UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Diseño de propuesta metodológica para la enseñanza integral de las ciencias naturales por medio de un bioproceso fermentativo, a estudiantes del grado undécimo de la Institución Educativa Samuel Barrientos Restrepo

Juan José Gastelbondo Mogollón

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Medellín, Colombia

2016

Diseño de propuesta metodológica para la enseñanza integral de las ciencias naturales por medio de un bioproceso fermentativo, a estudiantes del grado undécimo de la institución educativa Samuel Barrientos Restrepo

Juan José Gastelbondo Mogollón

Propuesta de Trabajo final de maestría presentado como requisito parcial para optar al título de: **Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Directora:

Doctora en ciencias agrarias, Magíster en biotecnología, Química farmacéutica.
Blanca Cecilia Salazar Alzate

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Medellín, Colombia

2016

Dedicatoria

A mi esposa Diana Isabel y mi hijo Juan Miguel, por su incondicional apoyo y paciencia. Me dieron la fortaleza para culminar este logro más, en mi vida profesional.

A mis padres Manuel y Ruby, quienes sirvieron de pilar en mi proceso de formación como persona.

Agradecimientos

A los docentes de la maestría en enseñanza de las ciencias exactas y matemáticas de la Universidad Nacional De Colombia- sede Medellín, por hacer tan significativo aporte en mi proceso formativo en educación.

A mi asesora, Doctora Blanca Cecilia Salazar Alzate, quien con su profesionalismo en biotecnología, supo orientarme en la elaboración de esta propuesta metodológica para la enseñanza integral de las ciencias naturales.

Al semillero Los Newtonianos de la Institución Educativa Samuel Barrientos Restrepo, quienes estuvieron incondicionalmente receptivos y motivados en mejorar su aprendizaje en las ciencias naturales.

A todos los que me brindaron su colaboración y apoyo incondicional.

Resumen

Este trabajo corresponde a la implementación de la propuesta metodológica, para enseñar integralmente las ciencias naturales a través de un bioproceso fermentativo, a estudiantes del semillero Los Newtonianos del grado undécimo de la Institución Educativa Samuel Barrientos Restrepo de la ciudad de Medellín. En este bioproceso se obtiene como producto principal, un fermentado con etanol, a partir de la levadura *Sacharomyces cerevisiae* y un jugo de fruta, en el que se integran los tres fenómenos de las ciencias naturales.

El desarrollo de la implementación de esta propuesta es completamente experimental, realizada en los laboratorios de la institución, donde los estudiantes de manera activa y colaborativa, trabajaron motivados, fortaleciendo así, sus competencias científicas. La enseñanza por parte del docente es diferente a la tradicional, debido a que no hay uso excesivo de tablero, textos guías, guías de laboratorio, propiciándose así, comunicación horizontal entre el docente y los estudiantes, promoviendo el aprendizaje significativo crítico.

Finalmente se hizo un contraste con una misma evaluación escrita para el antes y el después de la intervención de la propuesta, mejorando significativamente los resultados académicos en lo relacionado al bioproceso fermentativo; evidenciándose con una exposición por parte de los estudiantes, en la feria de la ciencia realizada en el mes de mayo de 2016 en la Institución Educativa.

Palabras clave: Bioproceso fermentativo, aprendizaje significativo crítico, ciencias naturales, propuesta metodológica.

Abstract:

This work corresponds to the implementation of the proposed methodology for integrally teaching of natural sciences through a fermentative bioprocess with seedbed Newtonian eleventh grade students of Samuel Barrientos Restrepo high school in Medellin. This bioprocess obtained a fermented, as the main product with ethanol from *Saccharomyces cerevisiae* yeast and juice fruit, in which the three phenomena of the natural sciences are integrated.

The development of the implementation of this proposal is completely experimental, it is carried out in the laboratories of the institution, where students actively and collaboratively, working motivated to strengthen their scientific expertise. Teaching by teachers is different from the traditional, because there is no excessive use of board, guides texts, lab guides, giving a horizontal communication between teacher and students, promoting significant critical learning.

Finally, a contrast was made with a similar before and after written test of the intervention of the proposal, significantly improving academic performance in relation to the fermentative bioprocess evaluation; corroborating with an exhibition by students in the science fair held in May 2016 in the Educational Institution.

Keywords: Bioprocess fermentative, significant critical learning, natural sciences, methodological proposal.

Contenido

Resumen ..... **IX**

Abstract: ..... **X**

Lista de figuras ..... **XV**

Lista de tablas ..... **XVI**

Introducción **17**

1. Aspectos Preliminares **19**

1.1. Tema **19**

1.2. Problema de investigación **19**

1.2.1. Antecedentes 19

1.2.2. Formulación de la pregunta 23

1.2.3. Descripción del problema 23

1.3. Justificación **24**

1.4. Objetivos **26**

1.4.1. Objetivo General 26

1.4.2. Objetivos Específicos 26

2. MARCO REFERENCIAL **27**

2.1. Marco Teórico **27**

2.1.1. Teoría del aprendizaje significativo 28

2.1.2. Aprendizaje significativo crítico 28

2.2. Marco Disciplinar 29

2.3. Marco Legal 31

2.3.1. Contexto Internacional 31

2.3.2. Contexto Nacional 32

2.3.3. Contexto Regional 33

2.3.4. Contexto Local 33

2.3.5. Contexto Institucional 33

2.4. Marco Espacial 34

3. Diseño metodológico: Investigación aplicada 35

3.1. Tipo de Investigación 36

3.2. Método 36

3.3. Población y Muestra 38

3.4. Instrumento de recolección y procesamiento de la información 38

3.5. Alcance y delimitación 39

3.6. Cronograma 40

4. RESULTADOS Y DISCUSION 42

4.1. Resultados y análisis de la actividad inicial 42

4.2. Puesta en marcha de fase experimental 53

4.3. Resultados y análisis de evaluación final 60

4.4. Productos derivados de esta investigación 63

4.4.1. Construcción de wiki 63

4.4.2. Adecuación de plan de área 63

4.4.3. Semillero Los Newtonianos 64

4.4.4 Feria de la ciencia..... 64

4.4.5. Construcción de evaluación contextualizada 64

5. Conclusiones y Recomendaciones 66

5.1 Conclusiones 66

5.2 Recomendaciones 67

Referencias 68

Anexos 75

A. Evaluación diagnóstica..... 75

B. Anexo: Formato de entrevista grupal 80

C. Anexo: Plan de estudio de biología grado undécimo de la Institución Educativa Samuel Barrientos Restrepo 81

D. Anexo: Enlace en www. Youtube.com de entrevista grupal..... 82

E. Anexo: Relaciones usadas en la fermentación, dadas por litro de solución de mosto 83

F. Anexo: Evaluación diagnóstica primera parte del estudiante N°14 ... 84

G. Anexo: Evaluación diagnóstica segunda parte del estudiante N° 14 85

H. Anexo: Evaluación diagnóstica tercera parte del estudiante N° 14 ... 86

I. Anexo: Evaluación después de la implementación pedagógica (primera parte) 87

J. Anexo: Evaluación después de la implementación pedagógica (segunda parte) 88

K. Anexo: Evaluación después de la implementación pedagógica (tercera parte) 89

M. Anexo: Creación del semillero Los Newtonianos. 91

N. Anexo: Realización de Feria de la ciencia..... 92

O. Anexo: Construcción de evaluación contextualizada..... 93

Lista de figuras

Figura4.1.2-1: Observaciones de la levadura……. 54

Figura4.1.2-2: Fermentación alcohólica……..55 y 56

Figura4.1.2-3: Porcentaje Volumen/volumen de etanol en la bebida alcohólica…….. 57

Figura4.1.2-4: Destilación del etanol…… 58

Figura 4.1.2-5: Centrifugación de bebida alcohólica……. 59

Figura 4.3-1: Resultados por estudiante de evaluación escrita……61

Lista de tablas

Tabla 3.6-1: Planificación de fases y actividades……40

Tabla 3.6-2: Cronograma de actividades…….. 41

Tabla 4.1.1-1: Resultados respuestas correctas por pregunta de la evaluación escrita…….43 y 44

Tabla 4.1.1-2: Resultados respuestas correctas para las preguntas tipo abierta……..45

Tabla 4.1.1-3: Resultados de respuestas correctas por estudiante en cada uno de los fenómenos……48

Introducción

La enseñanza de la biotecnología en la escuela no es un tema nuevo a nivel internacional, aunque en Colombia no hay leyes educativas que demuestren la implementación de esta disciplina en los lineamientos y estándares curriculares.

En esta propuesta metodológica se trabajó con un bioproceso, obteniendo un fermentado con etanol como producto principal, a partir de la fermentación anaeróbica de la levadura *Sacharomyces cerevisiae* utilizando jugo de fruta como sustrato.

La propuesta metodológica se encaminó a la enseñanza integral de las ciencias naturales teniendo como base los fenómenos biológicos, físicos y químicos presentes en el bioproceso fermentativo alcohólico, a los estudiantes del grado undécimo integrantes del semillero Los Newtonianos de la Institución Educativa Samuel Barrientos Restrepo de la ciudad de Medellín. A través de la enseñanza de este bioproceso, se busca abordar las ciencias naturales de una manera integral, holística y experimental, donde se evidencia la interdisciplinaridad de las asignaturas de física, química y biología que hacen parte del área de ciencias naturales del grado undécimo.

La puesta en marcha de esta propuesta implica un trabajo principalmente experimental, desarrollado en los laboratorios de física y química. Inicialmente se enseñó el componente teórico por parte del docente, posteriormente se realizó el montaje en el biorreactor, la aplicación de las técnicas de filtración, floculación, centrifugación y destilación, y finalmente se socializó mediante una exposición a la comunidad educativa, como experiencia significativa.

La participación voluntaria de los estudiantes en este evento, jugó un papel importante en su propia motivación, al igual que el entusiasmo y pasión para aprender ciencias naturales de una manera muy distinta, donde se dejó a un lado el uso excesivo del tablero y guías de laboratorio, para evitar enmarcar cuadriculadamente el saber, propiciando una espontaneidad en el trabajo en

equipo, permitiendo que este fuera colaborativo y el estudiante fuera un partícipe de la narrativa científica, fomentando así, la competencia del científico natural; todo lo anterior permite enmarcar esta propuesta en las teorías del aprendizaje significativo crítico del pedagogo Marco Antonio Moreira.

Este documento se ha organizado de la siguiente manera: un primer capítulo que abarca los antecedentes, el problema de investigación, la justificación y los objetivos de la propuesta; un segundo capítulo referido al marco referencial, que incluye, teoría del aprendizaje significativo crítico, bioproceso fermentativo alcohólico, marco legal y marco espacial; un tercer capítulo referido al diseño metodológico, un cuarto capítulo referido a la implementación de dicha propuesta con sus resultados, discusión, y productos derivados de esta investigación; finalmente un quinto capítulo que abarca las conclusiones y recomendaciones, además de las referencias.

1. Aspectos Preliminares

1.1. Tema

Enseñanza integral de las ciencias naturales a través de un bioproceso fermentativo.

1.2. Problema de investigación

1.2.1. Antecedentes

Considerando la enseñanza de la biotecnología en las escuelas, como una disciplina reciente en comparación con las nueve áreas de la educación básica, y las once áreas de la media, es conveniente hacer referencia a la incursión de la biotecnología en la escuela y sus implicaciones.

La primera evidencia del surgimiento de la enseñanza de la biotecnología en la escuela, fue la publicación en 1990 del libro “Teaching Biotechnology in School”, como resultado de las actividades académicas de la comisión de educación en biología de la UNESCO, reunida en Alemania en 1989. Con esta implementación en la escuela se buscaba cambiar la concepción errónea que tenían las personas sobre la biotecnología, en temas como la producción de alimentos y medicamentos, teniendo en cuenta que por lo contrario, la biotecnología genera en las sociedades una gran expectativa esperanzadora de vida (Roa, 2009).

Es evidente que la llegada de la biotecnología a la escuela es diferente en cada país, debido a los intereses económicos, políticos, geográficos, alimentarios, de biodiversidad entre otros, por lo que es necesario hacer un seguimiento a la

enseñanza de la biotecnología y sus implicaciones en el aprendizaje de las ciencias naturales. Al implementar la enseñanza de la biotecnología en la escuela, es esencial que se analice a esta, como una interdisciplina, evitando que sea abordada simplemente desde la tecnología y no desde la biología, química o física, y de igual manera, detectar la diferencia entre la enseñanza de la biotecnología tradicional y la moderna (Roa, 2009).

