.E.A.C, con un 33,33%, y un 18,75% en la I.E.L.C, cuando no se puede dar explicación de los cambios científicamente.

En cuanto a los factores físicos y químicos, la descomposición, es otro fenómeno que se asumió relacionado con la fermentación: “*Se dañó, se fermentó*”, en cuanto se pensó en el cambio de las propiedades organolépticas de un producto y se relaciona con un proceso degenerativo, estableciéndose así un vínculo con la historia de la ciencia, cuando son los conceptos de fermentación y putrefacción, explicados por los estudiantes con ideas que corresponde a la biología del siglo XIX, indicando que los alimentos se descompondrían por si solos (la transformación del alimentos se consideraba un cambio químico, mas no biológico), pensamiento utilizado por la comunidad científica hace un par de siglos para explicar porque los alimentos sufren cambios y posteriormente cuando el estudiante reconoce la presencia de microorganismos causantes de la fermentación o la putrefacción del alimento, se enfrenta otra dificultad y es expresar que los seres microscópicos, son generados por el propio sustrato (alimento), correspondiendo esta idea a pensamientos de la generación espontánea que se presentaron en la historia de la biología (Medina y Zuluaga, 2000). Esta idea ha sido ratificada por investigaciones como la realizada por Díaz (1996), en la que expone la incurrencia de “*acepciones distintas a la científica*”. En este sentido, podría esperarse o tenerse en cuenta como hipótesis que los estudiantes, pensando en términos de generación espontánea, pretendan responsabilizar los alimentos de sus propias transformaciones. Quizá como los antiguos espontaneístas pensaban, es decir, creyendo que el alimento «crea» los agentes

microbiológicos que luego transforman; o quizá esta forma de pensar en un cierto poder del alimento que le permita admitir una transformación sin seres vivos, transformación que tendría su origen en el propio alimento. Esta idea podría resultar más intuitiva que las de origen biológico, que además son poco estimuladas por los libros de texto.

En cuanto a la asociación de las bacterias en la transformación de alimentos, los estudiantes de la I.E.A.C, relacionaron en su mayoría una explicación causal asociada a los microorganismos en los procesos de transformación de los alimentos, pero desconocieron los efectos de los mismos como agentes biológicos y así propusieron explicaciones fisicoquímicas relacionadas con el tiempo: *“La leche se deja por un tiempo determinado para que se pueda transformar en yogurt”*, la temperatura: *“se enfuertó, puede ser porque no este hervida o porque no estuvo en un congelador*, la apariencia: *“se descompone su textura”*, la adición de sustancias: *“Porque en su proceso de transformación le echan químicos”*, el volumen: *“La levadura es un microorganismo y eso hace que aumente el volumen”*. Los estudiantes de la I.E.L.C, denotaron aún más la relación de la fermentación con los factores físico químico: *“Porque en su proceso de transformación le echan químicos”* o con frecuencia no respondieron, esta omisión originó que algunos estudiantes consideraran que la transformación de alimentos sea producto de un proceso de automatización en las fábricas, sin considerar la participación de microorganismos (Díaz, 1996).

#### **7.2.2.2. Respuestas de los estudiantes de grado noveno de las dos Instituciones sobre el concepto “fermentación”.**

A continuación, se presentan las respuestas de los estudiantes de grado noveno de las dos Instituciones clasificadas en categorías, cada una de estas respuestas se agrupó bajo cierto criterio con sus respectivos porcentajes, para realizar el análisis correspondiente en cada una de las preguntas. La finalidad en este apartado verificar los conocimientos adquiridos por los estudiantes sobre el concepto “fermentación”.

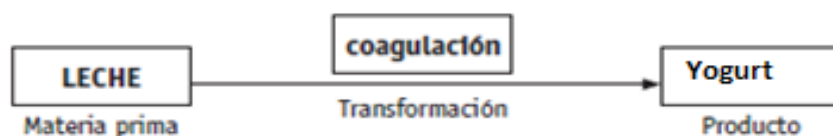
*En la primera pregunta Las levaduras son hongos que al adicionarse a la harina y durante un tiempo determinado aumentan el volumen (tamaño de la masa). ¿Explica por qué se da este fenómeno?*

**Tabla 8. Explicación de los estudiantes sobre el aumento de volumen cuando se adiciona levadura a la harina por un tiempo determinado.**

<b>Categoría</b>	<b>I.E.A.C (E=10)</b>	<b>I.E.L.C (E=14)</b>
Proceso físico (incremento de volumen, cantidad, tiempo)	70%	64,29%
Descomposición de las levaduras	10%	0%
Procesamiento	10%	0%
Fermentación	10%	0%
Proceso químico	0%	7,14%
Sin clasificar (no responde)		14,29

En esta etapa, se pretendió que los estudiantes hubiesen superado los obstáculos referentes a explicaciones sobre procesos relacionados con microorganismos, pero de acuerdo a los resultados 70% en I.E.A.C y 64,29% en I.E.L.C, se mantuvo la tendencia a considerar los factores físicos como los causantes de los cambios en los alimentos (Díaz, 1996), ya que al tratarse de fenómenos no visibles a simple vista, buscaron dar explicaciones físicas o químicas a su alcance para su comprensión y que son puestas muchas veces por los mismos docentes para facilitar la enseñanza o muchas veces por el ambiente social o por los medios de comunicación. En menor proporción en la I.E.A.C con un 10% relacionaron a las levaduras con descomposición, dado su carácter de microorganismo; en un 10% en la I.E.A.C, se concibió como un proceso automatizado y en un 10% en la I.E.A.C como un proceso que se acerca al concepto de fermentación. En la I.E.L.C, se precisó asumir a las levaduras como sustancias químicas y aún al no poder dar explicación un 14,29% no respondió con ninguna justificación, evidenciando desconocimiento en la acción de las levaduras en este caso en la harina. Se requiere abordar el estudio de la levadura y su acción en este caso en los alimentos para integrar el conocimiento al fenómeno fermentación.

*En la segunda pregunta El siguiente gráfico, presenta el proceso general de transformación de la leche en yogurt.*



*¿Cómo se da el proceso de transformación?*

**Tabla 9. Ideas de los estudiantes sobre el proceso de transformación de la leche en yogurt**

Categoría	I.E.A.C (E=10)	I.E.L.C (E=14)
Metabolismo de las bacterias	10%	0%
Factores físicos	20%	21,43%
Microorganismos (bacterias)	80%	21,43%
Procesamiento de alimentos	0%	42,86%
Proceso químico	0%	14,26
Sin clasificar (no responde)	0%	42,86%

Según las respuestas, los estudiantes de la I.E.A.C en un 10%, se basaron en considerar el yogurt como un producto de la digestión de las bacterias, concebidas como organismos que se alimentan, es decir que tienen vida, (Pasteur, 1856). Se siguió presentando el obstáculo de asumir el cambio de leche a yogurt, como efecto de los factores físicos, referenciados en un 20% en I.E.A.C y 21,43% en I.E.L.C.

En un 80% y 21,43%, con significativa diferencia los estudiantes de I.E.A.C, relacionaron el proceso de transformación de leche en yogur con microorganismos y en algunos casos con las bacterias. En la I.E.L.C, se identificó que un 42,86% relacionaron el concepto fermentación con procesos de alimentos, referenciados por Díaz (1996).

Los estudiantes de la I.E.L.C, atribuyeron la transformación de la leche en yogurt a factores químicos en un 14%, mientras un 42,86% no tuvieron explicación alguna al proceso, posiblemente por desconocimiento del origen del producto. En general, los estudiantes llegaron a concebir la fermentación como producto de la acción de “bacterias”, posiblemente



como consecuencia de un proceso previo de introducción de conceptos en grados anteriores y/o procesos de enculturación.

*En la tercera pregunta:* El yogurt es un alimento con sabor ácido. ¿Por qué?

**Tabla 10. Explicaciones de los estudiantes sobre la acidez del yogurt**

Categoría	I.E.A.C (E=10)	I.E.L.C (E=14)
Factores físicos	60%	7,14%
Acción de las bacterias	20%	21,43%
Procesamiento de alimentos	10%	7,14%
Adición de químicos	0%	35,71%
Sin clasificar (no responde)	30%	21,43%

El 60% de los estudiantes de la I.E.A.C y el 7,14% de los estudiantes de la I.E.L.C, atribuyeron el sabor ácido del yogurt a cambios físicos, lo que indicó mayor frecuencia a considerar en la I.E.A.C, que el yogurt no es producto de un proceso fermentativo sino por cambios externos. Con un 20% en la I.E.A.C y 21,43% en la I.E.L.C, los estudiantes consideraron que el sabor ácido se derivó de algún efecto producido por la adición de bacterias, lo que implicó un acercamiento a la explicación del concepto “fermentación”. En la I.E.A.C, un 30% y 21,43% en la I.E.L.C, no dieron explicación al sabor ácido del yogurt, dado probablemente por desconocimiento tanto del concepto como del proceso y productos.

*En la cuarta pregunta* El vino es otro de los productos obtenidos en la transformación del jugo de uva. ¿Sabes porque contiene alcohol?

**Tabla 11. Ideas de los estudiantes sobre el contenido de alcohol del vino**


Categoría	I.E.A.C (E=10)	I.E.L.C (E=14)
Conservación	30%	7,14%
Adición de alcohol	10%	0%
Fermentación	30%	50%
Factores físicos	10%	0%
Transformación	10%	7,14%
Microbiológico	0%	7,14%
Composición natural	0%	7,14%
Sin clasificar (no responde)	10%	21,43%

Las respuestas de los estudiantes de las dos instituciones, en un 30% y 50%, para la I.E.A.C y I.E.L.C respectivamente, establecieron una relación del alcohol contenido en el vino como subproducto del proceso de fermentación, solo en la I.E.A.C, los estudiantes también asumieron en un 30%, que el alcohol tiene efectos conservantes en el alimento. En menor proporción se tuvieron respuestas que orientaron a dar explicaciones sobre aspectos físicos, transformación, microbiológico y de composición natural. Se contempló la posibilidad de una posible relación del proceso fermentación con el vino y el alcohol como subproducto de un proceso fermentativo.

Un 10% en la I.E.A.C y 21,43% en la I.E.L.C, los estudiantes no tuvieron explicación a la relación del alcohol con el vino, probablemente por desconocimiento de cómo se procesa y de la influencia biológica y química inmersa en él.


*En la quinta pregunta identifica los procesos que se relacionan con la fermentación*

Se sala el producto seco para bloquear el crecimiento microbiano




machaca

Se elimina el contenido de agua de los alimentos para evitar el desarrollo de microorganismos.




Caldo de Ajo

Se calienta el producto hasta alcanzar altas temperaturas y después se enfría bruscamente.




Caldo de Ajo

La temperatura de los alimentos se lleva hasta  $-18^{\circ}\text{C}$ , así se detiene la actividad microbiana.




Caldo de Ajo

Se aprovechan los bacilos lácteos (microbios) para aumentar el valor nutritivo.



Caldo de Ajo

Se calienta el producto entre  $135^{\circ}\text{C}$  y  $150^{\circ}\text{C}$  durante 1 a 5 segundos. Se envasa herméticamente.



Caldo de Ajo

**Tabla 12. Procesos que relacionan los estudiantes con la fermentación**

<b>Categorías</b>	<b>Subcategorías</b>	<b>Pregunta</b>	<b>I.E.A.C (E=10)</b>	<b>I.E.L.C (E=14)</b>
Técnicas de conservación de alimentos	Salado	Se sala el producto seco para bloquear el crecimiento microbiano	10%	7,14%
	Deshidratación	Se elimina el contenido de agua de los alimentos para evitar el desarrollo de microorganismos	30%	21,43%
	Pasteurización	Se calienta el producto hasta alcanzar altas temperaturas y después se enfría bruscamente	10%	7,14%
	Congelamiento	La temperatura de los alimentos se lleva hasta -18°C, así se detiene la actividad microbiana	50%	35,71%
	Esterilización	Se calienta el producto entre 135°C y 150°C durante 1 a 5 segundos. Se envasa herméticamente.	30%	21,43%
Fermentación	Fermentación	Se aprovechan los bacilos lácteos (microbios) para aumentar el valor nutritivo	30%	21,43%
	Sin clasificar	No responde	10%	7,14%

El proceso de fermentación, se concibió en las dos instituciones como una técnica de conservación de alimentos en su mayoría con un 50% y 35,71% para la I.E.A.C y la I.E.L.C, fué en esta última también importante la relación de los estudiantes con la deshidratación y la esterilización. En menor porcentaje, 30% y 21%, los estudiantes de la I.E.A.C y la I.E.L.C, eligieron el proceso que se relacionó directamente con la fermentación, intentando así dar alguna idea previa o relación conceptual del proceso.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se evidenció que tanto los estudiantes de grado octavo como de grado noveno de las dos instituciones educativas, presentaron ciertas dificultades para lograr la explicación del concepto fermentación como un proceso de respiración celular anaerobia, que ocurre a nivel microscópico. Algunas de estas dificultades son:

- Identificar los microorganismos especialmente hongos y bacterias como seres vivos microscópicos y en consecuencia organismos que llevan a cabo la respiración a nivel celular.
- Asociar los factores físicos y químicos como los causantes de proceso fermentativos.
- Asociar a los microorganismos con rasgos humanos. Explicación antropomorfa.

- Dificultad para reconocer funciones de los microorganismos benéficos en la naturaleza.
- Uso del lenguaje cotidiano para explicar cómo y para qué se alimentan los microorganismos.
- Identificar algunos productos alimenticios derivados de la fermentación como un proceso automatizado en fábricas.

Al mencionar las dificultades, se concluyó que tanto en grado octavo como grado noveno, los estudiantes mantuvieron dificultades para comprender conceptos importantes en Ciencias Naturales como son seres vivos, célula, microorganismo, bacteria, levadura, respiración, metabolismo y nutrición, lo que dificulta el aprendizaje posterior de conceptos estructurantes como es la fermentación. Surge la necesidad de crear estrategias didácticas con integración del componente histórico para brindar al estudiante la comprensión y ampliación de los conceptos básicos que abarquen la superación de obstáculos e impidan la adquisición de posteriores conocimientos.