La Iniciativa Europea para la Enseñanza de la Biotecnología (E.I.B.E.) pretende desarrollar habilidades, aumentar la comprensión y facilitar el debate público informado a través de una mejor enseñanza de la biotecnología en escuelas, institutos de enseñanza secundaria y universidades de la Unión Europea, la cual está financiada por la Comisión Europea de Biotecnología dentro del Cuarto Programa Marco (Frings, 1999).

De acuerdo al informe ROCARD (Junio, 2007) de la Unión Europea, el número de jóvenes interesados en estudiar carreras afines a las ciencias sigue en descenso, esta situación se contrapone al ideal en esta parte del mundo, en el cual, el futuro está ligado a la formación científica y tecnológica, lo que conllevó a tener presente en el currículo escolar de las ciencias naturales, a la biotecnología (Serrano, 2014).

En américa latina, Argentina, Brasil y México, implementaron programas nacionales y políticas de apoyo específico para articular desde la política nacional el desarrollo integral de la biotecnología (Rodríguez, 2006).

La introducción en el currículo escolar de la enseñanza de la biotecnología Argentina, se inició aproximadamente en 2003, con un fuerte impacto en temas de interés nacional como: animales transgénicos y producción de cultivos genéticamente modificados. Inicialmente la enseñanza de la biotecnología estaba enfocada a la definición, alcances y sus aplicaciones; 10 años después ha cambiado la forma de enseñar biotecnología y sin excluir esta temática, hoy en día, se trata de cómo la biotecnología intenta resolver la problemática de la sociedad, cuidando el entorno y el uso razonable de recursos naturales (Argenbio, 2014).

En Argentina se hizo un estudio a fin de caracterizar la enseñanza de la biotecnología en el ciclo de especialización, en un grupo de escuelas públicas y privadas de la Ciudad de Córdoba. Como parte importante de este estudio se consideró el abordaje de la biotecnología en los libros de texto de Biología. La

investigación se llevó a cabo en un contexto específico, sin embargo, los hallazgos proporcionaron una metodología de trabajo e identificación de aspectos que definen la problemática y que fueron de utilidad, para la implementación de la enseñanza de la biotecnología en realidades diferentes a las estudiadas (Occelli, 2013).

El Instituto Nacional de formación de docentes y la Universidad Nacional Autónoma de México, capacitan a docentes de secundaria, en la enseñanza de la biotecnología a través de proyectos pedagógicos, articulando multidisciplinariamente la química, biotecnología, didáctica y tecnología de la información, teniendo como referente teórico el aprendizaje basado en problemas (ABP), mediante el desarrollo del maíz transgénico (Puebla, 2012).

Estudiantes del pregrado en biología de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador de Venezuela, implementaron un modelo analógico para enseñar biotecnología como una experiencia de aula para estudiantes de cuarto año de bachillerato, resultando factible y efectivo para este propósito (Rengifo, 2009).

A nivel nacional, no se cuenta con una legislación curricular en la enseñanza de la biotecnología, por lo tanto, en Colombia no se encuentra la biotecnología como área o asignatura; sin embargo, los programas de educación de las diferentes universidades han introducido materias con énfasis en biotecnología para sus estudiantes de pregrado, lo que se puede evidenciar en los distintos trabajos de pregrado y postgrados relacionados a la enseñanza de las ciencias naturales. Es necesario la inminente capacitación del profesorado colombiano de la básica primaria y secundaria en la enseñanza de la biotecnología, ya que es precario el conocimiento sobre esta disciplina (Roa, 2012).

En la enseñanza de las ciencias, se puede encontrar el uso de ayudas didácticas como la tiza, tablero, libro de texto y visitas al laboratorio; sin embargo, con los adelantos científicos, en la escuela se habla de biotecnología, clonación y alimentos genéticamente modificados. Se hace necesario, que los futuros docentes en biología diseñen estrategias, para evitar que la biología sea concebida como una ciencia sin aplicación y que por el contrario, los estudiantes puedan visualizar la aplicación de esta ciencia. Enseñar ciencias mediante la biotecnología, además de ser una estrategia didáctica, permite que alumnos de educación básica y media conozcan y tengan un criterio sobre temas actuales como clonación y organismos genéticamente modificados que a todos nos involucran (Melo, 2004).

En la ciudad de Bogotá se implementó una propuesta de trabajo pedagógico en la enseñanza de la biotecnología en cultivos de tejidos vegetales "*in vitro*", a estudiantes de educación media de un colegio oficial. Este trabajo final de maestría de la facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, involucra la interdisciplinaridad de la biología, química, física, además el componente fuerte del trabajo experimental y de campo, generando en los estudiantes un aprendizaje significativo (Delgado, 2012).

Uno de los problemas que cruzan la realidad académica actual en el plano de la Educación Básica y Media, es el desarrollo de competencias científicas e investigativas en los estudiantes; en esta medida se hace necesario desarrollar estrategias que apoyen esta formación. Una de ellas se ha constituido en la aplicación de procesos biotecnológicos en el desarrollo de proyectos escolares que plantean relación con la cultura del emprendimiento y proyección productiva. Desde el Instituto Pedagógico Nacional se ha logrado gestar once proyectos escolares con énfasis en la biotecnología, desarrollados por los estudiantes, logrando de esta manera, una integración entre la parte experimental y los fundamentos teóricos (Muñoz y Basto, 2011).

En la ciudad de Cali, se implementó un método para lograr el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de educación media de un colegio oficial, mediante la enseñanza de la biotecnología, como trabajo final de maestría de la facultad de Ciencias de la Universidad del Valle. Este trabajo promovió la competencia científica del estudiante, haciendo que este pueda resolver problemas de su entorno (Viveros, 2013).

La enseñanza de la biotecnología en instituciones educativas del municipio de Medellín, se orienta a un tema más de interés científico dentro de la temática de las ciencias naturales, además, la puesta en marcha de actividades de carácter científico experimental en biotecnología es muy limitada, debido a la baja preparación de los docentes en biotecnología, la falta de infraestructura en laboratorios, y lo más destacado, la falta de directrices de inclusión de la biotecnología en los estándares y lineamientos curriculares del ministerio de Educación Nacional.

En la ciudad de Medellín, durante el 2013 se implementó una propuesta metodológica en la enseñanza y aprendizaje de la biotecnología ambiental en la Institución Educativa Sol de Oriente, buscando en los estudiantes del grado

décimo, un aprendizaje significativo relacionado con la preservación de los recursos naturales en dicha institución (Celis, 2013).

A nivel de la Institución Educativa Samuel Barrientos, se ha implementado dos trabajos de maestría de la Universidad Nacional de Colombia, en el mejoramiento de la enseñanza de las matemáticas y la química en el grado décimo, teniendo como referente la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel y como marco disciplinar los productos notables y nomenclatura inorgánica de los óxidos respectivamente. En ambos trabajos se utilizaron herramientas didácticas como la construcción de juegos por parte de los estudiantes, en el área de matemáticas; y la utilización de laboratorios virtuales en la asignatura de química, arrojando buenos resultados en el aprendizaje de los estudiantes en las respectivas disciplinas (Maya, 2014; Muñoz 2015).

1.2.2. Formulación de la pregunta

¿Qué estrategias metodológicas contribuyen a la enseñanza integral de las ciencias naturales, unificando las asignaturas de biología, física y química, en los estudiantes del grado undécimo de la Institución Educativa (I.E) Samuel Barrientos Restrepo?

1.2.3. Descripción del problema

La enseñanza de las asignaturas de biología, química y física, que conforman el área de ciencias naturales del grado undécimo en la I.E Samuel Barrientos, se da de manera independiente, algunas veces dejando a un lado el concepto de transversalización, propuesto por el ministerio de educación nacional.

El contenido temático de estas tres asignaturas, se desarrolla convencionalmente, cumpliendo con las metas fijadas para culminar un programa académico, sin presentarles a los estudiantes muchas veces la verdadera relación o las implicaciones que tienen en el mundo cotidiano, científico y tecnológico.

Los estudiantes del grado undécimo, tienen presente a la física y química como asignaturas de mayor atención y complejidad, relacionándolas como otra disciplina exacta más en su currículo; además no conciben que se pueda analizar una situación problema considerando al mismo tiempo estas dos disciplinas;

manifiestan que la física es una cosa y la química es otra distinta y con mayor razón, si a esta situación problema se le involucra contenidos de la biología.

Se observa en los estudiantes una desmotivación para estudiar las ciencias naturales, sin importar que esta área puede ser de conexión o puente para continuar estudiando carreras profesionales afines como la medicina, microbiología, biología, química farmacéutica, química pura, e ingenierías entre otras.

La falencia en la experimentación en el área de ciencias natrales, hace que los estudiantes del grado undécimo no tengan un bagaje en el descubrimiento, la observación y puesta en marcha del método científico en la explicación de los fenómenos que ocurren en su entorno cotidiano, además, se genera una falencia en la indagación; todo esto se refleja en la ausencia de una verdadera competencia científica, pilar fundamental en el desarrollo del estudiante grado undécimo, como un científico natural.

1.3. Justificación

Conociendo de antemano las dificultades de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales en el grado undécimo, y teniendo algunos elementos a favor del maestrante como la formación académica profesional de pregrado en ingeniería química, la experiencia laboral en el área de bioprocesos y la asignación de los laboratorios de la institución, permitió que se llevara a cabo la propuesta de integrar las tres asignaturas del área de ciencias naturales mediante la enseñanza de la biotecnología enfocada en un bioproceso fermentativo alcohólico. Otra ventaja que se tiene para el desarrollo del componente experimental de esta propuesta, es la buena adecuación de los laboratorios de la institución.

Llevar a cabo esta propuesta en la jornada académica con los tres grupos de undécimo que tiene la institución no era tan fácil; por lo que se creó un semillero de estudiantes de dicho grado, el cual está conformado por estudiantes que muestran habilidad, agrado y entusiasmo por el estudio de las ciencias naturales, demostrando en sus actividades cotidianas la capacidad de explicar lo que pasa en su entorno.

La enseñanza integral de las ciencias naturales de manera experimental estaría dada de la siguiente manera: cada una de las tres asignaturas que componen el área de ciencias naturales se relaciona con cada uno de los tres fenómenos(biológico, químico y físico) que acompañan el bioproceso fermentativo alcohólico, es así como el fenómeno biológico dado por el reconocimiento macroscópico y microscópico de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* al igual que las características vitales para el metabolismo de dicha levadura como el pH, ausencia de oxígeno, ausencia de luz, sustrato de sacarosa como fuente de carbono, presentes en el momento de la fermentación, se relacionan con la biología; el fenómeno químico se da por las enzimas de la levadura al transformar la sacarosa en etanol y dióxido de carbono y por último, las técnicas de filtración, floculación y centrifugación, necesarias para el mejoramiento de calidad del producto como bebida alcohólica y el proceso de destilación en la concentración de etanol para llevarlo a combustible, hacen parte del fenómeno físico.

Implementando esta metodología como prueba piloto, con los estudiantes del semillero, se puede luego hacer extensiva esta propuesta metodológica a todos los estudiantes del grado undécimo, a través de socialización de actividades de campo y exposiciones de experiencias significativas, lográndose de esta forma, un aprendizaje significativo tanto en los estudiantes que conforman el semillero como en los demás estudiantes del grado undécimo.

Al finalizar la implementación de esta propuesta se beneficiaran los integrantes del semillero quienes podrían mejorar su capacidad en la competencia científica, mejorando su aprendizaje al trabajar las ciencias naturales de manera integral, y fortaleciendo la formación académica en los estudiantes que se inclinen por continuar con carreras profesionales, afines a las ciencias naturales.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Fortalecer la enseñanza integral de las ciencias naturales por medio de un bioproceso fermentativo, a los estudiantes del grado undécimo de la Institución Educativa Samuel Barrientos Restrepo de la ciudad de Medellín.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar las dificultades que presentan los estudiantes del grado undécimo en la integración de las asignaturas del área de ciencias naturales, a través de una prueba diagnóstica.
- Aplicar los resultados de la prueba diagnóstica, como insumo para el diseño de estrategias que integren las asignaturas del área de ciencias naturales.
- Intervenir la práctica docente aplicando un bioproceso fermentativo como integrador didáctico en el grado undécimo.
- Evaluar el impacto de la práctica docente, analizando la competencia científica y el concepto de integración del área de ciencias naturales en los estudiantes del grado undécimo

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco Teórico

La enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales en la educación secundaria, debe ser integral, con fines de explicar lo que sucede en el entorno del estudiante, y dar soluciones a problemáticas de la sociedad.