### **7.3 UNIDAD DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO FERMENTACIÓN”, CON ESTUDIANTES DE GRADO OCTAVO (ver anexo 12)**

La Unidad Didáctica fue diseñada estructural y metodológicamente didáctica para estudiantes de grado octavo de educación básica, correspondiendo a sus necesidades curriculares con el fin de superar obstáculos y contribuir a un mejor aprendizaje del concepto fermentación.

Se planteó inicialmente la indagación de ideas previas (Tamayo, 2011), promoviendo la cooperación con la participación activa de los estudiantes, en donde se retoma el conocimiento científico y el conocimiento común tendiente a lograr una conceptualización clara sobre fermentación, sobre los cuales se efectúa un proceso de evaluación del aprendizaje, en donde por comparación se mide el grado de evolución conceptual obtenido.

Como Unidad Didáctica, recoge aspectos centrales de la historia para relacionarlos con las ideas que los estudiantes tienen sobre el concepto fermentación, por ello se plantearon tres guías con sus respectivos propósitos, preguntas iniciales las cuales pretendieron atraer en el estudiante todas las ideas referentes a cada actividad y motivar a la solución de las mismas, la experimentación en cada caso y los resultados obtenidos en la aplicación de la misma con estudiantes de grado octavo de la I.E.A.C, son una muestra que permitió demostrar los cambios conceptuales que se generaron al integrar las ideas previas, los conocimientos científicos y didáctica, siendo esta última en donde se considera la diversidad de elementos que contextualizan el proceso (nivel de desarrollo del alumno, medio sociocultural y familiar, proyecto curricular, recursos disponibles). Escamilla (1992).

La construcción del concepto permitió identificar elementos de la históricos que se encuentran ligados a las dificultades que posee el estudiante en el momento de comprender la fermentación, posteriormente se demuestro que se es necesario tener conocimientos previos en conceptos tales como: Ser vivo-Célula- Microorganismo- Bacteria- Levadura- Respiración- Metabolismo- Nutrición, temas planteados en la Unidad Didáctica, para facilitar la comprensión del concepto fermentación. La conceptualización permitió organizar las siguientes actividades:

**Actividad 1:** permite que el estudiante asigne las características de seres vivos a un tipo de microorganismos como son los hongos, ampliando los conceptos: ser vivo, reproducción, microorganismo, célula y nutrición.

**Actividad 2:** la práctica de elaboración de yogurt, como proceso de aplicación de la fermentación como consecuencia de la acción de bacterias lácticas, permite el desarrollo de conceptos: microorganismo, bacteria, fermentación láctica, metabolismo y nutrición.

**Actividad 3:** la práctica de la levadura, como concepto histórico relevante en la comprensión de conceptos: Ser vivo-Célula- Microorganismo- Levadura- Respiración- Metabolismo- Nutrición, fermentación alcohólica.

La estructura de la Unidad Didáctica (ver tabla 13), se centró en comprensión de conceptos básicos importantes, y fue así como se diseñaron las temáticas y estrategias didácticas.

### **Estructura de la Unidad Didáctica**

La Unidad Didáctica se diseñó teniendo los componentes citados por Sánchez y Valcárcel (1993), en donde se plantean actividades diversificadas para que los estudiantes adquieran más autonomía, construyendo los conocimientos nuevos a partir de los suyos propios y desarrollando una capacidad crítica, muy importante para el aprendizaje de las ciencias, siempre con la orientación docente para la búsqueda de información adecuada. Se dispone de las siguientes estrategias:

**Tabla 13. Estructura Unidad Didáctica para el aprendizaje del Concepto “Fermentación”**

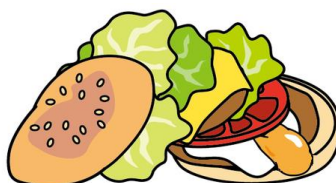
EJES	ANÁLISIS CIENTÍFICO (Conceptos)	ANÁLISIS DIDÁCTICO	OBJETIVOS	ESTRATEGIAS DIDACTICAS	ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN
1	LOS MICROORGANISMOS	Aplicar procedimientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducir al estudiante en un proceso biológico de algunos microorganismos “la descomposición de los alimentos”</li> <li>• Relacionar las funciones biológicas de los microorganismos con los cambios que se producen en los alimentos.</li> </ul>	Actividad practica observación de cambios en diferentes muestras de alimentos	Disposición y participación del estudiante  Observación
	ACCION DE LAS BACTERIAS EN LA LECHE	Analizar factores físicos  Identificar componentes  Resolver situaciones problemáticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los Lactobacilos como los responsables de la transformación de la leche en yogurt.</li> <li>• Identificar que algunos seres vivos respiran en ausencia de oxigeno</li> <li>• Identificar la fermentación láctica como producto de la respiración anaerobia de cierto tipo de bacterias.</li> </ul>	Actividad práctica fermentación láctica: elaboración de yogurt	
3	LA ACCION DE LAS LEVADURAS		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender el proceso de fermentación alcohólica como un efecto de las levaduras.</li> </ul>	Actividad práctica efecto y producto de la acción de la levadura.	

- **Análisis científico:** Los contenidos científicos necesarios para generar una aproximación al concepto fermentación y lograr la comprensión del mismo, fueron seleccionados teniendo en cuenta, la construcción histórica y su aplicación al campo científico. De este modo se facilita la adquisición de nuevos elementos pertinentes en la modificación de los esquemas conceptuales y a su vez amplían el patrón temático, permitiendo su aplicación a otros contextos. Se plantean tres temáticas: los microorganismos, la acción de las bacterias en la leche y la acción de las levaduras. Se plantean algunas preguntas alrededor de las cuales se trabajan para avanzar en el aprendizaje de conceptos necesarios para la comprensión de la fermentación.
  
- **Análisis didáctico:** las dificultades presentes en el aprendizaje se tuvieron en cuenta en el momento de elaborar la Unidad Didáctica, por ello de acuerdo con el modelo de Sánchez y Valcárcel, es importante delimitar las condiciones de aprendizaje y esto se logró al determinar las ideas previas.
  
- **Objetivos:**
  - Promover la comprensión en profundidad sobre generalidades de la fermentación
  - Potenciar el uso de estrategias de aprendizaje
  - Promover en los estudiantes el uso de lenguaje científico referente a las características generales de la fermentación láctica.
  
- **Estrategias didácticas:** Las actividades elaboradas parten de la observación, la experimentación y el trabajo en grupo, como espacios que favorecen la interacción del estudiante con el mundo físico que le rodea (actitud investigadora, razones de los hechos, uso de modelos...)
  
- **Estrategias de evaluación:** durante el desarrollo de las actividades, se evidencian resultados a través de las acciones o expresiones de los estudiantes interactuando y confrontando ideas con sus compañeros, con las observaciones que realizaron a partir de las preguntas y los comentarios frente a los sucesos, los cuales se toman como evidencias de evaluación.



## ACTIVIDAD 1

### ¿POR QUÉ SE DESCOMPONEN LOS ALIMENTOS?



#### PROPOSITOS

- Introducir al estudiante en un proceso biológico de algunos microorganismos “la descomposición de los alimentos”
- Relacionar las funciones biológicas de los microorganismos con los cambios que se producen en los alimentos.

#### PREGUNTAS INICIALES

¿Cuál es el aspecto que adquieren los alimentos cuando se ponen en mal estado?

¿Los cambios son iguales en todos los alimentos?

#### MATERIALES

Trozo de pan

Trozo de naranja

Trozos de banano

Bolsas plásticas

#### PROCEDIMIENTO

Colocar los trozos de fruta en bolsas por separado, así mismo colocar unas gotas de agua en los trozos de pan, marcarlas con el tipo de muestra y almacenarlas en un lugar con poca luz y temperatura cálida por cuatro semanas, realizando las observaciones respectivas en cada una de ellas. Realizar el registro de los cambios observados preferiblemente en una tabla donde se indiquen variables: color, olor, apariencia y otras. Después del tiempo indicado, cada grupo de trabajo debe compartir y socializar los resultados, indicando los datos similares y diferentes.

## **Logros obtenidos durante la práctica**

El desarrollo de la práctica se vio favorecida por la participación activa de los estudiantes, quienes aportaron todo el material necesario y disposición en el desarrollo de la misma.

La introducción de esta temática fue de gran ayuda para que los estudiantes logaran comprender la clasificación de los microorganismos, especialmente dentro de los reinos protista y hongo, demostrando la utilización de términos de la ciencia y al mismo tiempo establecieron interrogantes como: *¿es un ser vivo? ¿A qué reino pertenece?, ¿Por qué en una muestra ha crecido más?* , *¿El moho nace del alimento?*, que se fueron discutiendo en el desarrollo de la práctica con comentarios como: *“el calor ayuda al crecimiento de mohos”*, el moho no *“nace”* del alimento, solo se alimentan de él para poder crecer y reproducirse porque son organismos heterótrofos, *“la humedad hace que el moho se propague más rápido”*. Todo ello llevó a concluir que los estudiantes comprendieron que existen factores físicos o químicos que permiten el desarrollo de seres vivos como los hongos en los alimentos.

Lo más asombroso para ellos fue comprender que seres tan “minúsculos” podrían realizar los cambios visibles en los alimentos trabajados, generaron comentarios como los siguientes: *“Cuántos microorganismos podrían haber formado el moho en una naranja”*, *“Por qué si los microorganismos son tan pequeños pueden formar el moho que si podemos ver”*, *“Por qué el hongo de cada uno de los alimentos es diferente”*, lograron inferir cuales son las condiciones que requieren los organismos del reino hongo para iniciar su crecimiento y multiplicación.

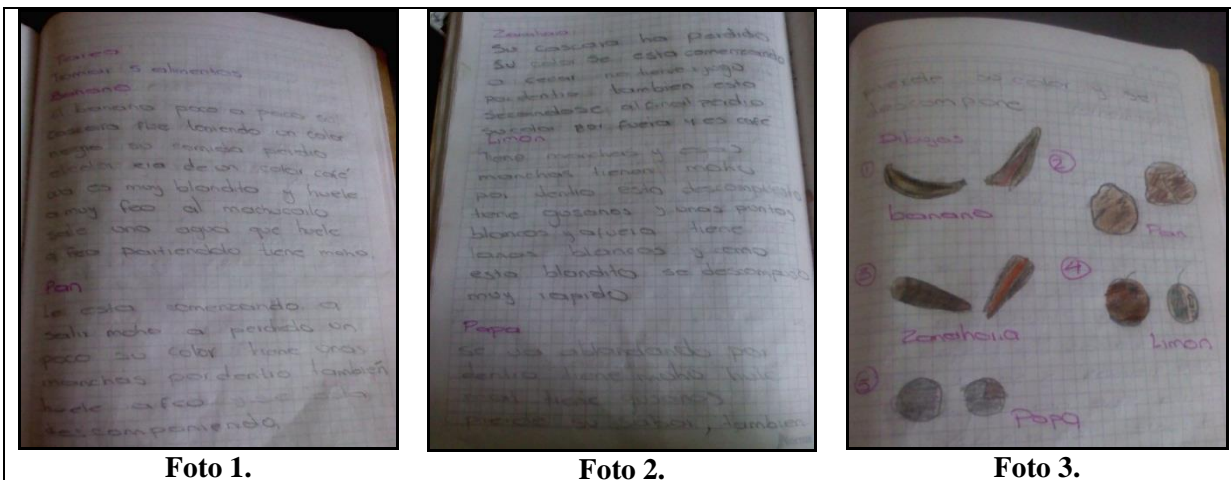


Foto 1.

Foto 2.

Foto 3.

**Foto 1, 2 y 3.** Registro de observaciones realizadas por un estudiante en torno a la práctica de cambios físicos en los alimentos.

Los estudiantes realizaron las descripciones de los cambios generados en cada alimento a través del tiempo (Foto 1, 2 y 3), como cambios en las propiedades organolépticas (color, olor, textura) y representando lo que para ellos fue un cambio por acción de algún tipo de microorganismo *“le está comenzando a salir moho, ha perdido un poco su color, tiene unas manchas por dentro también huele feo y se está descomponiendo”*, *“se va ablandando por dentro tiene moho huele mal”*, *“Tienen coloración verdosa”*...

Algunos comentarios como: *“o sea, que los hongos llegan a los alimentos por el aire”*, *“los hongos buscan los nutrientes y si hay humedad pueden vivir en los alimentos”*, fueron favorables, puesto que superaron el obstáculo de pensar que los alimentos cambiaban por si solos a expensas de factores físicos como el calor, el polvo o el tiempo para llegar a comprender que los mismos son condiciones muchas veces necesarias para que los microorganismos pudiesen actuar sobre el alimento, dando valor biológico por ejemplo a los hongos, como agentes vivos y de transformación.



**Foto 4.** Observación de microorganismos a través del microscopio

Al mismo tiempo, los estudiantes buscaron respuestas a los fenómenos y propusieron que las muestras fueran observadas a través de un microscopio, para reconocer más de cerca las características de los microorganismos trabajados, *“se ven unas formas como hilitos”, “son hilos que se enredan y tienen unas bolitas”*. (Foto 4), en donde identificaron las principales partes de un moho, con estructuras complejas y que pueden desempeñar una función.

Durante el desarrollo del laboratorio, la disposición y colaboración de los estudiantes, hicieron de la clase un momento muy ameno. En cuanto a los conceptos, los estudiantes lograron comprender que existen organismos de diferentes características que causan procesos de descomposición de los alimentos, gracias a que existen microorganismos trabajando.

La estrategia hizo participativos a los estudiantes, quienes se inquietaron y al mismo tiempo interrogaron las observaciones de los de sí mismos y sus compañeros, además se amplió el concepto de microorganismo como área temática general para la introducción del concepto fermentación.

## ACTIVIDAD 2

¿SABÍAS QUE EL YOGURT ES ELABORADO POR MICROORGANISMOS?



### PROPOSITOS

- Identificar los Lactobacilos como los responsables de la transformación de la leche en yogurt
- Identificar que algunos seres vivos respiran en ausencia de oxígeno
- Identificar la fermentación láctica como producto de la respiración anaerobia de cierto tipo de bacterias

### PREGUNTAS INICIALES

- ¿Cuál es la función de las bacterias lácticas en la producción de yogurt?
- ¿Cuáles son los factores físicos y químicos a tener en cuenta y cuál es su función?

### MATERIALES

- Cultivos lácteos para yogurt (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*) o un vaso de yogurt comercial natural.
- Azúcar
- Salsa de fruta, o saborizantes.
- Refrigerador.
- Fuente de calor.
- Ollas y cucharones de acero inoxidable
- Termómetro (100° C mínimo)

## PROCEDIMIENTO

1. Vierte la leche en la olla y ponla al fuego hasta que alcance los 90°C por 5 minutos, mientras adiconas el 10% en azúcar y mezclas.
2. Disminuye la temperatura de la leche, sumergiendo la olla en agua fría hasta que alcance los 42°C.
3. Adiciona los cultivos lácticos o yogurt comercial, a razón del 2% de la cantidad de leche.
4. Cubre el recipiente y guárdalo para que conserve la temperatura por 6 a 8 horas.
5. Destapa el recipiente y homogeniza la mezcla.
6. Adiciona salsa de frutas.
7. Envasa en recipientes limpios y refrigera.

### Logros obtenidos durante la práctica



**Foto 5.** Calentamiento de la leche



**Foto 6.** Verificación de la temperatura de inoculación del cultivo



**Foto 7.** Adición del cultivo lactico



**Foto 8.** Almacenamiento



**Foto 9.** Adición de saborizante



**Foto 10.** Envasado

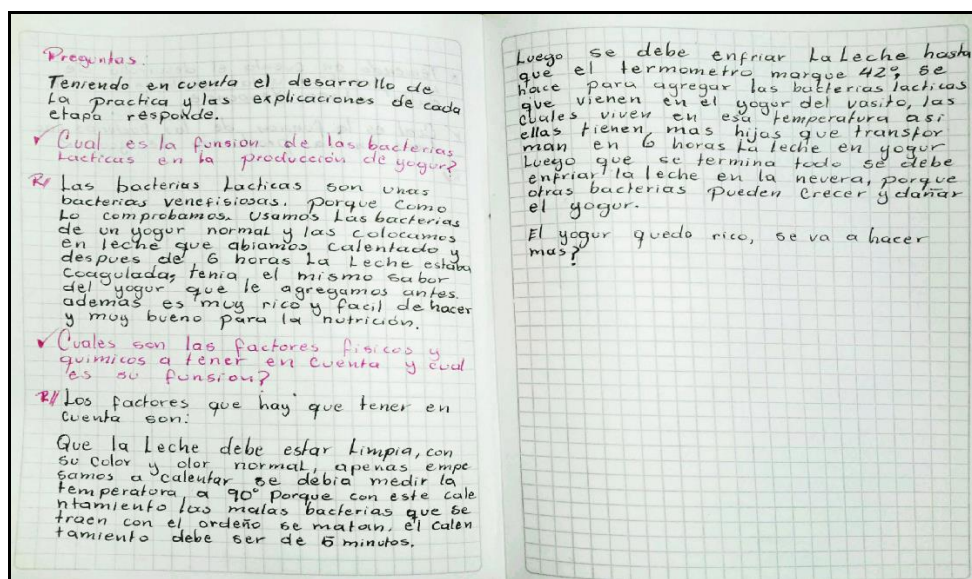
Luego de la introducción orientada en la guía sobre algunos elementos teóricos de importancia sobre las bacterias utilizadas en la fermentación de la leche para la elaboración de yogurt; y el procedimiento que buscó guiar de manera apropiada su accionar dentro del proceso planeado, se obtuvieron los siguientes resultados:

En la actividad inicialmente se profundizó en la elaboración de yogurt, en la observación de las características organolépticas como color, olor y presencia de sustancias extrañas, asegurando la inocuidad de la leche, según el relato: *“que la leche debe estar limpia, con su color y olor normal”* y registro de variables como temperatura y tiempo (Sáez, 2004), factores físicos necesarios para la etapa de pasteurización, en la cual se procede a eliminar las bacterias provenientes en la leche y que permitirá la reproducción posterior de las bacterias lácticas, según el relato: *“apenas empezamos a calentar, se debía medir la temperatura a 90°, porque en este calentamiento las malas bacterias que se traen con el ordeño se matan”* (foto 5 y 6). Además se comprobó el cambio conceptual cuando los estudiantes ya consideraron a las bacterias como organismos vivos, que se reproducen y mueren.

Dentro de sus aportes resaltaron cómo en pocas horas una poca cantidad de cultivo (bacterias lácticas) podría haber convertido la cantidad de leche en yogurt con las mismas características, relato: *“las bacterias lácticas son unas bacterias beneficiosas, porque como lo comprobamos, usamos las bacterias de un yogur normal y las colocamos en la leche que habíamos calentado*

y después de 6 horas la leche estaba coagulada, tenía el mismo sabor del yogur que le agregamos antes” (foto 7, 8 y 9). Los estudiantes relacionaron la función de reproducción de las bacterias, comprobando que las bacterias lácticas son en realidad un ser vivo, es lo que quiso demostrar Pasteur, de modo que el término fermentación en la actualidad designa en su sentido más estricto a la reacción química efectuada por un ser vivo, productor de las enzimas adecuadas, sobre las sustancias químicas del medio en que vive (Alba y Segal, 2010).

Así mismo, los estudiantes alcanzaron a comprender que la leche tiene un contenido de azúcares representado como glucosa, con lo cual se evidencia en afirmaciones como: “la leche tiene el alimento que los microorganismos utilizan y transforman en yogur”, “a las bacterias les gusta el azúcar de la leche”, hecho que les permitió acercarse al concepto de glucólisis, vía metabólica que convierte la glucosa (un tipo de azúcar) en piruvato, el cual es el primer paso de la fermentación o la respiración en las células, (Alba y Segal, 2010), proceso bioquímico que se estudiará en grados superiores, según los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales. Ministerio de Educación Nacional (2004).



**Foto 11.** Registro del desarrollo de preguntas de análisis después de la guía de procesamiento de yogurt.



Al finalizar la práctica, se recogieron las impresiones de los estudiantes con respecto a la misma, en la cual un estudiante expresó la capacidad para diferenciar los beneficios de las bacterias en este caso bacterias lácticas (Foto 11), con expresiones como: *“las bacterias para hacer el yogurt son buenas”*, *“son cultivos probióticos que protegen la flora intestinal”*, las reconoció como seres vivos, que se reproducen en un medio y en unas condiciones físicas, produciendo un cambio en las propiedades iniciales de la leche y atribuyendo beneficios nutricionales al producto final de la fermentación.

Al mismo tiempo, relacionó el efecto de los factores físicos como tiempo y temperatura, evidenciado en comentarios como: *“se debe hervir la leche para matar las bacterias malas”*, *“después de 8 horas estará listo el yogurt”*, como condiciones necesarias para eliminar las bacterias no deseadas en la leche y así poder adicionar las que efectuarán la fermentación láctica.

Así se evidencia como a través de una práctica sencilla se pueden obtener aprendizajes significativos, que conllevan a la comprensión de conceptos, mediados por la didáctica, ideas previas y conocimientos científicos, sin necesidad de memorización.

### ACTIVIDAD 3

#### ¿LA LEVADURA ESTÁ VIVA?



#### PROPOSITO

- Comprender el proceso de fermentación alcohólica como un efecto de las levaduras

#### PREGUNTAS INICIALES

- ¿Qué propiedad de lo vivo observamos en este experimento?
- ¿Existen otros factores que incidieron en los cambios observados, a través del experimento?

#### MATERIALES

- Levadura
- Azúcar
- Agua caliente
- Globo
- Botella plástica

#### PROCEDIMIENTO

- Se disuelven dos cucharadas de levadura en medio vaso con agua caliente.
- Se añade a la mezcla un par de cucharadas de azúcar y se mezcla.
- Se vierte la mezcla en una botella.
- Colocar la boca del globo en la abertura de la botella.

- Describe lo que observas.

### Logros obtenidos durante la práctica



**Foto 12.** Adición y mezcla de levadura con agua y azúcar

La práctica se inició con la preparación de la mezcla (agua, azúcar y levadura) según el procedimiento de la guía (Foto 12), momento durante el cual surgieron los siguientes interrogantes entre los estudiantes: “*Por qué se adiciona agua y azúcar a la levadura?*” “*¿Si se adiciona solo levadura que pasa?*”. Se aclaró que las levaduras como seres vivos, en este caso llamadas *Saccharomyces cerevisiae*, se suelen comercializar deshidratadas en gránulos porque en este estado latente se conserva viva durante más tiempo. Cuando se añade agua, la levadura despierta, se activa y, como cualquier otro ser vivo, necesita obtener energía y en el experimento, la levadura obtendrá de la glucosa del azúcar la energía que requiere para realizar sus funciones vitales, como es la reproducción.



**Foto 13.** Adición de la mezcla a la botella plástica



**Foto 14.** Montaje de la bomba a la botella con la mezcla

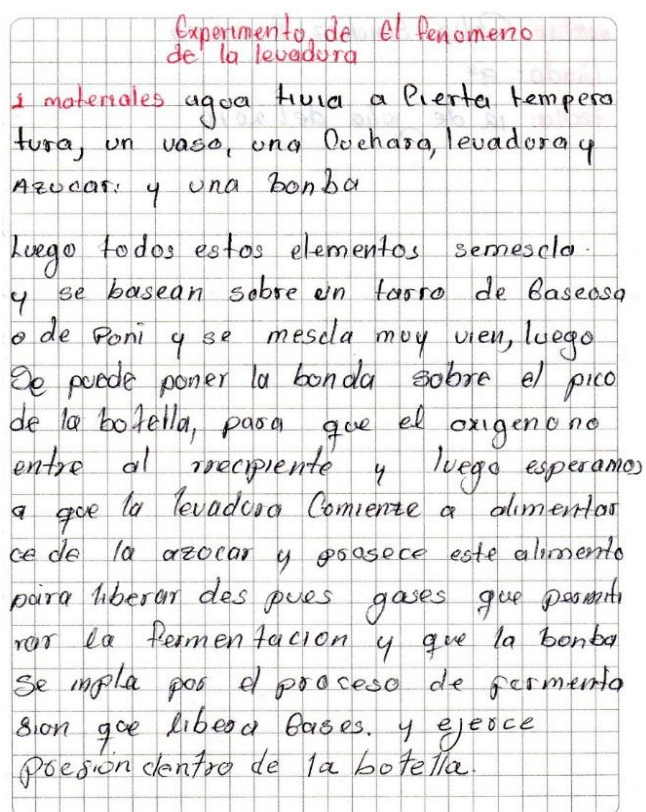
Posteriormente, se depositó la mezcla dentro de la botella plástica y se introdujo el globo en la boca de la botella (Foto 13 y 14), momento en el cual los estudiantes esperaban obtener un cambio inmediato en el volumen del globo, de ahí sus interrogantes, con esto queda demostrado que los conceptos orientados antes de la práctica no fueron significativos para ellos, puesto que esperaban más los efectos de una reacción química que los esperados por acción de las levaduras, como organismos vivos.



**Foto 15.** Acción de la levadura y liberación de  $\text{CO}_2$

Después de aproximadamente 20 minutos, se presentó el cambio en el volumen del globo (Foto 15), el cual fue llamativo a la vista de los estudiantes y se generó el interrogante: “¿y si echamos agua fría que pasa?” Durante la explicación se orientó la necesidad de utilizar agua

caliente para que el experimento funcionara, a raíz de ello surgió la duda sobre qué ocurriría si se adicionara agua fría. Esta pregunta generó un nuevo aprendizaje, al comparar ambos experimentos y sus resultados, algo que no se había propuesto inicialmente en el diseño de la actividad. Los interrogantes siguientes: *¿Qué hace que el agua caliente genere el aumento del volumen del globo?* *¿Por qué las levaduras no actúan con el agua fría?*, llevaron a reflexionar con ayuda del docente sobre la importancia de las guías previas a esta actividad y de la consideración de la levadura como un microorganismo, con funciones vitales en este caso de nutrición. Se aclaró que la levadura, antes de su utilización, se encontraba en estado latente, con control de humedad. Cuando se mezcla azúcar y agua caliente, esta mezcla permite que ella se active y desarrolle su función de nutrición tomando el azúcar como alimento y como producto de ella genere dióxido de carbono (Alba y Segal, 2010).



Experimento de El fenómeno de la levadura

1 materiales agua tibia a Pierta temperatura, un vaso, una Ouchara, levadura y Azucar: y una bomba

Luego todos estos elementos se mezcla y se basean sobre un tarro de Baseosa o de Poni y se mezcla muy bien, luego se puede poner la banda sobre el pico de la botella, para que el oxigeno no entre al recipiente y luego esperamos a que la levadura comience a alimentarse de la azucar y se asece este alimento para liberar des pues gases que permitan la fermentacion y que la bomba se infla por el proceso de fermentacion que libera gases. y ejerce presión dentro de la botella.

**Foto 16.** Observaciones de un estudiante correspondientes a la actividad de las levaduras.

Los estudiantes comprendieron que la levadura es un ser vivo, y que participa en un proceso llamado fermentación, en el cual transforman unas sustancias en otras. Además lograron explicar que el globo se infló porque la levadura utiliza el azúcar como alimento y se produce dióxido de carbono (gas), *“la levadura respira y se alimenta”*, *“a las levaduras les gusta el azúcar”*. Igualmente comprendieron que el gas aumenta la presión dentro de la botella y hace que el globo se infle, *“se producen burbujitas”*, *“la levadura está viva”*. La experiencia permitió realizar cambios conceptuales en las ideas de los estudiantes con respecto a una clase de microorganismos como son las levaduras. (Foto 16).

La principal contribución de la Unidad Didáctica que se diseñó como resultado final de este proyecto de investigación, radica en que la misma pretendió establecer una relación entre las ideas previas que poseen los estudiantes y el conocimiento científico, en este caso del concepto fermentación. Concepto que visto desde su construcción histórica permitió entender las dificultades que el ser humano tuvo que afrontar y superar en su momento para generar conocimiento científico en torno a la comprensión de manera particular del concepto fermentación.