De acuerdo al objetivo general del área de ciencias naturales y educación ambiental propuesto en los lineamientos curriculares del Ministerio de Educación Nacional, se pretende que el estudiante tenga un raciocinio científico, que le ayude a desarrollar una concepción integral del mundo natural inmerso en el contexto de un proceso de desarrollo humano integral; sin embargo la enseñanza de las ciencias naturales en la educación media en Colombia se fracciona con las asignaturas de biología, química y física, donde cada una de ellas se trabaja por separado y sin ninguna conexión (Figueredo, 1998).

La integralidad en la enseñanza de las ciencias naturales se puede alcanzar con el manejo o tratamiento de la biotecnología enfatizando en un bioproceso fermentativo como una rama de la misma. Para alcanzar este fin, es necesario que los estudiantes del grado undécimo manejen conceptos previos relacionados al nuevo concepto que se quiere enseñar el cual es el bioproceso fermentativo. El estudiante debe tener presente conceptos relacionados a los microorganismos como la levadura, manejo de microscopio, preparación de soluciones, reacciones químicas, factores que influyen en una reacción química como pH, luz, oxígeno y pesaje de los reactivos, entre otros; y algunos fenómenos físicos como la floculación, filtración, centrifugación y destilación.

Esta propuesta metodológica tiene como soporte teórico, la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel y el aprendizaje significativo crítico propuesto por Marco Antonio Moreira.

2.1.1. Teoría del aprendizaje significativo

El aprendizaje significativo es el proceso mediante el cual el estudiante en condiciones de predisposición para aprender, con unos conceptos previos o subsumidores adecuados, le sirven de base para la adquisición de un nuevo concepto, permaneciendo la relación entre el subsumidor y el nuevo concepto (Ausubel, 1976, 2002; Moreira, 1997).

Lo que el estudiante aprende depende de los conceptos previos que tenga en su estructura cognitiva, los cuales deben estar relacionados con los nuevos conceptos; esto quiere decir que si el estudiante no tiene suficientes conceptos previos, finalmente el aprendizaje no sería significativo. Esta concepción se refleja en la preparación de clase de los profesores, donde ellos tienen en cuenta los saberes previos de sus estudiantes (Postman y Weingartner, 1969).

Muchas veces los docentes en su labor diaria, aplican la teoría del aprendizaje significativo con sus estudiantes, pero no manejan la concepción teórica de este; sin embargo, es esencial tener en consideración las siguientes características para una mejor relación entre el fundamento teórico y la práxis: el aprendizaje significativo es posible si existe la motivación para aprender, los conceptos previos del estudiante deben ser los más adecuados, el aprendizaje no se da inmediatamente, el proceso de enseñanza utiliza materiales lógicamente significativos, el lenguaje es fundamental en el aprendizaje del estudiante. La mejor opción para que se dé un aprendizaje significativo, es colocarle al estudiante situaciones nuevas, no familiares, donde en verdad aplique la adquisición del conocimiento (Moreira, 1997; Ausubel, 1978).

2.1.2. Aprendizaje significativo crítico

Marco Antonio Moreira creó la teoría del aprendizaje significativo crítico dentro de la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, basándose en el último capítulo de “Teaching as a subversive activity” de los autores Postman y Weingartner (1969), donde sugirió algunos principios facilitadores de este aprendizaje.

“A través del aprendizaje significativo crítico es como el alumno podrá formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, no ser subyugado por ella, por sus ritos, sus mitos y sus ideologías. A través de ese aprendizaje es como el estudiante

podrá lidiar, de forma constructiva, con el cambio, sin dejarse dominar, manejar la información sin sentirse impotente frente a su gran disponibilidad y velocidad de flujo, beneficiarse y desarrollar la tecnología, sin convertirse en tecnófilo. Por medio de este aprendizaje podrá trabajar con la incertidumbre, la relatividad, la no causalidad, la probabilidad, la no dicotomización de las diferencias, con la idea de que el conocimiento es construcción nuestra, que apenas representamos el mundo y nunca lo captamos directamente" (Moreira, 2005).

En el caso de la implementación de esta propuesta metodológica, los estudiantes al tener los conceptos previos mencionados anteriormente, hacen alusión al principio del conocimiento previo; el componente experimental sin tener necesariamente una guía de laboratorio, se referencia con el principio de la no centralidad del libro texto y principio de la no utilización de la pizarra; el trabajo en equipo y la interacción de los estudiantes con el resto de la comunidad educativa hacen referencia al principio del abandono de la narrativa del profesor.

Un componente fuerte en esta propuesta metodológica es el trabajo experimental en el laboratorio, donde los estudiantes trabajan en equipo colaborativamente, donde aprenderán corrigiendo sus errores.

El aprendizaje que obtienen los estudiantes en la enseñanza de un bioproceso fermentativo, sería relevante, apropiado, trascendental, y perdurable en el tiempo.

2.2. Marco Disciplinar

Una de las ramas de la biotecnología son los bioprocesos, en los cuales se utiliza un microorganismo para la transformación de una materia prima en un producto específico a escala de laboratorio, piloto o industrial. El bioproceso tratado en esta propuesta metodológica, es la fermentación alcohólica para la obtención de etanol a nivel de laboratorio.

La biotecnología, mediante el trabajo interdisciplinario de diferentes saberes como la microbiología, biología, química, ingeniería y los avances tecnológicos, ha permitido tecnificar y optimizar la fermentación alcohólica, mejorando genéticamente las cepas de levadura, haciendo mejor control de la temperatura, concentración de sustrato, pH, condiciones lumínicas y anaeróbicas. De igual manera, la rama de la biotecnología enfocada en los bioprocesos, ha permitido incluir la ingeniería en la búsqueda de mejores diseños de biorreactores, reducir

el tiempo de obtención del producto de interés, y mejorar las técnicas de esterilización (García, 2004).

La fermentación alcohólica no es un tema nuevo en nuestra sociedad, de forma empírica se viene desarrollando hace tres mil años antes de cristo con la obtención de bebidas como la cerveza y el vino; es un proceso donde interviene un microorganismo, siendo el más utilizado, la levadura *Saccharomyces cerevisiae,* que utiliza como fuente de carbono glucosa, fructosa o sacarosa, en ausencia de aire. El metabolismo de la levadura transforma estos azúcares, en etanol y dióxido de carbono (Montoya, 2004).

El etanol obtenido por vía fermentativa está representado de acuerdo a la siguiente ecuación química balanceada (Chang, 1999).

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_6O + 2CO_2$$

En el montaje experimental de una fermentación se debe tener en cuenta ciertas condiciones de optimización de las materias primas, las cuales están relacionadas con la preparación del mosto (Ver: E. anexo: Relaciones usadas en la fermentación, dadas por litro de solución de mosto); al igual que la activación de la levadura en el proceso de inoculación en una porción determinada del mosto, haciendo control de la temperatura (Castro, 2014).

Hay ciertos parámetros que se deben tener en cuenta en un bioproceso fermentativo alcohólico para llegar a un proceso eficiente, como son la ausencia de oxígeno, poca luz, temperatura interna en el biorreactor, pH, tiempo de reacción, mecanismos de transferencia de masa y las condiciones presurizadas generadas por la producción del gas dióxido de carbono. Además de estos parámetros que inciden en la cinética de reacción, también se debe tener en cuenta condiciones de asepsia durante la fermentación.

En las etapas del bioproceso fermentativo alcohólico, se encuentran las técnicas de separación de mezclas usadas en mejorar las condiciones de calidad del producto, ya sea como bebida o biocombustible. En la obtención del producto como bebida, es necesaria la utilización de la filtración, floculación y centrifugación, todas ellas involucran las fases sólido-líquido. En el caso de la filtración, los sólidos suspendidos en un líquido son separados usando un filtro en

el que se retienen dichas partículas sólidas; en la floculación se utiliza una sustancia externa a la solución a separar, que permita la aglomeración de los sólidos suspendidos y su posterior sedimentación; y la centrifugación permite la separación de los sólidos de manera acelerada usando un sistema de rotación. En la obtención de etanol como biocombustible se utiliza la destilación, la cual consiste en la separación de líquidos miscibles, teniendo como base la diferencia de temperaturas de ebullición de cada líquido en la solución (Mora, 2003).

Además de la fermentación para la obtención de etanol, se utilizan otros métodos tales como la reducción de los haluros y las cetonas, adición de compuestos organometálicos a aldehídos y cetonas, reducción de los ácidos carboxílicos, reducción de ésteres, adiciones a los alquenos; los cuales facilitan la utilización del etanol en medicamentos, cosméticos, disolventes y antisépticos, entre otros (Streitwieser, 1985).

El bioproceso fermentativo alcohólico, ofrece una opción de producción de bioetanol como un tipo de energía renovable, el cual es usado como componente en los combustibles para vehículos automotores. Este tipo de aplicaciones de la biotecnología son consideras en la búsqueda de soluciones a la problemática ambiental de nuestro planeta (Vásquez, 2007).

2.3. Marco Legal

2.3.1. Contexto Internacional

El primer organismo internacional en apoyar e implementar la enseñanza de la biotecnología en la escuela fue la UNESCO en 1990 en la república federal de Alemania, haciendo disminuir la desconfianza de las personas en la aplicación de los conocimientos científicos en producción de alimentos, medicamentos entre otros. (Roa, 2009)

Es claro que la misión de la UNESCO está basada en pilares fundamentales como la educación, ciencia, cultura y conocimiento. El uso de las nuevas tecnologías es esencial para la creación de sociedades del conocimiento, reconociendo a este como eje transformador en temas económicos, políticos y

culturales. Hay que tener presente la estrecha relación entre la formación a personas y grupos, los adelantos científicos y técnicos, al igual que la cultura. Es así como la aplicación de la biotecnología no puede estar desligada de las condiciones culturales o no se puede tener una ciencia que se olvide de la educación científica o de los saberes locales; ni mucho menos considerar una cultura que no tenga en cuenta la transferencia educativa y las nuevas formas del conocimiento (UNESCO, 2005).

La organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en su conferencia técnica “Biotecnologías agrícolas en los países en desarrollo” dada en México de 2010, tuvo como tema principal la implementación de la biotecnología en los distintos sectores de la alimentación, identificando retos como la inseguridad alimentaria, cambio climático y la degradación de los recursos naturales (Bartoleschi, 2011).

2.3.2. Contexto Nacional

La ley 1753 de 2015, por la cual se expide el plan nacional de desarrollo 2014-2018 “Todos por un Nuevo País”, el cual, dentro de uno de sus componentes más importantes, contempla acciones contundentes en materia educativa y reafirma el compromiso del gobierno para hacer de Colombia el país más educado de América Latina en 2025.

El artículo 67 de la constitución política de Colombia de 1991, proclama que “La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social; con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura”.

Desde el Ministerio de Educación Nacional se plantea el objetivo de la enseñanza de las ciencias naturales y educación ambiental para generar en el estudiante un pensamiento científico, que le sirva para explicar de forma integral los sucesos del mundo que lo rodea (Figueredo y Escobedo, 1998).

2.3.3. Contexto Regional

Para ser visionarios y pensar en grande, el departamento de Antioquia desde su plan de desarrollo (2016-2019), argumenta que se debe fortalecer la ciencia, tecnología e innovación, basados en su plan de desarrollo con la línea 1: competitividad e infraestructura, para llegar a ser un departamento colombiano más competitivo, generando un crecimiento sostenible ligado a una mejor calidad de vida de los habitantes.

2.3.4. Contexto Local

La alcaldía de la ciudad de Medellín tiene claro que para su desarrollo, es esencial en primera instancia contar con el ser humano; al cual se le debe ofrecer una educación con calidad, pertinente e integral, que aporte al mismo desarrollo y competitividad de la ciudad.

La dimensión estratégica referida a educación del Plan de Desarrollo 2016-2019, está enfocada a generar procesos de innovación y de investigación que trascienda a la generación de conocimientos que dinamicen el entorno.

2.3.5. Contexto Institucional

Desde la misión de la Institución Educativa Samuel Barrientos, se promulga la sana convivencia, donde el estudiante sea más tolerante y pueda compartir con sus pares, con una actitud crítica y reflexiva hacia su entorno; basados en procesos formativos que conlleven al estudiante a ser un ciudadano creativo y autónomo.

Teniendo como pilar el modelo pedagógico socio-crítico, la visión de la Institución Educativa Samuel Barrientos se proyectará en la comunidad como un referente académico, pedagógico y social, fomentando una cultura ciudadana en principios sociales, filosóficos, políticos y axiológicos, teniendo al estudiante como epicentro de una verdadera transformación en competencias y aprendizajes significativos.