Las guías diseñadas y desarrolladas son una muestra que la realización de actividades contextualizadas dentro de un eje temático y unas preguntas orientadoras, son estrategias que encaminan al estudiante a la observación, indagación y generación de hipótesis que lo acercan hacia la superación de los obstáculos que puedan presentar en su aprendizaje. Es así, como en esta Unidad Didáctica se orientó a llevar a cada uno de los estudiantes de grado octavo de la I.E.A.C, a la comprensión del concepto fermentación con actividades orientadas y los resultados observados presentan una considerable superación de los obstáculos obtenidos a partir de la exploración de las ideas previas.

## CAPITULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1. CONCLUSIONES

El problema planteado en esta investigación recoge la pregunta: **¿Cómo a partir de una Unidad Didáctica se puede afianzar el proceso de aprendizaje del concepto fermentación en estudiantes de grado octavo de educación básica secundaria?** Para abordar este problema se asumió que la construcción del concepto fermentación aporta elementos para la elaboración de una Unidad Didáctica para el aprendizaje del concepto.

La primera etapa del diseño metodológico aportó consideraciones acerca del desarrollo y construcción del concepto fermentación, a partir de los autores citados, se pueden mencionar los siguientes: Edwar Jorden (1569-1632), Jean-Baptiste van Helmont (1579-1644), Thomas Sydenham (1624-1689), Franz de la Bøe (1614-1672), Thomas Willis (1621-1675), Giovanni Fabbroni (1752-1822), Nicolas Appert (1750-1841), Antoine Lavoisier (1775), Cagniard-Latour (1836), Moritz Traube (1826-1894), Eduard Buchner (1860-1917), Louis Pasteur (1822-1889), Alba y Segal (2010). Esta investigación permitió visualizar la construcción del concepto “fermentación” y detectó algunos obstáculos como: la consideración del proceso de fermentación como un cambio físico-químico, así mismo se relacionó con la putrefacción, o proceso ocasionado por seres microscópicos generados en un sustrato (generación espontánea) y concepciones antropocéntricas a los que se vieron enfrentados los científicos de cada época, consideraciones que posteriormente se confrontaron en el análisis de las ideas previas de los estudiantes. También se tuvieron en cuenta trabajos relacionados con el concepto: Moreno (2013), Díaz y otros (1996), Medina y Zuluaga (2000), Durango (2012), Byrne y otros (2009), los cuales permitieron profundizar sobre las dificultades que presentan los estudiantes en el aprendizaje de la fermentación y la importancia de recurrir a la construcción de herramientas didácticas en el momento de abordar la enseñanza de conceptos científicos, como alternativas pedagógicas que permiten otras formas de solución de problemas.

Con relación a las ideas previas que los estudiantes de grado octavo y grado noveno poseen sobre el concepto “fermentación”, las cuales se exploraron mediante dos cuestionarios para cada grado en dos instituciones educativas diferentes, sintetizadas en las tablas 2 a 12, se determinó una conceptualización de fermentación por parte de los estudiantes constituido por las siguientes categorías: antropomórfica, microbiológica, factores químicos, factores físicos, transformación de alimentos. La relación entre las ideas de los estudiantes con las desarrolladas en diferentes momentos de la construcción histórica del concepto, se presenta según los siguientes aspectos:

- La visión antropomórfica, ante la incapacidad de considerar la fermentación como un proceso de respiración y menos aún como anaerobio. Sin embargo, los estudiantes que relacionaron la respiración con el proceso de fermentación, lo asumen como el proceso respiratorio en humanos, desde el nivel macroscópico, atribuyendo características humanas (Tamayo y Sanmartí, 2003).
- Algunos estudiantes por orientación previa en el tema de microorganismos, o procesos de enculturización pudieron explicar los cambios en el alimento a partir de la acción de los microorganismos, dando una explicación de tipo biológico (Medina y Zuluaga, 2000), pero no se amplió en la justificación de los mismos, por tanto siguieron teniendo vacíos conceptuales alrededor del efecto de los microorganismos en los alimentos.
- La tendencia que más se mantuvo fue considerar los factores físicos y químicos como los causantes de la fermentación, puesto que al tratarse de un fenómeno no visible a simple vista, buscaron dar explicaciones a su alcance para su comprensión, obstáculo histórico presente hasta el desarrollo del microscopio, por medio del cual se observaron levaduras vivas, cambiando la idea predominante de que la fermentación era más que un proceso físico-químico. (Barnett, 1998).
- La transformación de alimentos es otra de las relaciones con el proceso de fermentación, en tanto las primeras observaciones del fenómeno se realizaron con alimentos (elaboración de



vino, cerveza, pan) sin reconocer la acción de la fermentación en otros campos como la elaboración de abonos, industria farmacéutica, entre otras. Así mismo, entre las dificultades se identificó que en los libros de texto se subraya la producción industrial de alimentos, más que como un proceso biológico, omitiendo de igual manera la explicación científica. Esto ocasiona que los estudiantes asumieron la fermentación como un proceso automatizado en fábricas, sin considerar la participación de los microorganismos.

A partir de lo descrito, teniendo en cuenta la construcción del concepto y la forma como se identificaron los obstáculos a partir de la construcción histórica se diseñó una Unidad Didáctica para el aprendizaje del concepto “fermentación”. En ella se plantearon tres guías con sus respectivos propósitos, preguntas iniciales y actividades experimentales en cada caso. Las estrategias didácticas escogidas fueron preguntas movilizadoras, conceptos y estrategias didácticas, las cuales buscaron que los estudiantes comprendieran el concepto “fermentación” de forma dinámica y significativa, sin abandonar la conceptualización científica.

La aplicación de la estrategia didáctica mostro resultados significativos de acuerdo a las actividades que se diseñaron, para el caso del logro de aprendizajes en secundaria. A lo largo de la estrategia, surgieron diversas confrontaciones en los estudiantes que permitieron superar en alguna medida el conflicto cognitivo que en ellos pudo existir. La primera guía, se diseñó para ubicar al estudiante en el tema de microorganismos y su función biológica en los cambios que se producen en los alimentos. Los estudiantes demostraron la ampliación de la idea de considerar los microorganismos como seres con vida y funciones capaces de transformar alimentos y que las condiciones físicas y químicas, son factores que crean el ambiente adecuado para su desarrollo.

La segunda guía, orientada alrededor del tema de bacterias, pretendió abordar el concepto fermentación, a partir de la función biológica de respiración anaerobia efectuada por las bacterias lácticas. Los estudiantes reconocieron el manejo de la temperatura y tiempo como factores físicos para crear las condiciones para el posterior desarrollo de las funciones vitales de las bacterias, de igual manera, identificaron a las bacterias dentro del grupo de los microorganismos, con sus funciones vitales de nutrición y respiración, y la posibilidad de que

si se incrementa la temperatura de la leche, las bacterias pueden morir. Posteriormente, al depositar las bacterias lácticas comprendieron que pasado cierto tiempo, las mismas cumplen también con su función de reproducción, verificaron que una porción de bacterias lácticas pudieron reproducirse hasta convertir una mayor cantidad de leche en yogur, con sus características organolépticas.

La última guía buscó que a través de un experimento confirmaran la función vital de las levaduras, donde reconocieron también el control de los factores físicos temperatura y tiempo, así mismo la utilización de un sustrato (azúcar) para la nutrición de la levadura. Efectuada la experiencia comprendieron que la levadura se alimenta y produce desechos como el dióxido de carbono, proceso que desencadena la fermentación alcohólica.

Para realizar la construcción del concepto, se recurrió a elementos de la historia que están referenciados y ligados a las dificultades de los estudiantes para comprender el concepto fermentación, entre ellos: ser vivo, célula, microorganismo, bacteria, levadura, respiración, metabolismo, nutrición. Así mismo, este análisis brindó elementos para el diseño de una Unidad Didáctica, creando una relación entre las ideas previas de los estudiantes, el conocimiento científico y las experiencias cotidianas que permitieron avanzar hacia el aprendizaje significativo.

Finalmente, como docente en ejercicio profesional pedagógico, apoyada en esta investigación en el enfoque Investigación Acción Pedagógica, experimenté la deconstrucción de mi práctica inicial para ir en busca de un saber más acorde con la realidad del contexto, y con las expectativas y problemáticas que los estudiantes experimentan. La construcción de la Unidad Didáctica se convirtió en una alternativa más efectiva, con la posibilidad de adaptaciones que permitieran el dialogo entre teoría y práctica, desembocando en la satisfacción de cambio que se produjo en los estudiantes en su comportamiento y formas de solucionar problemas con los nuevos planteamientos didácticos y formativos, indicadores subjetivos de efectividad.

## **8.2. RECOMENDACIONES**

A partir de la Unidad Didáctica trabajada de las dificultades de los estudiantes, se hace importante que posteriores estudios aborden en el proceso de la Enseñanza, de tal manera que analicen las posturas de los docentes frente a lo que se enseña sobre el concepto "Fermentación".

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Astolfi, J. (1999). El tratamiento didáctico de los obstáculos epistemológicos. *Revista Educación y Pedagogía*. 11 (25) pp. 151-171.

Aznar, V. (2000). ¿Qué sabemos sobre Biotecnología? *Revista Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* (Núm.025 - Julio, Agosto, Septiembre 2000). Recuperado desde: <http://www.grao.com/revistas/alambique/025-biotecnologia/que-sabemos-sobre-biotecnologia>.

Bachelard, Gastón. (1976). *La formación del espíritu científico*. 5 ed. México: Siglo Veintiuno, editores, S.A.

Bachelard, G. (2007). *La formación del espíritu científico: contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo*. (Vigesimosexta ed.). (J. Babini, Trad.) Buenos Aires: Siglo XXI editores.

Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. De Aniversario. *Educación Química*. 210-217 p.

Byrne, J., Grace, M., y Hanley, P. (2009). Children's anthropomorphic and anthropocentric ideas about microorganisms. *Educational research*.

Campanario, J., y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de la Ciencias*.

Cañal, P. (1999). Photosynthesis and inverse respiration in plants: an inevitable misconception. *International Journal of Science Education*, p. 363-371.

Carretero, M. (1997). Desarrollo cognitivo y aprendizaje. En: Constructivismo y Educación. Progreso. México.

Castro, N., Trujillo, M., y Guerrero, J. (2006). Obstáculos cognitivos asociados al aprendizaje del concepto de función real. Universidad de La Salle Colombia. Vol 1. N° 2. 29- 32 p.

Díaz, R., López, R., García, A., Abuín, G., Nogueira, E. y García, J. (1996). ¿Son los alumnos capaces de atribuir a los microorganismos algunas transformaciones de los alimentos? Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Santiago.

Durango, M. (2012). La microbiología en la escuela. Una experiencia didáctica, aplicada a séptimo grado de educación básica. Universidad Nacional. Sede Medellín.

Escamilla, A. (1992). Unidades didácticas, una propuesta de trabajo en el aula. Zaragoza: Luis Vives. Colección Aula Reforma.

Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación, Enseñanza de las Ciencias, 1986, 4 (1), pp. 30–35.

Harlen, W. (1989). Enseñanza y aprendizaje de la ciencia. Madrid: Ediciones Morata, S.L.

Lock, R. (1996). Biotechnology and Genetic Engineering: Student Knowledge and Attitudes: Implications for Teaching Controversial Issues and the Public Understanding of Science. En G, Welford; J, Osborne y P, Scott (Eds.), Research in Science Education in Europe. Current issues and themes (pp. 229-242). London: Falmer Press.

Malisani, E. (1999). Los obstáculos epistemológicos en el desarrollo del pensamiento algebraico, visión histórica. Revista IRICE. Instituto de investigaciones en ciencias de la educación di Rosario. Argentina.

Medina, O y Zuluaga, C. (2000). El concepto de fermentación: una aplicación de su historia en la enseñanza de las ciencias naturales. Tesis de licenciatura en biología y química. Universidad del Valle. Cali.

Ministerio de Educación Nacional (2004). Formar en ciencias: el desafío, lo que necesitamos saber y saber hacer. Estándares básicos de ciencias naturales y ciencias sociales. Guía número 7.

Mora, A. (2002). Obstáculos epistemológicos que afectan el proceso de construcción de conceptos del área de ciencias en niños de edad escolar. Informe de investigación. San Ramón: Coordinación de Investigación, Sede de Occidente, UCR. 12 p.

Moreira, M. Et al. (1997). Actas del Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo. Burgos, España.

Moreno, G y Mota, D. (2013). Construcción de modelos en clase acerca del fenómeno de la fermentación, con alumnos de educación secundaria”. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos. No. 1, Vol. 9, pp. 53-78. Manizales: Universidad de Caldas.

Norman, D. (1983). Algunas observaciones sobre modelos mentales. En Gentner, D. & Stevens, A. (Eds) Mental models.

Pozo, J., Pérez, M., Sanz, A. y Limón, M. (1992). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia como teorías implícitas, Infancia y Aprendizaje.

Restrepo, B. (2004). La investigación-acción educativa y la construcción de saber pedagógico Educación y Educadores [en línea] 2004: [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2016] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83400706>> ISSN 0123-1294

Rivera, D. (2011). Propuesta didáctica para la enseñanza del concepto célula a partir de su historia y epistemología. Universidad del Valle, Santiago de Cali.

Tamayo, O y Sanmartí, N. (2003). Estudio multidimensional de las representaciones mentales de los estudiantes. Aplicación del concepto de respiración. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales. Niñez y Juventud, 1. Colombia: Centro Internacional de Educación y Desarrollo Humano – CINDE – Universidad de Manizales.

Sáez, J. (2004). Un benefactor universal. Pasteur. NIVOLA libros y ediciones, S.L.

Tamayo, O. et al., (2010). La clase multimodal. Formación y evolución de conceptos científicos a través del uso de las tecnologías de la información y la comunicación. Universidad Autónoma de Manizales.

Zambrano, Alfonso C. (2000). Relación entre el conocimiento del estudiante y el conocimiento del maestro en las ciencias experimentales. Fondo Editorial de la Universidad del Valle. Cali.

## **ANEXOS**

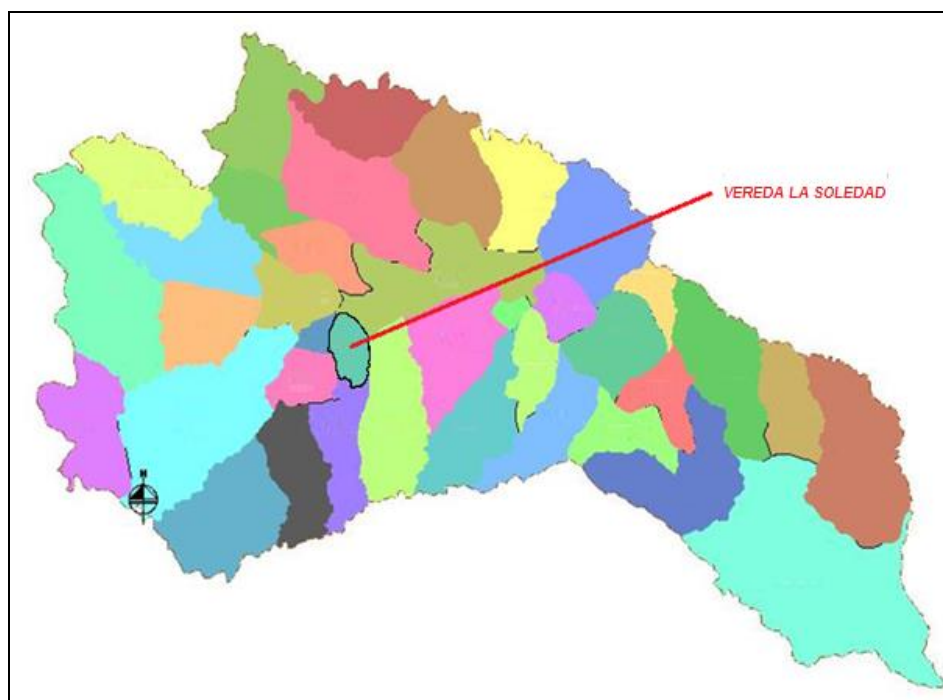


**Anexo 1. Ubicación geográfica del municipio de Rosas Cauca**



Fuente: <http://caucaextremo.com/site/wp-content/uploads/2016/01/cauca.jpg>

## **Anexo 2. Ubicación de la Vereda La Soledad del municipio de Rosas Cauca**



Fuente: Archivo Alcaldía Municipal Rosas Cauca, 2016.

## **Anexo 3. Caracterización de la Institución Educativa.**

La Institución Educativa Alfonso Córdoba, fue creada en el mes de abril del año 2004 mediante la resolución n° 0441, en donde se integran las sedes de La Laja, Chontaduro, Párraga Viejo, Santa Clara, El Alto de las Yervas, Bellavista y el Retiro.

La sede principal Alfonso Córdoba, se encuentra ubicada a 15 km del casco urbano de Rosas. La comunidad de esta región es de población campesina mestiza, se dedica principalmente a las actividades agrícolas. El producto principal es el café, seguido por el chontaduro, caña de azúcar, plátano, frutales; existen plantas autóctonas: nacedero, Perico, Cordoncillo, Mestizo, Platanillo, hiraca, Yarumo y la Guadúa que se utiliza para la nutrición de los nacimientos de agua. En la parte pecuaria se encuentran aves de corral, cerdos, curíes, en baja escala el ganado y algunas personas trabajan en sus fincas (gran porcentaje minifundistas). Los niños, niñas y jóvenes que asisten a la Institución Educativa pertenecen al sector campesino.

## Anexo 4. Formato permiso al Rector de la Institución Educativa Alfonso Córdoba para realizar el Trabajo de Investigación

Vereda La Soledad, Municipio de Rosas Cauca

**Asunto: Consentimiento Informado para la Participación de la I.E en una Investigación Educativa de carácter académico.**

Yo, **EDER CRISTOBAL PIAMBA RUIZ**, identificado con cédula de ciudadanía número 4774843 de Tombó, en mi calidad de Rector de la Institución Educativa Alfonso Córdoba, Municipio de Rosas (Cauca) y considerando la solicitud de **Liliana Maricela Gómez Gómez**, identificada con cédula de ciudadanía número **25.283.048** de Popayán, en su calidad de docente de Ciencias Naturales (Biología) de la institución antes mencionada y como estudiante del programa de Maestría en Educación de la Universidad del Cauca, respecto a su interés en adelantar la investigación titulada: **EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO FERMENTACION A PARTIR DE SU HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA**, desarrollada bajo la dirección de Mg. Diego Alexander Rivera Gómez y

### Considerando que:

- 1. OBJETIVO:** El propósito general de este estudio es, ofrecer aportes didácticos desde la construcción histórico epistemológica del concepto fermentación para superar las dificultades de comprensión del mismo en estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Alfonso Córdoba del municipio de Rosas (Cauca).
- 2. POBLACION:** Se espera que participen: 14 estudiantes de grado 8° y 6 estudiantes del grado 9°
- 3. TIEMPO:** El proyecto se realizará durante el segundo semestre de 2014 y el año 2015, tiempo en el que mediante diversas técnicas de recolección de información, se realizarán a los estudiantes algunas preguntas relacionadas con dificultades en el proceso de aprendizaje del concepto Fermentación. Se aplicará las siguientes técnicas: entrevistas, encuestas, observación, grabaciones audio/video, imágenes, entre otras; para indagar y observar conceptos y situaciones relacionadas con el aprendizaje. La responsabilidad de la I.E. consiste en permitir que durante la jornada escolar se pueda recolectar la información sin que se vea afectado el libre desarrollo de las actividades académicas, en los espacios dentro del colegio y en algunos casos se solicitará tiempo adicional a los estudiantes para completar o ampliar los datos obtenidos antes o después de la práctica. Podrán solicitar repetición de la instrucción cuantas veces sea necesario para tener claridad sobre lo que deben hacer.

4. **MOLESTIAS Y RIESGOS:** Certifico que para la presente investigación ningún estudiante estará expuesto a ningún riesgo que le pueda causar daño físico, psicológico, social, legal o de otro tipo, pues las actividades que se realizarán no son peligrosas, por el contrario el beneficio es que podrán participar desde el ámbito académico a contribuir en identificar elementos importantes para el proceso de aprendizaje y obtener el correspondiente reconocimiento por su contribución a la enseñanza de las ciencias en los eventos en que la investigadora participe.
5. **CONFIDENCIALIDAD:** Se asegura que la información que se obtenga a través de este trabajo de investigación cuenta con las garantías de total confidencialidad al no revelar nombres, características o situaciones comprometedoras que posibiliten la identificación de los estudiantes. Se da seguridad que no se identificará a los participantes en las presentaciones o publicaciones que se hagan de este estudio y que los datos relacionados con la privacidad serán manejados en forma confidencial. La información recolectada en este estudio tendrá una finalidad académica y se dará a conocer a todos los interesados los resultados, los cuales serán comunicados y publicados.
6. **BENEFICIOS:** Por tanto, el beneficio es colectivo, es la posibilidad de reconocer aspectos fundamentales en el proceso de enseñanza y de aprendizaje de una temática específica que permite potencializar el escenario educativo; la participación de la I.E no incluye compensación económica y no tendrá que acarrear con ningún tipo de gasto o costo.
7. **LIBERTAD DE PARTICIPACION:** También se informa que la participación de la I.E. Alfonso Córdoba en la presente investigación es completamente voluntaria y tendrá la libertad de retirarse en el momento en que lo desee.

Teniendo claro lo anterior, manifiesto mi consentimiento para realizar la investigación señalada en este documento de acuerdo a lo expuesto a los 2 días del mes de Octubre de 2014.

Atentamente,

  
Rector

**Anexo 5. Formato consentimiento informado dirigido a los padres de familia de los estudiantes de grado octavo y noveno de la Institución Educativa Alfonso Córdoba**

**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN DEL ESTUDIANTES EN UNA INVESTIGACIÓN**

A continuación se establece el siguiente acuerdo de participación en una investigación no experimental:

- 1. TITULO: EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO FERMENTACION A PARTIR DE SU HISTORIA Y EPISTEMOLOGIA.** Esta investigación consiste en un estudio académico.
- 2. OBJETIVO:** Ofrecer aportes didácticos desde la construcción histórico epistemológica del concepto fermentación para superar las dificultades de comprensión del mismo en estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Alfonso Córdoba del municipio de Rosas (Cauca).
- 3. POBLACION:** Se espera que participen 14 estudiantes de grado 8º y 6 estudiantes de grado 9º.
- 4. EL TIEMPO:** El proyecto se realizará durante el segundo semestre de 2014 y el año 2015. Tiempo en el que mediante diversas técnicas se hará la recolección de información relacionada con las dificultades en el proceso de aprendizaje del concepto Fermentación. Mi responsabilidad consiste en autorizar la participación de mi representado de los espacios programados para recolectar la información dentro de la institución.
- 5. RIESGOS:** Certifico que estoy informado que para la presente investigación no estará expuesto mi representado a ningún riesgo que le pueda causar daño de ningún tipo, por el contrario el beneficio es que podrá participar desde el ámbito académico a contribuir en identificar elementos importantes para el proceso de aprendizaje.
- 6. CONFIDENCIALIDAD:** Se me asegura que la información que se obtenga a través de este trabajo de investigación cuenta con las garantías de total confidencialidad al no revelar nombres, características o situaciones comprometedoras que posibiliten la identificación de mi representado.
- 7. BENEFICIOS:** Por tanto, el beneficio es colectivo y la participación de mi representado no incluye compensación económica y no tendré que acarrear ningún tipo de gasto o costo.
- 8. LIBERTAD DE PARTICIPACION:** También se me ha informado que la participación en la presente investigación es completamente voluntaria y tendré la libertad de retirarme en el momento en que desee.

Por todo lo anterior, aceptamos la participación voluntaria en la presente investigación para lo cual se firma a los \_\_\_\_ días del mes de **Octubre** del año **2014**.

Mónica Rosado Hoyos  
Nombres y Apellidos del Padre de Familia/Acudiente

Angie Nicol Gomez Hoyos  
Nombre completo del estudiante

**Anexo 6. Formato del cuestionario para la exploración de ideas previas sobre el concepto “fermentación” a estudiantes de grado octavo**

**INSTITUCION EDUCATIVA ALFONSO CORDOBA**

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

Contesta el siguiente cuestionario de acuerdo con tus conocimientos sobre los temas planteados.

1. ¿Conoces algún ser vivo que pueda realizar la respiración sin oxígeno?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

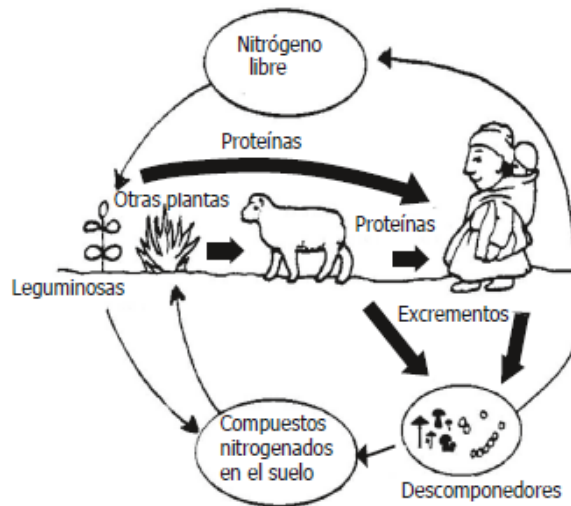
Si tu respuesta es NO. ¿Por qué lo consideras así?

2. Subraya las situaciones con las que tu creas se relaciona la palabra FERMENTACION:

- a) Fractura de huesos
- b) Elaboración de pan
- c) Crecimiento de plantas
- d) Elaboración de yogur
- e) Infección de heridas
- f) Producción de cerveza
- g) Otras que tu consideres \_\_\_\_\_

De las que escogiste, selecciona una y explica por qué la relacionas con la palabra FERMENTACIÓN:

3. El siguiente gráfico representa una cadena alimenticia donde están presentes los organismos productores, consumidores y descomponedores. ¿Qué pasaría si no existieran los descomponedores (microorganismos) en la cadena?



---

---

---

---

---

4. Se deja reposar un vaso de leche durante un tiempo determinado y se observa que la leche adquiere una textura grumosa con olor fuerte y sabor agrio.

a) ¿Qué crees que sucede al interior de la leche?

---

---

---

---

b) ¿Qué es lo que hace que la leche cambie?

---

---

---

---

c) Mediante un dibujo representa lo que crees que sucede en la leche

**Anexo 7. Formato del cuestionario para la exploración de ideas previas sobre el concepto “fermentación” a estudiantes de grado noveno**

**INSTITUCION EDUCATIVA ALFONSO CORDOBA**

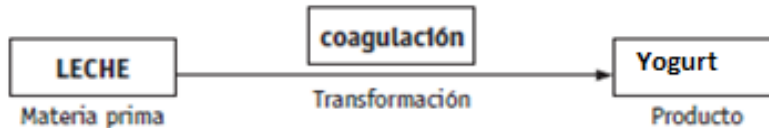
**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

Contesta el siguiente cuestionario de acuerdo con tus conocimientos sobre el tema planteado.

1. Las levaduras son los hongos que al adicionarse a la harina y durante un tiempo determinado aumentan el volumen de la masa. ¿Explica por qué se da este fenómeno?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. El siguiente gráfico, presenta el proceso general de transformación de la leche en yogurt:



¿Cómo crees que se da el proceso de transformación?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. ¿Sabes por qué el yogurt es ácido?