2.4. Marco Espacial

La Institución Educativa Samuel Barrientos tiene su sede principal la cual corresponde al bachillerato, en la calle 44 N° 94-119 barrio Campo Alegre de la comuna 12 de la ciudad de Medellín, además tiene otras tres sedes de primaria (Pio XII, Socorro y Monseñor Perdomo) ubicadas en la comuna 13. La sede de bachillerato a pesar de estar en la comuna 12, el 95% de la población estudiantil es de la comuna 13.

Esta propuesta se implementará con 25 estudiantes del semillero de estudio de la institución Los Newtonianos, conformado por estudiantes del grado undécimo, jóvenes de 16 a 18 años residentes en la comuna 13, con muchas expectativas de continuar sus estudios universitarios, inmersos en una transformación social para llegar a unas mejores condiciones de calidad de vida.

3. Diseño metodológico: Investigación aplicada

Uno de los lineamientos de la investigación aplicada en este trabajo de maestría es el paradigma crítico-social, el cuál según Habermas (1986) se conceptualiza en la crítica social enfatizando en la autorreflexión; donde el conocimiento se da por la construcción de un interés que parte de necesidades grupales; buscando mantener los principios de la razón y la libertad del individuo, a través del desarrollo del juicio y la crítica, llevándose a cabo una transformación social.

Según Popkewitz (1988), en el paradigma se debe dar la íntima relación de la teoría con la práctica, teniendo en cuenta lo cognitivo, procedimental y actitudinal; guiando el conocimiento hacia la libertad del individuo. En esta teoría, entre el docente y el estudiante se tiene una relación horizontal, haciendo que la toma de decisiones sea consensuada.

Para Arnal (1992), la esencia de este tipo de paradigma es la promoción de las transformaciones sociales, resolviendo problemáticas específicas incluidas en las comunidades, dándose la total participación de todos los integrantes.

Finalmente, Alvarado (2008) propone aplicar el paradigma socio-crítico en investigaciones en la enseñanza de las ciencias naturales, comprobando la eficacia en la generación de cambios en las comunidades habiendo o no una problemática socioeconómica, siendo de gran uso en medios educativos con prioridades en sus problemas sociales y en la enseñanza, aprendizaje y evaluación de asignaturas diversas.

3.1. Tipo de Investigación

Este trabajo está sustentado en el modelo de investigación-acción educativo (I-A-E) (Restrepo, 2002), en el cual el docente es el investigador y está inmerso en la propia matriz de investigación, a diferencia de otros tipos de investigación en ramas como la ingeniería, informática y medicina, en el cual el investigador no hace parte de la población investigada.

En la investigación-acción, el docente investigador debe tener en cuenta factores de enseñanza propuestos por él mismo, reflejándose en el aprendizaje de los estudiantes; dentro los factores mencionados están el dominio disciplinar y curricular, la formación y preparación en estrategias de enseñanza y evaluación.

Ya que la investigación-acción se realiza en medio de personas (Bausela, 2004), hay que tener mucho cuidado con los modos cómo se obtiene la información, así como la interpretación que de ella hacemos y el uso público que se le da; lo que implica la defensa de unos principios éticos, como el consentimiento y permiso para realizar observaciones, el trabajo permanecerá accesible para todo el público, entre otros.

En general, la investigación-acción está enmarcada en un conjunto de reflexiones sistemáticas sobre la práctica docente, con el propósito de optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje (Lewin, 1973).

3.2. Método

Para llevar a cabo los objetivos expuestos en esta investigación, el método fue el crítico crítico-social, cuya aplicación se dio en la Institución Educativa Samuel Barrientos Restrepo, desarrollándose de la siguiente manera:

1. Inicialmente se hizo una caracterización de la institución, teniendo en cuenta el número total de estudiantes como población, tomando como muestra los estudiantes que conforman el semillero de estudio de la institución (Los Newtonianos); además se tuvo en cuenta los laboratorio de física y química (lugares donde se realizó el trabajo), materiales y equipos necesarios.

2. Se realizó una evaluación diagnóstica sobre el concepto de bioproceso, sus características, etapas y aplicaciones; además de una entrevista a los estudiantes sobre las concepciones en general de la biotecnología en la escuela y sobre la integración de las 3 asignaturas del área de ciencias naturales mediante la experimentación. Se revisó en la base de datos de la institución resultados de procesos académicos de años anteriores en el tema a investigar.

3. De acuerdo al diagnóstico, se identificó las posibles acciones a aplicar a la problemática hallada, dando solución a la integración de la enseñanza de las ciencias naturales, a través de un bioproceso fermentativo.

4. La aplicación de la propuesta inició con observaciones microscópicas y macroscópica de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, estas actividades se enfocaron al fenómeno biológico. Posteriormente, se trabajó el fenómeno químico con la puesta en marcha de una reacción bioquímica, haciendo el montaje experimental a escala de laboratorio de la fermentación anaeróbica de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en la obtención de etanol como producto principal. Finalmente las etapas de purificación del etanol como la floculación, centrifugación, filtración y destilación hacen referencia a los fenómenos físicos.

5. Las etapas del bioproceso fermentativo se apoyaron principalmente la experimentación, el trabajo colaborativo y en equipo, existiendo una comunicación horizontal entre el docente y los estudiantes.

6. Finalmente, se realizó la misma evaluación escrita que se implementó en la prueba diagnóstica. Posteriormente se conformaron subgrupos de estudiantes del semillero para explicar cada una de las etapas, en una demostración de experiencia significativa a toda la comunidad educativa.

3.3. Población y Muestra

La población correspondió a 520 estudiantes de la jornada de la mañana, sede de bachillerato de la Institución Educativa Samuel Barrientos Restrepo.

La selección de la muestra, se hizo mediante una invitación a los estudiantes de los tres grupos del grado undécimo, inscribiéndose 60 estudiantes, de los cuales se seleccionaron 25 estudiantes, quienes integraron el semillero Los Newtonianos. Entre los parámetros de selección se tuvo en cuenta la motivación o insistencia que demostraban algunos estudiantes en pertenecer al semillero, el rendimiento académico y la inclinación por el estudio de las ciencias naturales.

3.4. Instrumento de recolección y procesamiento de la información

Para la recolección y análisis de la información necesaria para esta investigación se utilizó como fuente primaria: evaluaciones escritas, encuestas, entrevistas; y como fuente secundaria: bases de datos, plan de área de ciencias naturales para analizar los contenidos del grado undécimo y la relación con el tema tratado en dicha propuesta, lineamientos y estándares curriculares, proyecto educativo institucional (PEI), revistas y consultas en internet.

La evaluación inicial estuvo conformada por 27 preguntas, entre las cuales había de selección múltiple única respuesta, falso/verdadero, relación y complete; y 5 preguntas abiertas sin límite en la respuesta; con un tiempo de duración de una hora.

Se utilizó la misma evaluación escrita para hacer la comparación entre el diagnóstico y el aprendizaje obtenido por los estudiantes después de la implementación de la propuesta metodológica. Para el análisis estadístico de comparación se tuvo en cuenta las 27 preguntas relacionadas exactamente con la conceptualización del bioproceso fermentativo alcohólico, las cuales estarían enumeradas de 1 a 20, y las preguntas de relación de la A hasta la G.

(Ver A anexo : prueba diagnóstica.)

En cada una de las etapas del bioproceso, se hizo un seguimiento del aporte de cada estudiante en el desarrollo experimental de las mismas, enfatizando el trabajo colaborativo y en equipo.

Al finalizar la implementación de esta propuesta, los integrantes del semillero realizaron una muestra de experiencia significativa, la cual se documentó en material fotográfico y fílmico.

Los resultados de esta investigación se procesaron utilizando tablas, gráficos de barras, incluyendo el uso de porcentajes; y de esta manera obtener los resultados para su posterior análisis y discusión.

3.5. Alcance y delimitación

A pesar que esta propuesta se desarrolló en la Institución Educativa Samuel Barrientos, la idea es que sea aplicada en cualquier otro centro educativo que tenga el área de ciencias naturales conformada por la biología, química y física en el grado undécimo, con el fin de unificar la enseñanza de estas 3 asignaturas.

Esta propuesta tiene un elemento muy importante que es la interdisciplinaridad de las asignaturas, el fortalecimiento en la competencia científica y la gran motivación de los estudiantes a estudiar las ciencias naturales enfocada en la experimentación.

El alcance de esta propuesta es relevante en el ámbito local, ya que tiene un componente innovador que es la implementación de la biotecnología en la escuela mediante un bioproceso fermentativo, basándose en la teoría del aprendizaje significativo crítico de Marco Antonio Moreira, evitando la centralidad del texto guía, y el uso de la pizarra.

3.6. Cronograma

En la siguiente tabla se muestra la metodología distribuida en fases y actividades, para la puesta en marcha del trabajo final de maestría.

Tabla 3.6-1. Planificación de fases y actividades

FASE	OBJETIVOS	ACTIVIDADES
Fase 1: Caracterización	Identificar y caracterizar metodologías para la enseñanza integral de las ciencias naturales por medio de un bioproceso fermentativo.	1.1 Búsqueda de la literatura sobre el aprendizaje significativo para la enseñanza integral de las ciencias naturales por medio de un bioproceso fermentativo. 1.2 Revisión bibliográfica sobre la teoría de los bioprocesos fermentativos en la enseñanza de las ciencias naturales. 1.3 Búsqueda de la literatura en los lineamientos y estándares curriculares en la enseñanza integral de las ciencias naturales por medio de un bioproceso fermentativo en el grado undécimo.
Fase2: Diseño	Diseñar actividades de bioprocesos fermentativos para la enseñanza integral de las ciencias naturales.	2.1 Diseño y construcción de actividades para la evaluación de conceptos previos. 2.2 Entrevista con estudiantes del semillero Los Newtonianos. 2.3 Diseño de la propuesta metodológica para la enseñanza integral de las ciencias naturales.
Fase 3: Intervención	Intervenir la práctica docente aplicando el bioproceso fermentativo a los integrantes del semillero (Los Newtonianos de la I.E Samuel Barrientos.	3.1 Realización del montaje experimental de las diferentes etapas del bioproceso fermentativo en la obtención de etanol. 3.2 Muestra significativa a la comunidad educativa sobre el bioproceso fermentativo.
Fase 4: Análisis y Evaluación	Evaluar el impacto del bioproceso fermentativo en la enseñanza integral de las ciencias naturales a los integrantes del semillero (Los Newtonianos de la I.E Samuel Barrientos.	4.1 Construcción y aplicación de una actividad evaluativa al finalizar la implementación de la propuesta metodológica. 4.2 Evaluar el grado de motivación de los estudiantes. 4.3 Realización del análisis de los resultados obtenidos al implementar la propuesta metodológica en los estudiantes del semillero Los Newtonianos de la Institución Educativa Samuel Barrientos.

Tabla 3.6-2 Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	SEMANAS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Actividad 1.1	x	x														
Actividad 1.2		x	x													
Actividad 1.3		x	x													
Actividad 2.1				x	x	x										
Actividad 2.2				x	x	x										
Actividad 2.3				x	x	x										
Actividad 3.1					x	x	x	x	x	x	x					
Actividad 3.2										x	x					
Actividad 4.1												x	x			
Actividad 4.2													x	x		
Actividad 4.3															x	x

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados y análisis de la actividad inicial

La actividad inicial fue una evaluación diagnóstica con su respectivo análisis, aplicación y análisis de entrevista grupal, al igual que el análisis del plan de estudios del área de ciencias naturales, correspondiente a la asignatura de biología en el grado undécimo de la Institución Educativa Samuel Barrientos Restrepo.

4.1.1. Evaluación diagnóstica

La evaluación diagnóstica permitió identificar los conceptos previos en los estudiantes sobre la fundamentación teórica de la biotecnología así como el de un bioproceso fermentativo, al igual que la diferenciación de los fenómenos biológicos, químicos y físicos. Por otra parte, esta evaluación arrojó información sobre los conceptos que tenían sobre las características específicas de la fermentación alcohólica y las técnicas de separación que se utilizarían en este bioproceso fermentativo como la floculación, centrifugación, filtración y destilación, que deben tener los estudiantes. Las preguntas abiertas permitieron dar información sobre los conocimientos que tenían los estudiantes sobre las aplicaciones e implicaciones del etanol como producto de la fermentación alcohólica en nuestra sociedad.

Los resultados presentados en las siguientes tablas, corresponde al número de estudiantes que respondieron correctamente, incorrectamente o no sabe-no responde, para cada una de las 27 preguntas de la evaluación diagnóstica, y las 5 preguntas tipo abierta. El 100 % significa que la totalidad de los estudiantes respondiendo correctamente.

Por facilidad en la interpretación de datos se coloca en las tablas 4.1.1-1; 4.1.1-2 y 4.1.1-3 los resultados de la evaluación escrita antes y después de la fase experimental de la intervención de esta propuesta metodológica.

Tabla 4.1.1-1: Resultados respuestas correctas por pregunta de la evaluación escrita.

Pregunta N°	Concepto	Respuesta correcta		Respuesta incorrecta		No sabe / no responde	
		Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
1	Concepto de biotecnología.	25(100%)	25(100%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)
2	Situaciones donde está presente la biotecnología.	6(24%)	21(84%)	19(76%)	4(16%)	0(0%)	0(0%)
3	Concepto de bioproceso.	17(68%)	23(92%)	8(32%)	2(8%)	0(0%)	0(0%)
4	Relación de microorganismo-producto en un bioproceso.	8(32%)	21(84%)	15(60%)	4(16%)	2(8%)	0(0%)
5	Concepto de fermentación.	8(32%)	20(80%)	15(60%)	5(20%)	2(8%)	0(0%)
6	Reconocimiento de fenómeno biológico.	8(32%)	19(76%)	16(64%)	6(24%)	1(4%)	0(0%)
7	Reconocimiento de fenómeno químico.	10(40%)	24(96%)	13(52%)	1(4%)	2(8%)	0(0%)
8	Reconocimiento de fenómeno físico.	1(4%)	20(80%)	22(88%)	5(20%)	2(8%)	0(0%)
9	Los virus generan enfermedades infecciosas.	23(92%)	22(88%)	2(8%)	3(12%)	0(0%)	0(0%)
10	Todas las bacterias no son patógenas.	18(72%)	21(84%)	7(28%)	4(16%)	0(0%)	0(0%)
11	Todos los hongos no generan enfermedades.	21(84%)	23(92%)	3(12%)	2(8%)	1(4%)	0(0%)
12	La levadura Saccharomyces cerevisiae se relaciona con sacarosa, hongo y cerveza.	12(48%)	25(100%)	4(16%)	0(0%)	9(36%)	0(0%)
13	La condición de pH para una fermentación alcohólica debe ser ácida.	10(40%)	18(72%)	9(36%)	7(28%)	6(24%)	0(0%)
14	En la fermentación alcohólica no se necesita luz directa.	13(52%)	24(96%)	6(24%)	1(4%)	6(24%)	0(0%)
15	Reafirmar el concepto de bioproceso.	18(72%)	23(92%)	3(12%)	2(8%)	4(15%)	0(0%)

Pregunta N°	Concepto	Respuesta correcta		Respuesta incorrecta		No sabe / no responde	
		Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
16	Concepto de biorreactor	15(60%)	25(100%)	6(24%)	0(0%)	4(15%)	0(0%)
17	Concepto de inóculo en una fermentación.	0(0%)	11(44%)	0(0%)	14(56%)	25(100%)	0(0%)
18	Concepto de inactividad en una levadura	3(12%)	22(88%)	0(0%)	3(12%)	22(88%)	0(0%)
19	Filtración, floculación, centrifugación y destilación como técnica de separación.	5(19%)	20(80%)	3(12%)	5(20%)	17(68%)	0(0%)
20	Cálculo matemático para la obtención de soluto puro en una solución.	0(0%)	19(76%)	0(0%)	6(24%)	25(100%)	0(0%)
A	Reconocimiento de la Saccharomyce cerevisiae como levadura	16(64%)	23(92%)	6(24%)	2(8%)	3(12%)	0(0%)
B	Filtración como técnica de separación sólido-líquido.	6(24%)	16(64%)	15(60%)	9(36%)	4(16%)	0(0%)
C	Bioproceso como un proceso bioquímico en presencia de microorganismo.	17(68%)	23(92%)	7(28%)	2(8%)	1(4%)	0(0%)
D	Etanol como sustancia obtenida en la fermentación.	14(56%)	24(96%)	8(32%)	1(4%)	3(12%)	0(0%)
E	Reconocimiento de la destilación como proceso donde se tiene en cuenta diferencias de puntos de ebullición.	8(32%)	16(64%)	14(56%)	9(36%)	3(12%)	0(0%)
F	Término anaeróbico relacionado a la ausencia de oxígeno.	11(44%)	24(96%)	10(40%)	1(4%)	4(16%)	0(0%)
G	Virus como causante de enfermedad infecciosa	23(92%)	25(100%)	2(8%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)

Tabla 4.1.1-2: Resultados respuestas correctas para las preguntas tipo abierta.

Pregunta N°	Concepto	Respuesta correcta		Respuesta incorrecta		No sabe / no responde	
		Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
21	La importancia de obtener etanol en nuestra sociedad como combustible, uso doméstico y materia prima.	15(60%)	25(100%)	6(24%)	0(0%)	4(16%)	0(0%)
22	El consumo en exceso de bebidas alcohólicas es perjudicial para la salud.	23(92%)	25(100%)	0(0%)	0(0%)	2(8%)	0(0%)
23	Reconocimiento por lo menos de una empresa que produzca bebida alcohólica en la ciudad de Medellín.	18(72%)	25(100%)	2(8%)	0(0%)	5(20%)	0(0%)
24	El etanol como fuente energética alternativa.	11(42%)	23(92%)	2(8%)	2(8%)	12(50%)	0(0%)
25	Uso de etanol como combustible en Colombia.	4(16%)	15(60%)	6(24%)	5(20%)	15(60%)	5(20%)

La totalidad de los integrantes del semillero, reconocen a la biotecnología como una aplicación tecnológica que utiliza seres vivos para la creación o modificación de productos o procesos, lo que conlleva a que los estudiantes tienen una buena base en este concepto previo, pero hay falencia al momento de reconocer una situación donde esté presente la biotecnología. De igual manera sucede con el concepto de bioproceso donde una gran mayoría lo reconocen como la utilización de un microorganismo en la obtención de un producto, pero en este caso el 32% establece una apropiada relación de microorganismo y producto en el bioproceso.

Respecto al concepto de fermentación que tienen los estudiantes, este se centra en procesos con levaduras o bacterias, pero sin diferenciarlo entre anaeróbico o aeróbico; sólo el 35% de los estudiantes lo considera un proceso anaeróbico.

En el reconocimiento de los fenómenos biológicos, químicos y físicos, se hace énfasis en el fenómeno físico con un bajo porcentaje, lo que evidencia que la mayoría de los estudiantes presentan una confusión al identificar por ejemplo, la

combustión como un fenómeno físico, y considerar a la destilación como otro fenómeno químico, esto puede tener su raíz en que la temática se aborda desde la enseñanza de la química, sin hacer la debida diferenciación que en este fenómeno, no hay transformación interna de la materia. Más de la mitad de los estudiantes en promedio, no tuvieron inicialmente, una buena diferenciación de los 3 fenómenos que se contemplaron en el desarrollo de la propuesta metodológica.

Es de resaltar que el 85% de los estudiantes respondió acertadamente que todos los hongos no son patógenos, lo que implica un subsumidor apropiado y de anclaje en la enseñanza de las ciencias naturales a través de un bioproceso fermentativo alcohólico, ya que la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) que se utilizó no es patógena, y de igual manera, la mitad de los estudiantes lo relacionan con el microorganismo que consume sacarosa y produce cerveza.

En las preguntas de falso y verdadero referente a las condiciones operacionales específicas de la fermentación como el pH y la incidencia de luz, se esperaba un alto porcentaje de conceptos erróneos, ya que la temática es muy específica y aún la mayoría de los estudiantes no los tienen como conceptos previos, sin embargo el porcentaje de aceptación fue del 48% en promedio (42% y 54%) respectivamente.

En la evaluación diagnóstica se pregunta por el concepto de bioproceso en tres tipos de pregunta (selección múltiple única respuesta, falso/verdadero y relación) y respondieron acertadamente 18, 19 y 18 estudiantes, y fueron los mismos estudiantes, lo que se deduce que el concepto de bioproceso está bien afianzado en estos 18 estudiantes.

Un concepto previo fundamental en los estudiantes, en la elaboración de su nuevo concepto del bioproceso fermentativo alcohólico es el de biorreactor, donde el 62% de los estudiantes lo consideran como un equipo donde se da una reacción química en presencia de un microorganismo.

En las preguntas de completación que son de tipo abierta, se enfatizó en conceptos muy propios del bioproceso fermentativo, lo que sirvió para identificar plenamente qué tanto saben los estudiantes sobre el inóculo en una fermentación, inactividad de la levadura, las técnicas de separación (filtración, floculación, centrifugación y destilación) necesarias para mejorar la calidad del etanol tanto como bebida alcohólica y como biocombustible; y sobre los cálculos

matemáticos necesarios para saber la cantidad de etanol puro en una solución determinada. Los porcentajes de aceptación respectivamente fueron: inóculo (0%), inactividad de la levadura (11%), técnicas de separación (19%) y cálculos matemáticos de etanol puro en una determinada solución (0%).

En las cinco preguntas abiertas sin límite en la respuesta, estuvieron encaminadas al etanol tanto como bebida alcohólica y como combustible. Más de la mitad de los estudiantes (58%) reconocen la importancia del etanol en nuestra sociedad como aplicación en los combustibles, en el hogar y como materias primas y el 95% reconoce que las bebidas alcohólicas en exceso es perjudicial para la salud afectando el sistema nervioso, sin embargo tres estudiantes reconocen que el consumo mínimo diario de vino es bueno para la salud.

Aun cuando el 42% de los estudiantes acepta el etanol como fuente energética alternativa, no son capaces de justificar su respuesta positiva, y en su mayoría (85%) desconoce la aplicación del etanol como parte de los combustibles en Colombia.

Las 27 preguntas cerradas de la evaluación diagnóstica se clasificaron en los tres fenómenos integradores de esta propuesta (Biológico, Químico y Físico). El fenómeno biológico está referido a la fundamentación de la biotecnología, bioprocesos y a la levadura Sacharomyces cerevisiae, preguntas N°1,2,3,4,5,6,9,10,11,12,18,A, y G; para un total de13 preguntas. El fenómeno químico está referido específicamente a la fermentación alcohólica donde se da la reacción química en el interior de la levadura y a los factores que influyen en dicha reacción química, preguntas N°7,13,14,15,16,17,C y D, para un total de 8 preguntas. El fenómeno físico es referido a las técnicas de separación como la floculación, centrifugación, filtración y destilación, preguntas N° 8, 19, 20, B, E y F, para un total de 6 preguntas.

La siguiente tabla muestra el resultado de cada uno de los 25 estudiantes, en los respectivos fenómenos.

Tabla 4.1.1-3: Resultados de respuestas correctas por estudiante en cada uno de los fenómenos.

Estudiante	Fenómeno Biológico (13 Preguntas)		Fenómeno Químico (8 preguntas)		Fenómeno Físico (6 preguntas)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
N°1	4(31%)	13(100%)	3(38%)	8(100%)	1(17%)	5(83%)
N°2	8(62%)	13(100%)	3(38%)	8(100%)	4(67%)	6(100%)
N°3	10(77%)	9(69%)	4(50%)	6(75%)	1(17%)	5(83%)
N°4	10(77%)	13(100%)	2(26%)	8(100%)	3(50%)	6(100%)
N°5	7(54%)	13(100%)	5(63%)	8(100%)	1(17%)	6(100%)
N°6	7(54%)	12(92%)	3(38%)	7(88%)	0(0%)	4(67%)
N°7	8(62%)	12(92%)	1(13%)	7(88%)	2(33%)	5(83%)
N°8	11(85%)	13(100%)	3(38%)	8(100%)	1(17%)	4(67%)
N°9	8(62%)	11(85%)	3(38%)	8(100%)	1(17%)	6(100%)
N°10	7(54%)	7(54%)	2(26%)	5(63%)	2(33%)	2(33%)
N°11	6(46%)	13(100%)	4(50%)	7(88%)	1(17%)	4(67%)
N°12	5(39%)	10(77%)	5(63%)	7(88%)	4(67%)	3(50%)
N°13	10(77%)	13(100%)	3(38%)	8(100%)	4(67%)	6(100%)
N°14	7(54%)	13(100%)	2(26%)	8(100%)	0(0%)	6(100%)
N°15	7(54%)	13(100%)	2(26%)	7(88%)	0(0%)	5(83%)
N°16	11(85%)	9(69%)	4(50%)	5(63%)	0(0%)	3(50%)
N°17	6(46%)	13(100%)	4(50%)	6(75%)	2(33%)	5(83%)
N°18	5(39%)	12(92%)	3(38%)	7(88%)	0(0%)	5(83%)
N°19	6(46%)	10(77%)	3(38%)	6(75%)	1(17%)	5(83%)
N°20	7(54%)	12(92%)	4(50%)	7(88%)	1(17%)	5(83%)
N°21	7(54%)	10(77%)	4(50%)	6(75%)	0(0%)	4(67%)
N°22	7(54%)	6(46%)	1(13%)	5(63%)	0(0%)	2(33%)
N°23	10(77%)	13(100%)	5(63%)	8(100%)	1(17%)	6(100%)
N°24	8(62%)	12(92%)	5(63%)	6(75%)	1(17%)	5(83%)
N°25	10(77%)	12(92%)	6(75%)	7(88%)	2(33%)	6(100%)

Es evidente la carencia de conceptos que tienen los estudiantes, relacionados a los fenómenos químicos y físicos, necesarios para desarrollar esta propuesta. Estos resultados fueron clave para hacer un comparativo entre el antes y el después.