\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. El vino es otro de los productos obtenidos por la transformación del jugo de uva. ¿Sabes por qué contiene alcohol?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



5. Identifica los procesos que se relacionan con el concepto fermentación

<p><input type="radio"/> Se sala el producto seco para bloquear el crecimiento microbiano</p> 	<p><input type="radio"/> Se elimina el contenido de agua de los alimentos para evitar el desarrollo de microorganismos.</p> 
<p><input type="radio"/> Se calienta el producto hasta alcanzar altas temperaturas y después se enfría bruscamente.</p> 	<p><input type="radio"/> La temperatura de los alimentos se lleva hasta -18 °C, así se detiene la actividad microbiana.</p> 
<p><input type="radio"/> Se aprovechan los bacilos lácteos (microbios) para aumentar el valor nutritivo.</p> 	<p><input type="radio"/> Se calienta el producto entre 135 °C y 150 °C durante 1 a 5 segundos. Se envasa herméticamente.</p> 

### Anexo 8. Respuestas de los estudiantes de grado octavo de la I.E.A.C a las diferentes preguntas del cuestionario

PREGUNTA	IDEAS PRINCIPALES	ESTUDIANTE	FRECUENCIA	TOTAL
<b>P1</b>	SI	<b>E1/E3/E5/E8/E12</b>	<b>5</b>	<b>12</b>
	NO	<b>E2/E4/E6/E7/E9/E10/E11</b>	<b>7</b>	
<b>P1.1</b>	Los seres vivos necesitan oxígeno para vivir	<b>E2/E4/E6/E7/E9/E10/E11</b>	<b>7</b>	<b>12</b>
	No responden	<b>E1/E3/E5/E8/E12</b>	<b>5</b>	
<b>P2</b>	• Fractura de huesos	<b>E4/E8</b>	<b>2</b>	<b>12</b>
	• Elaboración de pan	<b>E2/E12</b>	<b>2</b>	
	• Crecimiento de plantas	<b>E3/E8/E10</b>	<b>3</b>	
	• Elaboración de yogurt	<b>E1/E5/E6/E7/E9/E10/E11/E12</b>	<b>8</b>	
	• Infección de heridas	<b>E8</b>	<b>1</b>	
	• Producción de cerveza	<b>E7/E10</b>	<b>2</b>	
	• Elaboración de queso	<b>E1/E6/E11</b>	<b>1</b>	
<b>P2.1</b>	Elaboración de yogurt: “las bacterias se reproducen y fermentan el yogurt”	<b>E1/E5/E9</b>	<b>3</b>	<b>12</b>
	Elaboración de pan: “por la textura blanda y adicionan un producto para que dure más”	<b>E2</b>	<b>1</b>	
	Crecimiento de una planta: “las plantas realizan el proceso de fermentación”	<b>E3/E10</b>	<b>2</b>	
	Fractura de huesos: “los huesos se fermentan para poder curar la fractura”	<b>E4/E8</b>	<b>2</b>	
	El yogurt pasa por un proceso de fermentación	<b>E6/E11/E12</b>	<b>3</b>	
	No responde	<b>E7</b>	<b>1</b>	
<b>P3</b>	“No existieran animales y plantas, porque ellas se nutren de lo que han descompuesto los microorganismos. Ellos producen oxígeno y nitrógeno libre”	<b>E1/E2/E9</b>	<b>3</b>	<b>12</b>
	“No habría vida, el aire estaría muy contaminado”	<b>E3/E5/E10</b>	<b>3</b>	
	“No habría cadenas alimenticias, todo se acabaría”	<b>E4</b>	<b>1</b>	
	“No habría nitrógeno, las plantas no podrían elaborar proteínas para brindarlas a los animales”	<b>E6/E11/E8</b>	<b>3</b>	
	“La tierra no sería fértil y las plantas no se desarrollarían bien”	<b>E12/E7</b>	<b>2</b>	
<b>P4.1</b>	“al interior de la leche hay bacterias, por eso se vuelve fuerte y grumosa”	<b>E1</b>	<b>1</b>	<b>12</b>
	“la leche coge un sabor feo y empieza una textura con grumos y mal sabor”	<b>E2</b>	<b>1</b>	
	“se descompone su textura”	<b>E3</b>	<b>1</b>	
	“se descompone y al tomarla hace daño”	<b>E4</b>	<b>1</b>	
	“la leche se va asentando”	<b>E5</b>	<b>1</b>	

	“se va descomponiendo porque se ha dejado mucho tiempo y la leche queda con textura cremosa”	<b>E6/E7</b>	<b>2</b>	
	“la leche puede agriarse, da un cambio y se empieza a cortar y a dar un sabor amargo”	<b>E8</b>	<b>1</b>	
	“se va descomponiendo, es como un proceso de fermentación, las bacterias la hacen poner fuerte”	<b>E9</b>	<b>1</b>	
	“la leche se descompone por microorganismos que están en el aire”	<b>E10</b>	<b>1</b>	
	“la grasa se acumula en la parte de arriba y la leche estaba en una mala temperatura, no adecuada para ella”	<b>E11</b>	<b>1</b>	
	“si uno la bate, ella tiene razón de agriarse en el interior”	<b>E12</b>	<b>1</b>	
<b>P4.2</b>	“el clima y la contaminación del oxígeno”	<b>E6</b>	<b>1</b>	<b>12</b>
	“la leche necesita refrigeración y no se refrigera las bacterias empiezan el proceso de fermentación”	<b>E1</b>	<b>1</b>	
	“que la leche ha estado mucho tiempo y le cambia la textura y el sabor”	<b>E2</b>	<b>1</b>	
	“la temperatura y el tiempo que estuvo al aire libre”	<b>E3</b>	<b>1</b>	
	“las bacterias hacen que la leche se ponga fuerte”	<b>E4/E9</b>	<b>2</b>	
	“porque se la deja mucho tiempo cocinada y hace que cambien sus proteínas”	<b>E7</b>	<b>1</b>	
	“los microorganismos descomponedores y las bacterias”	<b>E10</b>	<b>1</b>	
	“todo lo que está a su alrededor y también las altas temperaturas que hacen que se ponga fuerte”	<b>E11</b>	<b>1</b>	
	“cuando por ejemplo probamos la leche empieza a agriarse y cortarse”	<b>E8</b>	<b>1</b>	
	“la leche cambia cuando se pone a hervir”	<b>E5</b>	<b>1</b>	
	“La leche se bate por eso cambia”	<b>E12</b>	<b>1</b>	

### Anexo 9. Respuestas de los estudiantes de grado noveno de la I.E.A.C a las diferentes preguntas del cuestionario

PREGUNTA	CATEGORIAS	ESTUDIANTE	FRECUENCIA	TOTAL
<b>P1</b>	“Las levaduras aumentan el volumen de las harinas”	<b>E1/E4/E10</b>	<b>3</b>	<b>10</b>
	“Los hongos más la harina aumentan la cantidad”	<b>E2</b>	<b>1</b>	
	“La levadura más la harina aumentan las moléculas de la levadura”	<b>E3</b>	<b>1</b>	
	“Los componentes que tiene la levadura hace que la harina esponje”	<b>E5</b>	<b>1</b>	
	“Los hongos a medida que se adicionan a la harina empiezan a descomponerse y eso hace cambiar de tamaño”	<b>E6</b>	<b>1</b>	
	“Los hongos hacen un proceso en la harina”	<b>E7</b>	<b>1</b>	
	“Los hongos en un tiempo actúan en la harina y le da un cambio”	<b>E8</b>	<b>1</b>	
	“Las levaduras ayudan a fermentar la harina”	<b>E9</b>	<b>1</b>	
<b>P2</b>	“A la leche se adicionan bacterias de yogurt y las bacterias se toman la leche produciendo así el yogurt”	<b>E1</b>	<b>1</b>	<b>10</b>
	“La leche se deja por un tiempo determinado para que se pueda transformar en yogurt”	<b>E2/E3</b>	<b>2</b>	
	“Las bacterias del yogurt van transformando la leche en más bacterias y por eso la leche se transforma en yogurt”	<b>E4</b>	<b>1</b>	
	“A la leche se le echa yogurt y las bacterias del yogurt convierten la leche en yogurt”	<b>E5/E9</b>	<b>2</b>	
	“La leche tiene unos microorganismos que hacen que este producto se vaya descomponiendo a medida que la va cambian”	<b>E6</b>	<b>1</b>	
	“La leche tiene unos microorganismos, esto produce que la leche vaya coagulando y se convierta en un producto consumible”	<b>E7</b>	<b>1</b>	
	“La leche comienza a dar un cambio donde se cuaja y es ahí donde las bacterias y los microorganismos actúan más rápido para que se dé el producto”	<b>E8</b>	<b>1</b>	
	“La leche cuando se coagula es porque tiene bacterias que la hacen cuajar para el proceso del yogurt”	<b>E10</b>	<b>1</b>	
<b>P3</b>	“No sabe”	<b>E1/E2/E6</b>	<b>3</b>	<b>10</b>
	“Al dejar la leche por un tiempo con los demás productos que se le adicionan queda ácido”	<b>E3/E4/E5/E8</b>	<b>4</b>	
	“La leche tiene bacterias y no es hervida, sino tibia, casi cruda y si la dejan arto tiempo toma un sabor acido”	<b>E7</b>	<b>1</b>	
	“Porque es expuesto a frio, al calor y al clima normal y esto junto con las bacterias lo descomponen”	<b>E9</b>	<b>1</b>	
	“Por la fruta que se le echa y porque la leche esta cuajada”	<b>E10</b>	<b>1</b>	
<b>P4</b>	“El vino contiene alcohol para poder que se conserve”	<b>E1/E8</b>	<b>2</b>	<b>10</b>

	“En la transformación de deben adicionar alcohol”	<b>E2</b>	<b>1</b>	
	“Al dejar fermentar el jugo se enfuerta y comienza a tener alcohol”	<b>E3/E9</b>	<b>2</b>	
	“Contiene alcohol para así tener un sabor fuerte y también para que no se dañe”	<b>E4</b>	<b>1</b>	
	“Al guardarlo la uva se vinagra y produce un ácido y se convierte en alcohol”	<b>E5</b>	<b>1</b>	
	“Lo guardan por un tiempo determinado y eso hace que el vino empiece a tener un sabor fuerte”	<b>E6/E7</b>	<b>2</b>	
	“No sé”	<b>E10</b>	<b>1</b>	
<b>P5</b>	“Se aprovechan los bacilos lácteos (microbios) para aumentar el valor nutritivo”	<b>E1/E2/E4</b>	<b>3</b>	
	“La temperatura de los alimentos se lleva hasta -18°C, así se detiene la actividad microbiana”	<b>E1/E6/E7/E8/E9</b>	<b>5</b>	
	“Se calienta el producto entre 135°C y 150°C durante 1 a 5 segundos. Se envasa herméticamente”	<b>E2/E3/E9</b>	<b>3</b>	
	“Se calienta el producto hasta alcanzar altas temperaturas y después se enfría bruscamente”	<b>E3</b>	<b>1</b>	
	“Se elimina el contenido de agua de los alimentos para evitar el desarrollo de microorganismos”	<b>E6/E7/E8</b>	<b>3</b>	
	“Se sala el producto seco para bloquear el crecimiento microbiano”	<b>E10</b>	<b>1</b>	
	“No responde”	<b>E5</b>	<b>1</b>	

### Anexo 10. Respuestas de los estudiantes de grado octavo de la I.E.L.C a las diferentes preguntas del cuestionario

PREGUNTA	CATEGORIA	ESTUDIANTE	FRECUENCIA	TOTAL
<b>P1</b>	SI	E7/E11/E13/E15	4	16
	NO	E1/E2/E3/E4/E5/E6/E8/ E9/E10/E12/E14/E16/	12	
<b>P1.1</b>	“Los seres vivos necesitan oxígeno para vivir”	E1/E2/E3/E4/E8/E9/ E14/	7	16
	“Ningún ser vivo tiene la capacidad de respirar sin oxígeno”	E5	1	
	“Los peces respiran por las branquias debajo del agua”	E7/E13	2	
	“No responde”	E6/E10/E11/E12/E15/E16	6	
<b>P2</b>	• Fractura de huesos	E13/E15	2	
	• Elaboración de pan	E12/E14/E15	3	
	• Crecimiento de plantas	E4/E9/E11/E16	4	
	• Elaboración de yogurt	E1/E2/E3/E4/E5/E6/E8/E9/ E11/E12/E13/E14/E15	13	
	• Infección de heridas	E11/E12	2	
	• Producción de cerveza	E1/E2/E4/E5/E8/E9/E11/ E12/E13/E14/E15	11	
	• Elaboración de guarapo	E5	1	
	• Elaboración de panela	E5	1	
• No sabe	E7/E10	2		
<b>P2.1</b>	Elaboración de yogurt: “pasa por varios procesos de preparación”	E1/E2/E5	3	16
	Elaboración de yogurt: “se deja fermentar la leche”	E3/E4/E14	3	
	Elaboración de yogurt: “las bacterias descomponen la leche”	E6	1	
	Elaboración de yogurt: ”las bacterias ayudan a la transformación de la leche en yogurt”	E8	1	
	Crecimiento de las plantas: “pasa por medio de varios tipos de crecimiento desde la semilla hasta secar”	E9	1	
	Elaboración de yogurt: “necesitan que la leche se coagule”	E11	1	
	Producción de cerveza: “es un producto donde se lleva a cabo muchos procedimientos y tiene que permanecer mucho tiempo”	E12	1	
	No responde	E7/E10/E13/E15/E16	5	
<b>P3</b>	“Tendríamos un mundo contaminado de gérmenes, basuras y nos dañaría el medio para respirar el oxígeno provocando fuertes enfermedades”	E1/E3/E9	3	16
	“No tendríamos que consumir lo que nos da la tierra, gracias a ellos es que se dan los alimentos”	E2	1	

	“Todo lo muerto no se descompondría y no habría nitrógeno libre y los seres vivos no crecerían”	<b>E4</b>	<b>1</b>	
	“Estaríamos con mucha basura en la tierra, porque ellos descomponen lo que no sirve”	<b>E7/E9/E13</b>	<b>3</b>	
	“No habría vida, porque no habría comida”	<b>E11</b>	<b>1</b>	
	“Los animales muertos contaminarían el ambiente”	<b>E14</b>	<b>1</b>	
	No responde	<b>E5/E6/E10/E12/E15/E16</b>	<b>6</b>	
<b>P4.1</b>	“Al transcurrir las horas y minutos la leche se descompone quedando un sabor fuerte (se enfuertó)”	<b>E1/E2</b>	<b>2</b>	<b>16</b>
	“La leche en el transcurso de esas 8 horas se fermenta”	<b>E3/E12</b>	<b>2</b>	
	“Se dañó, se fermentó”	<b>E4/E7/E10/E14</b>	<b>4</b>	
	“se enfuertó, puede ser porque no este hervida o porque no estuvo en un congelador”	<b>E5/E16</b>	<b>2</b>	
	“se dañó debido a las bacterias”	<b>E8</b>	<b>1</b>	
	“se fermentó con ayuda de bacterias y se dejó al aire libre y pasó por varios procesos”	<b>E9</b>	<b>1</b>	
	“La leche se cortó por falta de refrigeración, los microorganismos”	<b>E11</b>	<b>1</b>	
	“La leche se ha cortado”	<b>E13</b>	<b>1</b>	
	“Cambio de forma”	<b>E15</b>	<b>1</b>	
	No responde	<b>E6</b>	<b>1</b>	
<b>P4.2</b>	“porque no tiene una refrigeración para que se mantenga fresca y con un buen sabor”	<b>E1/E5/E10</b>	<b>3</b>	<b>16</b>
	“el tiempo hizo que se descompusiera agriándose”	<b>E2</b>	<b>1</b>	
	“la leche en el transcurso de 8 horas se fermenta”	<b>E3/E7/E9/E12/E13</b>	<b>5</b>	
	“porque no se consumió rápido y al fermentarse cambia su textura y sabor”	<b>E4</b>	<b>1</b>	
	“la leche no se puede dejar mucho afuera expuesta a un ambiente caluroso”	<b>E14/E15/E16</b>	<b>3</b>	
	No responde	<b>E6/E8/E11</b>	<b>3</b>	