4.1.2 Entrevista grupal

Después de haber aplicado la evaluación diagnóstica, en la misma sesión se procedió a realizar la entrevista grupal a los integrantes del semillero Los Newtonianos.

El objetivo de esta entrevista grupal fue indagar sobre qué piensan o expresan los estudiantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales en la Institución Educativa Samuel Barrientos R. En la entrevista participaron 16 de los 25 integrantes del semillero, pero algunos estudiantes intervinieron más de 2 veces. El formato de la entrevista estaba proyectado usando video beam para que los estudiantes tuvieran comodidad de leer detenidamente la pregunta, aunque el docente lideraba el cuestionario haciendo la pregunta y los estudiantes respondían libremente. (Ver B.anexo: Formato de entrevista grupal)

A continuación las respuestas de los estudiantes a cada pregunta:

1. ¿Consideras que el aprendizaje en un tema específico mejora, si la clase es voluntaria, en espacios distintos del aula, con actividades que no involucren tanto tablero y textos guías?

Estudiante 1 : Las clases así son mejores, porque estamos por nuestra propia voluntad, porque queremos aprender y no hay esos compañeros que interrumpen constantemente las clases, haciendo que nuestro aprendizaje mejore, y entre nosotros mismos podemos ayudarnos.

Estudiante 2: Si es bueno usar actividades más lúdicas, que no sean tan estrictas, y eso hace que los estudiantes entiendan mejor las cosas.

2. ¿Es importante que esté presente la experimentación en la enseñanza de las ciencias naturales?

Estudiante 3 : Más que importante es necesario, para entender mejor los conceptos es mejor con la práctica que con la teoría, porque cuando se estudia sólo con la teoría quedan muchos vacíos, mientras que cuando lo hacemos con la práctica, estamos experimentando con ellos, frente a ellos, conociéndolos más de cerca.

Docente: ¿Sería sólo teoría o sólo experimentación, o teoría y experimentación?

Estudiante 3: Las dos son necesarias, pero en química se necesita más la experimentación.

Docente: ¿Y esto sólo se da en química?

No, en física, química y biología por igual, estas tres materias van mucho de la mano y necesitan de la experimentación.

3. ¿Es suficiente realizar una práctica de laboratorio con la elaboración de un informe?

Estudiante 4: La verdad sería bueno experimentar varias veces para que nos quede claro lo que estamos haciendo, y no solo por hacer un informe, la gracia es que se entienda de verdad.

Estudiante 5: Cuando se hace el experimento se aprende, y con el trabajo escrito se refuerza el aprendizaje, y para el refuerzo de ese trabajo, podría ser otro experimento de ese mismo tema.

Estudiante 6: Entre el informe y la experimentación, hacer un mayor enfoque en la experimentación o más detallada.

4. ¿Por qué a menudo se les olvida un tema específico?

Estudiante 7: Un tema muchas veces se nos olvida porque no lo ponemos en práctica, a nosotros los jóvenes sinceramente nos da pereza estudiar, no tenemos el interés en profundizar un tema.

Estudiante 8: Cuando nos enseñan un tema específico que no va ligado a nada, este se nos olvida fácilmente.

5. ¿Les gustaría una clase de física, biología o química mucho más vivencial?

Estudiante 9: Sí, sería bueno, porque además de experimentar sería bueno conocernos como grupo, apoyarnos mutuamente, relacionar diferentes opiniones, tener en cuenta los diferentes puntos de vista de los compañeros.

Estudiante 10: Cuando trabajamos de forma vivencial, esto nos sirve para poder aplicar mejor las cosas en nuestro entorno.

6. ¿Han recibido con frecuencia alguna clase, donde se integren fenómenos físicos, biológicos y químicos? Quién, Cuándo, Dónde y Cómo.

Estudiante 11: Una vez en el colegio La Pastora en el Barrio Buenos Aires, nos enseñaron el uso adecuado de pesticidas para no afectar en demasiado a las plantas, se unió la química con la ecología.

Estudiante 12: El profesor de física, el año pasado dejó a parte su clase, para enseñarnos las reacciones exotérmicas usando sodio y agua.

Estudiante 13: Sí; usted al comienzo de año nos dio una clase de la transformación de la materia orgánica en metano, para ser utilizada en la electricidad y para cocinar.

Estudiante 14: Profe, usted nos dio una clase sobre una estación de policía que usaba el estiércol de los caballos para producir metano, en los cuales nos abarcó varios temas de física, química y biología, y también este mismo proceso usted nos dijo que lo hacían acerca de una estación del metro, donde almacenaban la materia orgánica o fecal en unos bunker, para producir el metano.

Todos los estudiantes afirmaron, que nadie más les había dado una clase donde estuvieran juntos los tres fenómenos en una misma clase.

7. El trabajar en jornadas extra clases y pocos estudiantes, ¿Fortalece el aprendizaje para ustedes?

Estudiante 15: Yo considero que sí, porque cuando hay menos estudiantes usted puede trabajar mejor, y no tiene que estar acosando a nadie, tenemos un mejor entendimiento y podemos hacer más preguntas.

Estudiante 16: si, porque tenemos la oportunidad de socializarnos mejor con los compañeros.

8. ¿Es importante el trabajo en equipo cuando se aprende ciencias naturales en forma experimental?

Estudiante 9: Yo diría que sí es importante, porque de esta manera se podría explotar las virtudes de todos los compañeros.

9. Cuando un estudiante transmite el conocimiento adquirido a sus compañeros de clase, ¿esta sería una herramienta de evaluación por parte del docente? Justifícala.

Dos estudiantes participaron en esta pregunta, aceptando que si es bueno que un estudiante aprenda y luego transmita el conocimiento adquirido, pero que debe estar el docente presente para corregir al estudiante si se equivoca, pero no dieron respuesta exacta a la pregunta.

De forma general, los estudiantes están de acuerdo que en la enseñanza de las ciencias naturales ya sea biología, física y/o química, debe estar presente la experimentación y que en muchos casos, debería ser mayor la intensidad en la experimentación; esta experimentación no puede quedarse solamente en la elaboración de un informe escrito, sino que se profundice todo lo que se pueda en ella hasta que el estudiante tenga un aprendizaje más significativo.

Por otra parte, es bueno que la enseñanza de las ciencias naturales no sea tan estricta, que haya muchas situaciones vivenciales, para quitar ese miedo, mejorando el aprendizaje en los estudiantes.

Los estudiantes reafirmaron, que un número apropiados de estudiantes, un espacio distinto al aula de clase, el uso no exagerado del tablero y de texto guías, pueden mejorar el aprendizaje en los estudiantes; por otro lado reconocen la falencia en la enseñanza de las ciencias naturales de la no integralidad de los tres fenómenos relacionados a cada una de las tres asignaturas que conforman el área de ciencias naturales.

Y por último, el trabajo en equipo cuando se aprende ciencias naturales permite a los estudiantes conocerse mejor, sacarle provecho a las virtudes de cada uno de los integrantes del equipo y aceptar los distintos puntos de vista. (Ver: D.anexo: Enlace en www. Youtube.com de entrevista grupal)

4.1.3 Plan de estudios del área de ciencias naturales

Llevar a cabo esta propuesta metodológica hace cuatro años atrás (2012) en la Institución Educativa Samuel Barrientos Restrepo, se hubiera tenido que recurrir a los organizadores previos propuestos en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, ya que no estaba implementada la asignatura de Biología en el plan de estudios del grado undécimo e implicaría una mayor adaptación didáctica por parte del docente, sin embargo para comienzos del año lectivo 2016, la jefatura de área de ciencias naturales hizo que la mitad del plan de estudio de biología en el grado undécimo fuera de biotecnología, teniendo en sus temáticas el bioproceso fermentativo alcohólico al finalizar el segundo periodo.

La reestructuración del plan de estudio de biología en el grado undécimo se hizo con el fin de darle continuidad y apropiación de esta propuesta en la Institución Educativa Samuel Barrientos Restrepo, además de ser este el componente que hacía falta en el área de ciencias naturales del grado undécimo, para llevar a cabo una integralidad. (Ver: C.anexo: Plan de estudio de biología grado undécimo de la Institución Educativa Samuel Barrientos Restrepo)

4.2. Puesta en marcha de fase experimental

El primer fenómeno que se desarrolló del bioproceso fermentativo fue el biológico, con las observaciones macroscópicas de la levadura Sacharomyces cerevisiae con la cámara 500X zoom óptico Hd 8 leds (ilustración 3) proyectada posteriormente en video Beam y observaciones con microscopio de preparaciones de placas al fresco de levadura (ilustraciones 2 y 3). En la ilustración 2 se puede apreciar muchos puntos, cada punto corresponde a la levadura como un ser unicelular, la cual fue tomada con un celular focalizando el lente del microscopio.

Figura 4.2-1: Observaciones microscópicas y macroscópicas de la levadura *Sacharomyces cerevisiae.*

Ilustración 1

Ilustración 2

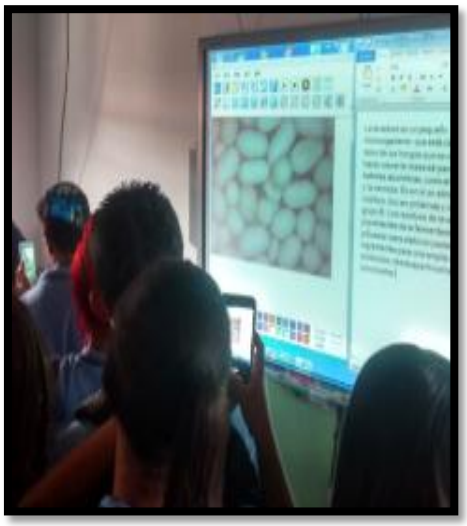


Ilustración 3

Fuente: Fotos tomadas por la estudiante Luz Muñoz en los laboratorios de física y química.

En segunda instancia se trabajó el fenómeno químico con la realización del montaje de la fermentación alcohólica. En la figura 4.1.2-2 se puede apreciar el trabajo colaborativo entre los estudiantes orientado por el docente. En la ilustración 1 se puede apreciar la limpieza a la fruta o retiro de hojas para facilitar el mecanismo de transferencia de masa entre la levadura y la fruta. En la ilustración 2 se observa la preparación del inóculo controlando agitación y temperatura en la plancha magnética de calentamiento, en el cual la levadura se activa o despierta. En la ilustración 3 se aprecia la adaptación de la trampa de agua para garantizar que la fermentación sea anaeróbica.

Figura 4.2-2: Fermentación alcohólica.

Ilustración 1

Ilustración 2

Ilustracion 3

Fuente: Fotos tomadas por la estudiante Luz Muñoz en el laboratorio de física.

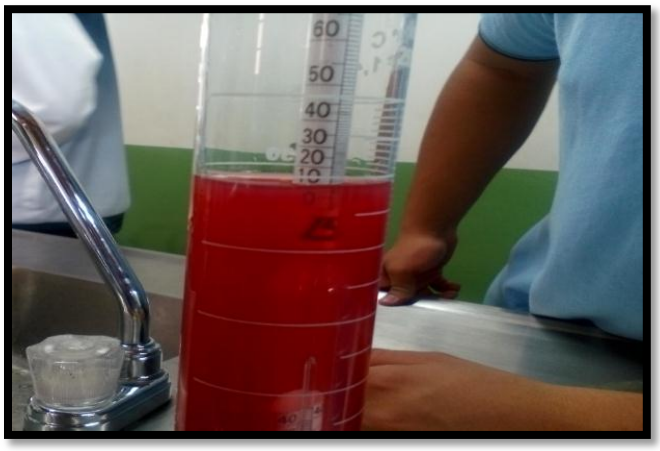
En el siguiente enlace se evidencia una breve explicación por parte de los integrantes del semillero Los Newtonianos, sobre la fermentación alcohólica donde se puede observar el burbujeo correspondiente a la producción de dióxido de carbono.

https://www.youtube.com/watch?v=tC5452Ut1bY

El tercer momento se da después de 8 días que tardó el fenómeno químico del proceso de fermentación alcohólica, donde todo el volumen de la solución que contenía principalmente residuos sólidos de fruta y levadura, agua y etanol, se sometió a filtración usando un mecanismo conformado por un filtro de tela, y posteriormente se le adicionó una solución de gelatina sin sabor que actuara como floculante para sedimentar el resto de partículas sólidas en suspensión. El proceso de floculación duró 7 días más. Estas dos técnicas de separación sólido-líquido corresponden al fenómeno físico, las cuales se hicieron con el fin de mejorar la calidad de presentación de la bebida alcohólica.

En la siguiente ilustración se puede observar el porcentaje de etanol en la bebida alcohólica aproximadamente un valor del 5%, usando un alcoholímetro.

Figura 4.2-3: Porcentaje Volumen/volumen de etanol en la bebida alcohólica.



Fuente: Foto tomada por el docente Juan José Gastelbondo, en el laboratorio de química.

El cuarto y último momento del bioproceso fermentativo estuvo relacionado con la técnica de separación líquido-líquido (destilación) y separación sólido-líquido (centrifugación), ambas técnicas corresponden a fenómenos físicos.

Se tomó una muestra de bebida alcohólica al 5% de etanol, y se le aplicó la técnica de centrifugación para precipitar las partículas sólidas debido al movimiento giratorio de la centrifugadora. Por aparte se tomó otra muestra de 200 mL de bebida alcohólica al 5% v/v de etanol sometiéndola a la destilación, este último proceso se hizo tres veces para poder recoger 180 ml de destilado al 40% v/v. Para comprobar la combustión del etanol, se garantizó la alta concentración del etanol recogiendo las primeras gotas del destilado.

En la siguiente figura, la ilustración 1 corresponde al montaje de la destilación, la ilustración 2 corresponde al porcentaje del 40% de etanol después de ser destilado y en la ilustración 3 se evidencia la combustión de las primeras gotas del etanol destilado.

Figura 4.2-4: Destilación del etanol.

Ilustración 1

Ilustración 2

Ilustración 3

Fuente: Fotos tomadas por la estudiante Luz Muñoz en el laboratorio de química y física.

En el siguiente enlace se evidencia la combustión del etanol realizada en el laboratorio de física de la Institución Educativa Samuel Barrientos Restrepo.

https://www.youtube.com/watch?v=XSZpg0bT3eQ

La siguiente figura corresponde a la técnica de centrifugación aplicada a la bebida alcohólica, con el fin de mejorar la calidad del producto.

En la ilustración 1, se aprecia el proceso de centrifugación a 3500 r.p.m y en la ilustración 2 el comparativo del antes con el después.

Figura 4.2-5: Centrifugación de bebida alcohólica.

Ilustración 1

Ilustración 2

Fuente: Fotos tomadas por la estudiante Luz Muñoz, en los laboratorios de física y química.

4.3. Resultados y análisis de evaluación final.

A la semana de haber terminado la fase experimental de la intervención, se volvió aplicar la misma evaluación diagnóstica a los 25 integrantes del semillero, con el fin de hacer un comparativo en el estado en que se encontraban los estudiantes antes y después de aplicar la fase experimental de la propuesta metodológica. En La figura 4.3-1 se muestran los resultados de forma gráfica, para facilitar la comparación en los resultados de las evaluaciones (antes y después de la intervención) para cada uno de los 25 estudiantes de la muestra, antes y después de la intervención, y las respuestas, agrupadas en los tres fenómenos integradores de las ciencias naturales.

Figura 4.3-1: Resultados por estudiante de evaluación escrita.

Gráfico 1

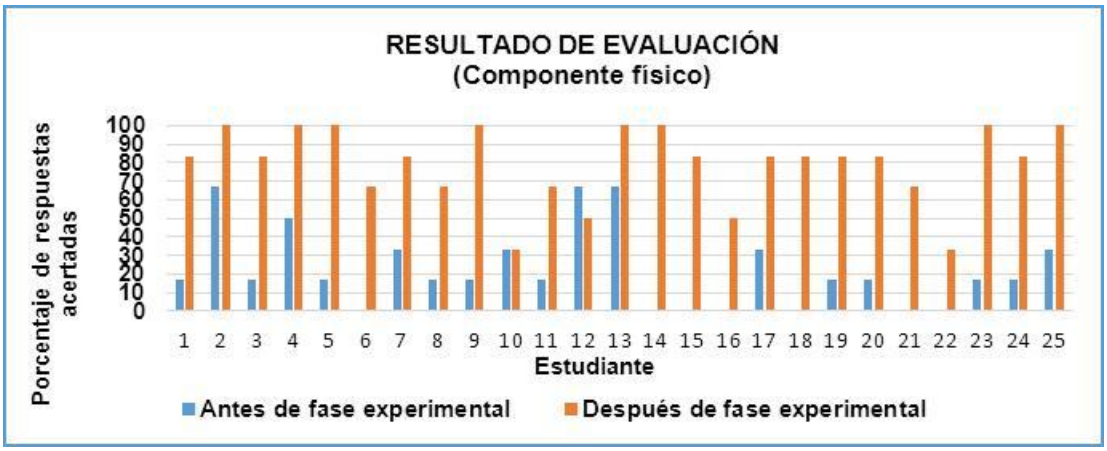


Gráfico 2

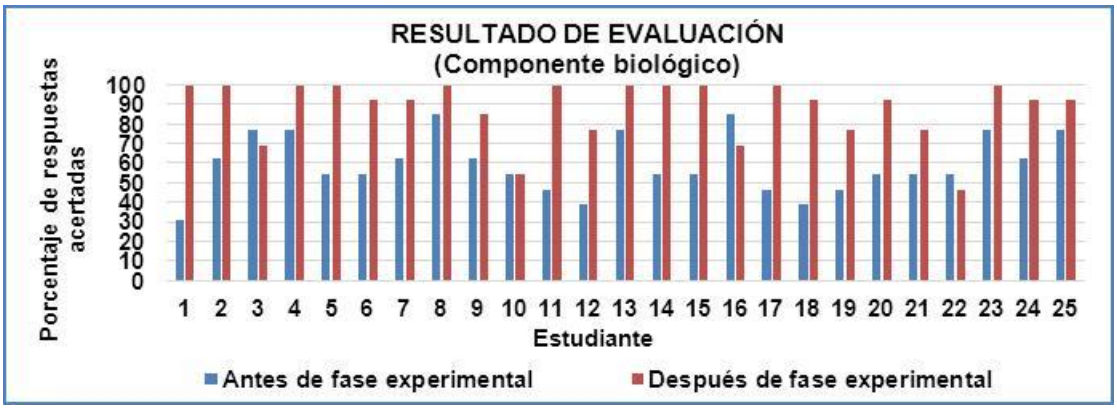
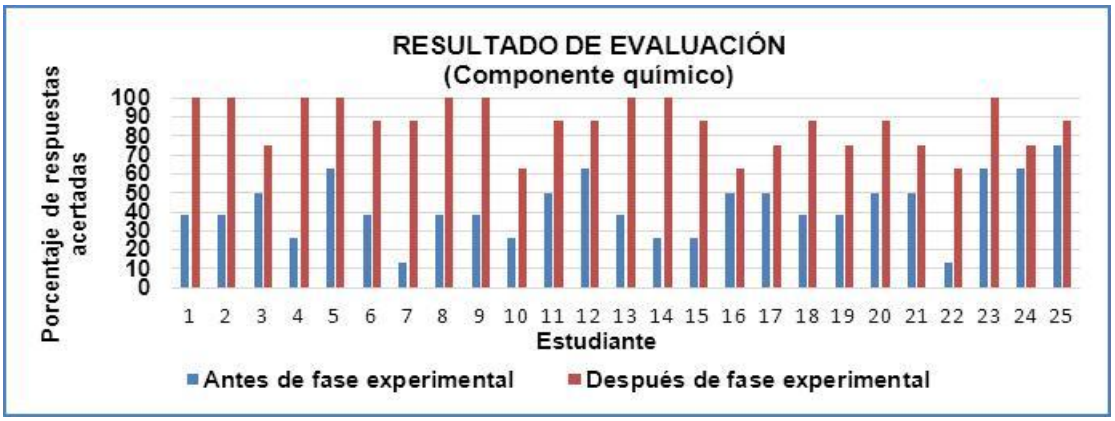


Gráfico 3



Es evidente el mejoramiento que se presentó en los resultados de la evaluación después de la implementación de la propuesta metodológica en los tres fenómenos (biológico, químico y físico) que conforman el bioproceso fermentativo, ya que el porcentaje de respuestas acertadas es mayor después de la fase experimental de la propuesta, que antes de la misma. Es necesario resaltar la situación en particular de 4 estudiantes donde no hubo un avance significativo; es así como los estudiantes N°3, N°10, N° 16 y N°22 no presentaron avance en el bloque de preguntas correspondiente al fenómeno biológico, al igual que los estudiantes N°10 y N°22 no presentaron avance en el bloque de preguntas correspondiente al fenómeno físico; una razón podría ser a la irregularidad en la asistencia que presentaron estos 4 estudiantes a clases.

En el bloque de las 13 preguntas correspondiente al fenómeno biológico, 11 estudiantes las respondieron correctamente, y 72% de estos estudiantes contaban con buenos conceptos previos al inicio de la intervención de la propuesta, esto refleja el trabajo hecho desde la asignatura de biología del grado undécimo.

En el bloque de preguntas correspondiente al fenómeno químico, se aprecia que todos los estudiantes presentan un avance en la evaluación final respecto a la evaluación diagnóstica, con 9 estudiantes respondiendo correctamente todas las preguntas; en estas condiciones se puede decir que se dio un aprendizaje significativo. La etapa del bioproceso que implica el fenómeno químico, o sea el montaje de fermentación, fue más experimental que la etapa que involucra el fenómeno biológico.

Respecto a las preguntas que implicaban al fenómeno físico, relacionadas a las técnicas de separación, es apreciable el cambio abrupto en los resultados del antes y el después de la intervención de la propuesta, es así como estudiantes con cero respuestas acertadas al comienzo, al finalizar, respondieron correctamente la totalidad de las preguntas de este bloque.

De la muestra de 25 estudiantes, 6 estudiantes (N°2, N°4, N°5, N°13, N°14 y N°23) respondieron correctamente el total de las 27 preguntas, este resultado sería el que un docente esperaría para todos sus estudiantes al finalizar su proceso de enseñanza, reflejándose un verdadero aprendizaje en ellos; pero en este caso no se dio. Este 25% de la muestra con excelentes resultados es

satisfactorio en los resultados de la intervención de esta propuesta, ya que en todo proceso enseñanza- aprendizaje intervienen negativamente muchos factores para alcanzar el nivel de excelencia. Por otra parte hay que tener en cuenta los 13 estudiantes que estuvieron en un rango de respuestas acertadas entre 75% y 92%, contribuyendo al éxito de implementación de esta propuesta metodológica en la Institución Educativa Samuel Barrientos Restrepo.

4.4. Productos derivados de esta investigación

Al finalizar la implementación de esta propuesta metodológica se derivaron los siguientes productos, beneficiándose la comunidad educativa en especial los estudiantes de la Institución Educativa Samuel Barrientos Restrepo.

4.4.1. Construcción de wiki

La materia Taller Tics y Educación en ciencias I, de la maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, sirvió de base en la construcción de una Wiki, donde está evidenciada la implementación de esta propuesta metodológica. A continuación se indica el enlace:http://maescentics1.medellin.unal.edu.co/~jjgastelbondom/wiki/index.php5?title=P%C3%A1gina_principal .

4.4.2. Adecuación de plan de área

Para darle continuidad a la esencia de esta propuesta metodológica, que es la enseñanza integral de las ciencias naturales a través de un bioproceso fermentativo, se necesitó adecuar el plan de área de ciencias naturales en la asignatura de Biología, con un programa basado en biotecnología durante los dos primeros periodos del año escolar. (Ver: L.anexo: Adecuación curricular en la asignatura de Biología).