### Anexo 11. Respuestas de los estudiantes de grado noveno de la I.E.L.C a las diferentes preguntas del cuestionario

PREGUNTA	CATEGORIAS	ESTUDIANTE	FRECUENCIA	TOTAL
<b>P1</b>	“Las levaduras aumentan el volumen de las harinas”	<b>E1/E13</b>	<b>2</b>	<b>14</b>
	“Las levaduras contienen un químico que hace que crezca la masa”	<b>E2/E5/E6</b>	<b>3</b>	
	“La levadura es un microorganismo y eso hace que aumente el volumen”	<b>E3/E4/E12</b>	<b>3</b>	
	“los microorganismos, como el hongo se junta con la harina y durante el tiempo va aumentando”	<b>E9/E11/E14</b>	<b>3</b>	
	“la levadura se explota con el aire caliente por eso se vuelve de mayor tamaño”	<b>E10</b>	<b>1</b>	
	No responde	<b>E7/E8</b>	<b>2</b>	
<b>P2</b>	“Por medio de la coagulación que primero va con la leche y luego se transforma”	<b>E1</b>	<b>1</b>	<b>14</b>
	“Se pone a hervir la leche”	<b>E2</b>	<b>1</b>	
	“La leche se deja más de 8 días y se le echan unas clases de microorganismos”	<b>E3</b>	<b>1</b>	
	“Por bacterias lácteas que cambian la leche en forma coagulada produciendo así el yogurt”	<b>E4</b>	<b>1</b>	
	“se pone a hervir la leche, se le agrega un químico para eso y luego se le agrega la fruta”	<b>E5</b>	<b>1</b>	
	“Se deja la leche por varios días (15), la leche se comienza a cuajar y se disuelve para que espese y se echa los demás ingredientes”	<b>E8</b>	<b>1</b>	
	“Se deja varios días la leche y las bacterias que ella tiene actúan en este proceso y luego se le echan algunos químicos”	<b>E10</b>	<b>1</b>	
	“A la materia prima se le agregan hongos y así se obtiene el yogurt”	<b>E11</b>	<b>1</b>	
	“las bacterias entran en la leche para que tome más volumen y se vuelva más espeso”	<b>E12</b>	<b>1</b>	
	“Por las bacterias que entran al formarse el yogurt”	<b>E12</b>		
	No responde”	<b>E6/E7/E9/E13/E14</b>	<b>5</b>	
<b>P3</b>	“Porque en su proceso de transformación le echan químicos”	<b>E1/E2/E6/E13/E14</b>	<b>5</b>	<b>14</b>
	“Porque se deja varios días y coge un sabor como amargo”	<b>E5</b>	<b>1</b>	
	“Por los microorganismos o bacterias que vienen desde la vaca”	<b>E7/E9/E12</b>	<b>3</b>	
	“Porque la fruta bota el sabor ácido”	<b>E8</b>	<b>1</b>	
	“Por la fermentación”	<b>E11</b>	<b>1</b>	
	No responde	<b>E3/E4/E10</b>	<b>3</b>	
<b>P4</b>	“Con la fermentación el vino se agría”	<b>E1/E14</b>	<b>2</b>	<b>14</b>
	“El alcohol sale del mismo vino al realizarse”	<b>E2</b>	<b>1</b>	
	“Por las levaduras que le echan al jugo de uva para que sea fermentado, las levaduras transforman el jugo en algo fuerte, hostigante en ocasiones”	<b>E4</b>	<b>1</b>	
	“Se produce en la fermentación”	<b>E7/E8/E11/E13</b>	<b>4</b>	
	“porque viene con microorganismos que dan un sabor de la uva”	<b>E9</b>	<b>1</b>	
	“Porque las uvas contienen una mínima parte de alcohol y luego la sueltan”	<b>E10</b>	<b>1</b>	



	“Para matar las bacterias malas”	<b>E12</b>	<b>1</b>	
	No responde	<b>E3/E5/E6</b>	<b>3</b>	
<b>P5</b>	“Se aprovechan los bacilos lácteos (microbios) para aumentar el valor nutritivo”	<b>E1/E2/E3/E4/E5/E6/ E8/E9/E10/E11/E12/ E13</b>	<b>12</b>	
	“La temperatura de los alimentos se lleva hasta -18°C, así se detiene la actividad microbiana”	<b>E2/E3/E5/E6/E8/E9/ E10/E12</b>	<b>8</b>	
	“Se calienta el producto entre 135°C y 150°C durante 1 a 5 segundos. Se envasa herméticamente”	<b>E3/E6/E8/E11/E12</b>	<b>6</b>	
	“Se calienta el producto hasta alcanzar altas temperaturas y después se enfría bruscamente”	<b>E13</b>	<b>1</b>	
	“Se elimina el contenido de agua de los alimentos para evitar el desarrollo de microorganismos”	<b>E1/E14</b>	<b>2</b>	
	“Se sala el producto seco para bloquear el crecimiento microbiano”	<b>E5/E11</b>	<b>2</b>	
	No responde	<b>E7</b>	<b>1</b>	

## **Anexo 12. UNIDAD DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO FERMENTACIÓN”, CON ESTUDIANTES DE GRADO OCTAVO**

### **EJE 1**

#### **LOS MICROORGANISMOS**

##### **PROPOSITOS**

- Identificar los microorganismos como seres vivos y que tienen diferentes funciones
- Observar el efecto de los microorganismos en los alimentos

#### **LOS MICROORGANISMOS**

Al describir un paisaje a nadie se le ocurriría mencionar jamás a los microorganismos que se encuentran en él. A pesar de que hay tantos que en una sola gota de agua se podrían contar millones, son tan pequeños que no es posible notar su presencia a simple vista. Bajo el nombre de microorganismos se agrupa a un conjunto de seres vivos muy diversos cuya característica común es que, por sus dimensiones extremadamente pequeñas, son imperceptibles a simple vista. Los microorganismos están constituidos por una o por muy pocas células, y miden entre 1 micrón (es decir 0,001 milímetros) y 500 micrones (0,5 milímetros), según de qué tipo se trate.

##### **Distintos tipos de microorganismos**

Para favorecer el estudio de la gran diversidad de seres vivos que existe en el planeta, los biólogos clasifican a todas las especies conocidas utilizando como criterios para agruparlas ciertas características compartidas, formando grandes grupos denominados reinos, que a su vez se subdividen en otros más pequeños. Mientras que los organismos que se agrupan dentro de un reino comparten algunos rasgos muy generales, los que pertenecen a grupos más pequeños comparten cada vez más características. Entre otras características, para decidir en

qué reino se incluye a una determinada especie se tiene en cuenta cómo se nutren esos organismos, cuántas células posee cada individuo y cómo son esas células. Los reinos más conocidos son los de los Animales y las Plantas. Los otros tres son: los Hongos, los Protistas y los Mónera. Las diferentes especies de microorganismos conocidas hasta el momento forman parte de alguno de estos tres reinos. El reino Mónera está conformado por una gran variedad de bacterias; dado que todas las bacterias son unicelulares, este reino sólo está formado por microorganismos. En el reino Protistas, la mayor parte de los organismos son microorganismos; estos son los protozoos y las algas unicelulares. Dentro del reino Hongos, en tanto, sólo se consideran microorganismos a algunas especies unicelulares, las levaduras; el resto de los hongos son organismos multicelulares.

Se han encontrado microorganismos en todos los ambientes del planeta. Estos pueden vivir en el agua, en el suelo, en el aire, sobre o dentro de otros seres vivos y hasta en lugares donde se podría pensar que es imposible la vida. Por ejemplo, en fuentes termales de agua hirviente, en los glaciares y en grietas de volcanes donde no llega la luz y las temperaturas son muy altas. En cuanto a las formas de reproducción, si bien todos los microorganismos se caracterizan por reproducirse asexualmente, algunos de ellos combinan la reproducción asexual con la reproducción sexual. Cuando las condiciones ambientales son las adecuadas para su desarrollo, estos diminutos seres se multiplican con mucha rapidez; cuando son adversas, la mayoría de los microorganismos produce una cubierta que los protege de la desecación y de las bajas o de las altas temperaturas. De ese modo pueden mantenerse vivos en estado latente durante mucho tiempo.

Hay microorganismos beneficiosos en la naturaleza, porque no nos causan daño y pueden clasificarse en:



**Microorganismos benignos:**

Representan la mayoría de los microorganismos que se encuentran en el ambiente, son aquéllos con los que convivimos sin producirnos daño a la salud.



**Microorganismos benéficos:**

Son aquellos microorganismos que utilizamos para elaborar alimentos como el queso, el yogurt, el vino, la cerveza y el pan.

También hay microorganismos perjudiciales, porque pueden causar daño a las personas y pueden clasificarse en:



**Microorganismos de deterioro:**

Alteran y descomponen los alimentos (bacterias, mohos y levaduras).





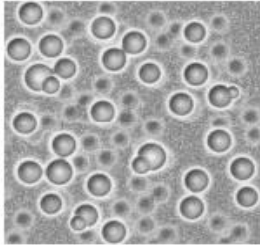
**Microorganismos patógenos:**

Nos enferman (bacterias, virus, . parásitos y toxinas de hongos). Las bacterias patógenas pueden causar enfermedades. Este grupo es muy importante desde el punto de vista de salud pública.

En este estudio, se procederá a describir específicamente a los hongos y las bacterias.

**Los hongos: las levaduras**

Los hongos presentan características muy diferentes al resto de los seres vivos, y es por eso que se los agrupa en un reino aparte. Muchas especies de hongos son multicelulares y sólo algunas son unicelulares. Los hongos multicelulares están formados por unos delgadísimos filamentos muy ramificados. Es posible observarlos a simple vista, especialmente cuando se forman sus estructuras reproductoras. (Figura 1)

		
<p>Estos hongos son multicelulares y la parte visible son las estructuras reproductoras.</p>	<p>Los mohos que crecen comúnmente sobre los alimentos. Los mohos son un tipo de hongos multicelulares que se distinguen de los otros porque sus estructuras reproductoras son pequeñas y más simples.</p>	<p>Los hongos unicelulares son los del grupo de las levaduras. Estos microorganismos viven principalmente sobre la superficie de las frutas, cereales, entre otros.</p>

**Figura. 1. Algunos tipos de hongos**

Una de las características que identifica a todos los hongos, y por lo tanto también a las levaduras, es su modo de nutrición. Estos organismos crecen sobre los materiales que les sirven de alimento, como los restos de plantas o animales que hay en el suelo o en el agua, o sobre la superficie de las frutas. Los hongos digieren el alimento pero no lo hacen dentro de su cuerpo sino que liberan los jugos digestivos hacia afuera. A medida que el alimento se va degradando por acción de estos jugos, las células del hongo que están en contacto directo con él van absorbiendo las sustancias nutritivas. Los hongos pueden aprovechar muchos materiales como alimento, por eso es posible encontrarlos en los más diversos ambientes, aun en los que pueden parecer inhóspitos para otros seres vivos.

Las levaduras son importantes por su capacidad para realizar la descomposición mediante fermentación predominantemente alcohólica de diversos cuerpos orgánicos, principalmente los azúcares o hidratos de carbono, produciendo distintas sustancias. Producen enzimas capaces de descomponer diversos sustratos, principalmente los azúcares.

Una de las levaduras más conocidas es la especie *Saccharomyces cerevisiae*. Esta levadura tiene la facultad de crecer en forma anaerobia, realizando fermentación alcohólica. Por esta razón se emplea en muchos procesos de fermentación industrial, por ejemplo en la producción de cerveza, vino, hidromiel, pan, antibióticos, entre otros. (Figura 2 y 3)

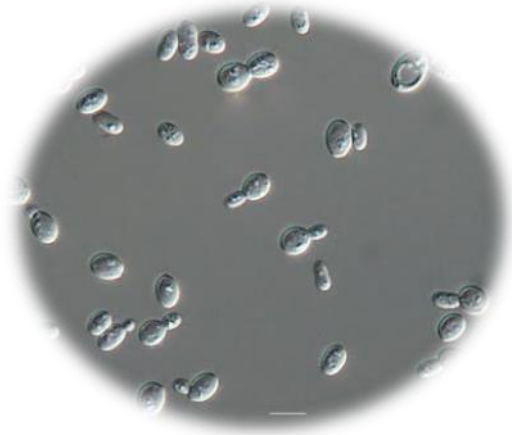


Figura 2. Levadura de Cerveza



Figura 3. *Mycobacterium tuberculosis*  
(bacteria causante de la tuberculosis)

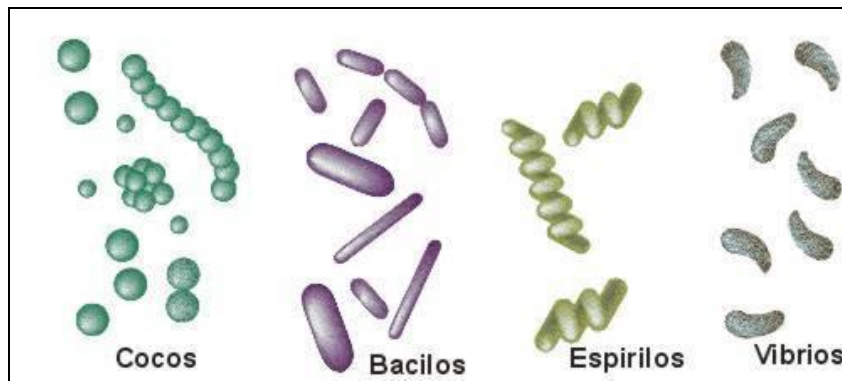
### **La reproducción de las levaduras**

Cuando las condiciones ambientales son las ideales (por ejemplo, la humedad es elevada, hay suficientes nutrientes y la temperatura es media) las levaduras se reproducen; pueden hacerlo sexualmente, pero la más frecuente es la reproducción asexual. Cuando una célula de levadura comienza a multiplicarse se forma un abultamiento llamado yema. Esta yema es el inicio de la nueva célula, que crece hasta alcanzar casi el tamaño de la célula original y finalmente se separa de ella.

### **Las bacterias**

Las bacterias son organismos unicelulares cuya célula es más simple y de menor tamaño que las células de los otros microorganismos. Las células bacterianas pueden medir entre 1 y 5 micrones. No poseen las estructuras internas que forman parte de las células del resto de los seres vivos, y por eso se las agrupa en un reino aparte denominado Mónera. En este reino existe una gran diversidad de especies que se diferencian entre sí por el tipo de

nutrientes que requieren, el modo en que se alimentan, las condiciones de temperatura a las cuales se desarrollan, el medio en que habitan, entre otras. Dentro de tal variedad se pueden identificar solo cuatro formas diferentes de las células bacterianas: esféricas, alargadas, espiraladas y en forma de “coma”. Esta característica suele utilizarse como criterio para clasificarlas en grandes grupos: cocos (bacterias esféricas), bacilos (alargadas), espirilos (espiraladas) y vibriones (forma de coma). (Figura 4)



**Figura 4. Diferentes formas de las bacterias**

### **Respiración bacteriana**

Según la utilización de oxígeno las bacterias pueden ser:

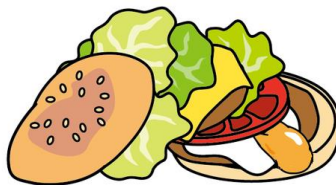
**Bacterias aerobias:** este grupo de bacterias se caracteriza porque necesitan de oxígeno para poder sobrevivir, sin este gas la vida sería imposible. A este grupo pertenece la mayoría de las bacterias.

**Bacterias anaerobias:** se caracterizan porque no necesitan el oxígeno para sobrevivir. Algunas de ellas mueren en presencia de pequeñas cantidades de oxígeno.

**Fermentación Láctica:** es un proceso de respiración anaerobia por el cual las bacterias toman el azúcar que contiene la leche para generar energía y se forma el ácido láctico.

## ACTIVIDAD 1

¿POR QUÉ SE DESCOMPONEN LOS ALIMENTOS?



### PROPOSITOS

- Introducir al estudiante en un proceso biológico de algunos microorganismos “la descomposición de los alimentos”
- Relacionar las funciones biológicas de los microorganismos con los cambios que se producen en los alimentos.

### PREGUNTAS INICIALES

¿Cuál es el aspecto que adquieren los alimentos cuando se ponen en mal estado?

### MATERIALES

Trozo de pan

Trozo de naranja

Trozos de banano

Bolsas plásticas

### PROCEDIMIENTO

Colocar los trozos de fruta en bolsas por separado, así mismo colocar unas gotas de agua en los trozos de pan, marcarlas con el tipo de muestra y almacenarlas en un lugar con poca luz y temperatura cálida por cuatro semanas, realizando las observaciones respectivas en cada una de ellas. Realizar el registro de los cambios observados preferiblemente en una tabla donde se indiquen variables: color, olor, apariencia y otras. Después del tiempo indicado, cada grupo de trabajo debe compartir y socializar los resultados, indicando los datos similares y diferentes.



## **EJE 2**

### **ACCION DE LAS BACTERIAS EN LA LECHE**

#### **PROPOSITOS**

- Identificar los microorganismos encargados de la fermentación láctica
- Evidenciar el crecimiento de las bacterias y los mecanismos en la transformación de la leche en yogurt
- Identificar los factores físicos necesarios para la reproducción de las bacterias lácticas

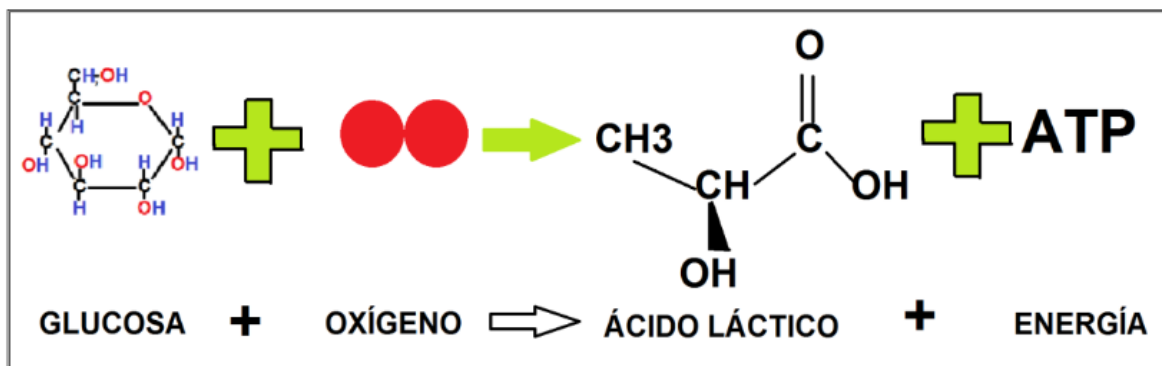
#### **INTRODUCCIÓN**

La fermentación láctica es un proceso de gran importancia a nivel industrial y casero por supuesto, es la forma mediante la cual se pueden obtener el yogurt, el queso y algunos otros derivados de la leche, es otra de las razones por las cuales debemos decir que las bacterias no siempre son malas, ya que ellas son quienes utilizan el azúcar presente en la leche, es decir la lactosa y a partir de él obtienen energía y algunos productos, entre ellos el ácido láctico. Este ácido disminuye el pH de la leche, la cual deja de ser totalmente líquida y se obtiene un producto que podríamos llamar cuajada, la cual es la base para obtener el yogurt. Este proceso sucede cuando las bacterias se encuentran en un ambiente anaeróbico, es decir en ausencia de oxígeno, más bien lo hacen aquellas bacterias que son capaces de vivir sin necesitar presencia de oxígeno en todos los procesos que realizan habitualmente.

En la fermentación láctica los microorganismos que intervienen son los Lactobacilos, que son adicionados en una muestra de leche, que debe estar a una temperatura adecuada para la recepción de los microorganismos, ya que si la leche se encuentra muy fría, retrasará el crecimiento de las bacterias y en el caso de tener temperaturas muy altas, se puede provocar la muerte de los microorganismos, impidiendo el proceso.

Debido a lo anterior, se requiere que el proceso se lleve a cabo en condiciones de temperatura muy controladas (periodo de incubación).

**La fermentación** es un proceso de transformación de los azúcares, en un medio que no requiere oxígeno (anaerobia). En este proceso se genera energía que es la principal función de la respiración celular, sea aerobia o anaerobia. Para comprender mejor el tema, observa el siguiente esquema:



**Figura 5.** Fermentación Láctica. Tomado de Zapata, C. (2014)

## ACTIVIDAD 2

¿SABÍAS QUE EL YOGURT ES ELABORADO POR MICROORGANISMOS?



### PROPOSITOS

- Identificar los Lactobacilos como los responsables de la transformación de la leche en yogurt
- Identificar que algunos seres vivos respiran en ausencia de oxígeno
- Identificar la fermentación láctica como producto de la respiración anaerobia de cierto tipo de bacterias

### PREGUNTAS INICIALES

- ¿Cuál es la función de las bacterias lácticas en la producción de yogurt?
- ¿Cuáles son los factores físicos y químicos a tener en cuenta y cuál es su función?

### MATERIALES

- Cultivos lácteos para yogurt (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*) o un vaso de yogurt comercial natural.
- Azúcar
- Salsa de fruta, o saborizantes.
- Refrigerador.
- Fuente de calor.
- Ollas de acero inoxidable
- Termómetro (100° C mínimo)
- Cucharones metálicos.

## **PROCEDIMIENTO**

1. Vierte la leche en un recipiente resistente al calor y ponla al fuego hasta que alcance los 90°C por 5 minutos, mientras adicionas el 10% en azúcar y mezclas.
2. Disminuye la temperatura de la leche, sumergiendo la olla en agua fría hasta que alcance los 42°C.
3. Adiciona los cultivos lácticos o yogurt comercial, a razón del 2% de la cantidad de leche.
4. Cubre el recipiente y guárdalo para que conserve la temperatura por 6 a 8 horas.
5. Destapa el recipiente y homogeniza la mezcla.
6. Adiciona salsa de frutas.
7. Envasa en recipientes limpios y refrigera.

## EJE 3

### LA ACCION DE LAS LEVADURAS



**Figura 6.** Placa de *Saccharomyces cerevisiae*

### PROPOSITOS

- Verificar la acción de las levaduras en contacto con algunos sustratos
- Interpretar las etapas del proceso de fermentación alcohólica efectuado por las levaduras

### INTRODUCCIÓN

Aunque mucha gente no lo sabe, la levadura que se le agrega a la harina durante la preparación de pan y otras masas, son microorganismos muy pequeños unicelulares y que obtienen su energía de las moléculas como el azúcar contenido en la harina. Como subproductos de la reacción son alcohol etílico y se libera un gas, el dióxido de carbono al finalizar el proceso de fermentación (respiración anaerobia).

Las levaduras son organismos pertenecientes al reino de los hongos: Como tales, son organismos heterotróficos por el hecho de que solo pueden alimentarse de materia ya preformada (como nosotros los mamíferos), al contrario que las plantas, que son organismos autotróficos y que al estar dotadas de clorofila pueden utilizar la energía del sol juntamente con el aire y el agua para obtener todos los nutrientes. Las levaduras están distribuidas en casi

todos los hábitats naturales. Son comunes en las hojas de las plantas y en las flores, también se encuentran en la superficie de la piel y en el tracto intestinal de los animales de sangre caliente donde pueden vivir en simbiosis o como parásitos. También se encuentran en los suelos y en el agua salada donde contribuyen a la descomposición de plantas y algas.

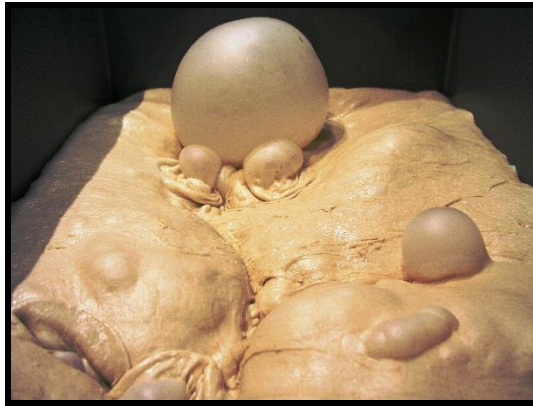
Las levaduras se multiplican asexualmente como células individualizadas que se dividen por gemación o por división directa, hay especies que pueden crecer como filamentos formando el micelio típico de los hongos. Durante la reproducción asexual, una nueva yema surge de la levadura madre cuando se dan las condiciones adecuadas, tras lo cual la yema se separa de la madre al alcanzar un tamaño adulto.



**Figura 7.** Levadura seca

Lo más conocido y comercialmente significativo de las levaduras son las especies y cepas relacionadas de *Saccharomyces cerevisiae*. Este organismo ha sido largamente utilizado para fermentar azúcares del arroz, del trigo, de la cebada y del maíz para la producción de bebidas alcohólicas y en la industria de panificación para expandir o aumentar la masa. *Saccharomyces cerevisiae* es comúnmente usada como levadura en el pan y para algunos tipos de fermentación.

En la industria cervecera *Saccharomyces carlsbergensis* se usa en la producción de varios tipos de cerveza. En la fermentación del vino, esta se inicia naturalmente por las levaduras presentes en las uvas. Una sola célula de levadura puede fermentar su propio peso de glucosa por hora.



**Figura 8.** Masa fermentando

La función principal de las levaduras en la industria panadera es la fermentación de los azúcares presentes en la harina o adicionada a la masa. Esta fermentación origina dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y etanol. El dióxido de carbono queda atrapado en pequeñas burbujas que se pueden observar según la esponjosidad del pan y que hacen expandir la masa, es lo que se conoce como subida de la masa. La harina húmeda se mezcla con la levadura y se deja en reposo durante unas horas en un lugar templado. La harina no contiene casi en si misma azúcar, pero hay en ella algunos enzimas capaces de degradar el almidón que produce suficiente azúcar como para permitir la subida de la masa. El alcohol producido se desprende durante el proceso de cocción.

Las levaduras producen otros cambios más sutiles en las propiedades físicas y químicas de la masa que afectan a la textura y al sabor del pan.

Otros aspectos menos atractivos de las levaduras son las enfermedades producidas por hongos parecidos a levaduras como *Cándida albicans* que se encuentra normalmente en la boca, vagina y en el tracto intestinal. Cándida es un habitante normal en los humanos y normalmente no causa ninguna patología. De todas formas entre los niños y entre los individuos inmunodeprimidos como los pacientes con cáncer tratados con quimioterapia pueden causar diversas complicaciones.

### ACTIVIDAD 3

¿LA LEVADURA ESTÁ VIVA?



#### PROPOSITO

- Comprender el proceso de fermentación alcohólica como un efecto de las levaduras

#### PREGUNTAS INICIALES

- ¿Qué propiedad de lo vivo observamos en este experimento?
- ¿Existen otros factores que incidieron en los cambios observados, a través del experimento?

#### MATERIALES

- Levadura
- Azúcar
- Agua caliente
- Globo
- Botella plástica

#### PROCEDIMIENTO

- Se disuelven dos cucharadas de levadura en medio vaso con agua caliente.
- Se añade a la mezcla un par de cucharadas de azúcar y se mezcla.
- Se vierte la mezcla en una botella.
- Colocar la boca del globo en la abertura de la botella.
- Describe lo que observas.