4.4.3. Semillero Los Newtonianos

La creación del semillero Los Newtonianos de la Institución Educativa Samuel Barrientos Restrepo, cuyos integrantes son estudiantes del grado undécimo, permitió que se desarrollara la implementación de esta propuesta metodológica, estando dispuestos al cambio, motivados a aprender de una forma no tradicional, usando la concepción teórica del aprendizaje significativo crítico. Este semillero queda como un proyecto institucional producto derivado de este trabajo de maestría. (Ver: M. anexo: Creación del semillero Los Newtonianos.)

El enlace correspondiente a la página del colegio donde está la información sobre este semillero:

http://www.samuelbarrientosr.edu.co/comunidad/semilleros

4.4.4 Feria de la ciencia

El semillero Los Newtonianos, realizó la feria de la ciencia (Enseñanza integral de las ciencias naturales a través de un bioproceso fermentativo) desarrollada en la sede de bachillerato evidenciando los resultados de la implementación de esta propuesta metodológica. (Ver: N.anexo: Realización de Feria de la ciencia.).

La evidencia de esta feria se encuentra en el siguiente enlace de youtube:

https://www.youtube.com/watch?v=zVLNGU_hi9w

4.4.5. Construcción de evaluación contextualizada

Una evaluación contextualizada es aquella donde se plantea una situación problemática, real, cotidiana, con un entorno en el que está inmerso el mismo estudiante; donde éste con sus conceptos adquiridos dará solución a dicha situación.

Para la asignatura de biología del grado undécimo del área de ciencias naturales quedó una muestra de evaluación contextualizada, usando registros fotográficos donde aparecen situaciones reales del bioproceso fermentativo, dadas en la

institución educativa y en que los estudiantes son participantes activos. (Ver: O. anexo: Construcción de evaluación contextualizada.)

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Se fortaleció la enseñanza integral de las ciencias naturales involucrando los tres fenómenos que la conforman: Biológico, químico y físico; usando un bioproceso fermentativo alcohólico.

- Trabajar de una forma no tradicional, sin recurrir excesivamente a textos, uso de cuadernos, tablero y guías de laboratorio, contribuyó a que se diera un aprendizaje significativo crítico del bioproceso fermentativo alcohólico.

- El desarrollo experimental de esta propuesta hizo que mejorara la competencia científica en los estudiantes, ya que aprendieron del ensayo y error, además de poner en evidencia la competencia del hacer.

- Se pudo desarrollar una rama de la biotecnología como es el bioproceso fermentativo alcohólico, obteniendo etanol como un ingrediente del producto final obtenido, y comprobando que es un combustible después de ser destilado.

- Los integrantes del semillero presentaron una motivación y agrado al estudio de las ciencias naturales, mejorando la capacidad de trabajar en equipo y de forma colaborativa, tanto que estuvieron en la capacidad de presentar los resultados en una feria de la ciencia a la comunidad educativa.

5.2 Recomendaciones

Los resultados de esta propuesta deben servir de ejemplo para que los docentes del área de ciencias naturales busquen situaciones donde puedan desarrollar los tres fenómenos (biológicos, químicos y físicos) en la enseñanza integral de las ciencias naturales; además, debe ser referente para los docentes del resto de las áreas para que siempre exista la transversalidad en su enseñanza, buscando un aprendizaje significativo en sus estudiantes.

Con respecto al bioproceso fermentativo, para proyectos futuros, buscar residuos de otros procesos que contengan ciertos tipos de almidones haciendo que el bioproceso fermentativo sea más óptimo.

Nunca dejar a un lado la experimentación, en la enseñanza de las ciencias naturales, ya que es un componente fundamental de esta área.

Referencias

Alvarado, L; García M. (2008). Características más relevantes del paradigma socio-crítico: su aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanza de las ciencias realizadas en el Doctorado de Educación del Instituto Pedagógico de Caracas. Revista Universitaria de Investigación, Año 9, N°2, Caracas, diciembre 2008.

Argenbio (Consejo Argentino para la información y el desarrollo de la biotecnología) “Consideraciones didácticas para enseñar biotecnología a niños y jóvenes entre 12 y 17 años”. Buenos Aires, Marzo 2014. Buenos Aires, Marzo 2014.

Arnal, J. (1992). Investigación educativa. Fundamentos y metodología. Barcelona (España): labor.

Ausubel, D. (1976). Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. Editorial Trillas. México.

Ausubel, D; Novak, J. (1978). Educational psychology: a cognitive view. New York: Holt, Rinehart, and Winston.

Ausubel, D. (2002). Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. Editorial Paidós. Barcelona.

Ausubel, D., Novak,J.D. y Hanesian, H.(1986). Psicología Educativa: Un punto de vista cognocitivo. México: Trillas.

Bartoleschi, P; Guida A. (2011). Biotechologies for Agricultural Development. Oficina de intercambio de conocimiento e investigación. FAO. Roma, Italia. ISBN: 978-92-5-106906-6

Bausela, E. (2004). La docencia a través de la investigación-acción. Revista Iberoamericana (ISSN:1681-5653)

Castro, G. (2014). Recirculación de vinazas en la fermentación alcohólica. Editorial Académica Española. ISBN: 978-3-659-08304-4. España.

Celis, G. (2013). Diseño e implementación de una estrategia didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de la biotecnología aplicada a temas ambientales: un estudio de caso con alumnos de grado décimo de la institución educativa sol de oriente. Universidad Nacional de Colombia-Medellín. Facultad de ciencias. Medellín, Colombia.

Chang, R. (1999). Química. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. México. ISBN 0-07-01644-X

Constitución Política De Colombia 1991. Recuperado el 5 de abril de 2016 en: http://www.procuraduria.gov.co/guiamp/media/file/Macroproceso%20Disciplinario/Constitucion_Politica_de_Colombia.htm.

Delgado, C. (2012). Un modelo pedagógico para la enseñanza de la producción biotecnológica de material vegetal. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. Bogotá, Colombia.

Figueredo, E; Escobedo, H. (1998). Lineamientos curriculares de Ciencias Naturales Y Educación Ambiental. Editorial Delfín Ltda. Ministerio de Educación Nacional. Santafé de Bogotá.

Frings, D. (1999). Iniciativa europea para la enseñanza de la biotecnología. Holanda. Recuperado el 20 de septiembre en: http://www.eibe.org.

García, M; Quintero, R; López, A. (2004). Biotecnología Alimentaria. Editorial Limusa, S.A. ISBN: 968-18-4522-6. México.

Habermas, J. (1986). Conocimientos e interés en ciencia y técnica como ideología. Madrid: Tecnos.

Lewin, K. (1973). Action research and minority problems. En k. Lewin (201-216): Resolving Social Coflicts: Selected Papers on Group Dynamics (ed. G. Lewin). London: Souvenir Press.

Ley 1753 De 2015. Diario oficial. Imprenta Nacional de Colombia. ISSN 0122-2112. Recuperado el 20 de Febrero de 2015 en: http://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-357047_recurso_1.pdf.

Maya, M. (2014). Aprendizaje significativo de conceptos de nomenclatura inorgánica: una propuesta para el grado décimo. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. Medellín, Colombia.

Melo, L; Mondragón, C (2002). Incidencia de los proyectos escolares en biotecnología en la enseñanza de las ciencias naturales. Bogotá, Colombia. Noviembre.

Melo, L. (2003). La enseñanza de la biotecnología en educación media, basada en el modelo enseñanza/aprendizaje como investigación.

Montoya, D. (2004). Biotecnología para no biotecnólogos. Universidad Nacional de Colombia. Primera edición. ISBN: 958-701-445-6

Mora, W. (2003). Molécula Química I. Editorial Voluntad. ISBN 958-02-1888-9. Colombia.

Moreira, M. (1997). Aprendizagem Significativa: um conceito subyacente. Actas de II Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo. Servicio de publicaciones. Universidad de Burgos.

Moreira, M. (2005). Aprendizaje significativo crítico. Boletín de Estudios e Investigación, n°6, pp.83-101. Porto Alegre, Brasil.

Muñoz, B. (2015). Proyecto de aula a partir de mediadores didácticos para la enseñanza del concepto de productos notables a los alumnos del grado décimo de la institución educativa Samuel Barrientos Restrepo. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. Medellín, Colombia.

Muñoz, B; Basto J. (2011). Enseñanza de la biotecnología, una estrategia para el fortalecimiento de competencias investigativas, científicas y en emprendimiento en la educación media. Colombia.

Ocelli, M. (2013). La enseñanza de la biotecnología en la escuela secundaria y su abordaje en los libros de texto. Facultad de ciencias exactas y naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. Noviembre 2013.ISBN: 978-950-33-1089-2

Plan De Desarrollo (2016-2019) De Antioquia. Recuperado el 2 de julio de 2016 en: http://antioquia.gov.co/index.php/2014-01-03-13-49-44/plan-de-desarrollo.

Plan De Desarrollo (2016-2019) De Medellín. Recuperado el 5 de julio de 2016 en: https://www.medellin.gov.co/irj/portal/nmedellin?NavigationTarget=navurl://84049cbf0255552b82ab7a7476674412.

Popkewitz, T. (1998). Paradigma e ideología en investigación educativa. Las funciones sociales del intelectual. Madrid: Mondadori.

Postman, N; Weingartner, C. (1969). Teaching as a subversive activity. New York, Dell Publishing Co.

Puebla, M. (2012). Enseñar a enseñar Biotecnología: una mirada desde la química, la didáctica y las nuevas tecnologías de la información. Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en ciencias y tecnología. Vol 3, N°1. México.

Rengifo, V; Fariña, Y; Cabrera E; Modelo analógico para enseñar biotecnología. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Venezuela.2009

Restrepo, G. (2002). Una variante pedagógica de la investigación-acción educativa. Revista iberoamericana de Educación. ISSN: 1681-5653.

Roa, R. (2012). Configuración del conocimiento didáctico profesional del profesor de ciencias para la enseñanza de la biotecnología en Colombia. Revista EDUCyT,2012;Vol. Extraordinario, Diciembre, ISSN: 2215-8227

Roa, R. Didáctica de la biotecnología en la escuela. Memorias del I Congreso Nacional de investigación en enseñanza de la biología. ISSN: 2027~1034. P. p. 333-341.

Serrano, S. (2014). Biotecnología y sociedad. Trabajo fin de máster. Universidad de Valladolid. España.

Streitwieser, A. (1985). Química orgánica. Nueva Editorial Interamericana, S.A. México. ISBN 968-25-0514-3

UNESCO (2005). Informe Mundial de la UNESCO 2005. Hacia las sociedades del conocimiento. París: UNESCO.

Vásquez, H. (2007). Fermentación alcohólica: Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícolas. Recuperado el 5 de julio de 2016 en:http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432007000400004

Viveros, W. (2013). El método por investigación en el desarrollo de competencias científicas en situaciones de biología molecular y biotecnología, en la educación media. Universidad del Valle. Cali, Colombia.

Anexos

A. Evaluación diagnóstica

INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAMUEL BARRIENTOS RESTREPO

EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA A LOS INTEGRANTRES DEL SEMILLERO DE ESTUDIO "LOS NEWTONIANOS 2016" DEL GRADO UNDÉCIMO

Docente: Juan José Gastelbondo Mogollón
Área: Ciencias Naturales
Nombres y apellidos: _____
Fecha: _____
Objetivo: Identificar los conceptos previos de los estudiantes sobre un bioproceso fermentativo alcohólico en la integralidad de las ciencias naturales.

Las siguientes preguntas son de selección múltiple única respuesta.

1. De los siguientes enunciados el más apropiado para el concepto de biotecnología es

A. La tecnología aplicada a la naturaleza.

B. Aplicación tecnológica que utiliza organismos vivos para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos.

C. La esterilización de microorganismos patógenos.

D. El estudio del genoma humano.

2. Para las siguientes situaciones identifica donde está presente la biotecnología.

A. Elaboración de hipoclorito de sodio, usado en la desinfección en nuestras casas.

B. Generación de energía eléctrica.

C. Obtención industrial de etanol a partir de una fermentación.

D. La preparación de medios de cultivos para microorganismos.

3. La definición más apropiada para un bioproceso sería.

A. La transformación de la materia.

B. El metabolismo que hacen las plantas para conseguir su propio alimento.

C. Las reacciones químicas presentes en la naturaleza.

D. La utilización de microorganismos en la obtención de un producto como bien y/o servicio.

4. En un bioproceso se da la relación.

A. Microorganismo ---------- Producto.

B. Virus----------Enfermedad.

C. Etanol----------Combustible.

D. Tecnología----------Naturaleza.

5. El concepto más apropiado para fermentación sería.

A. Proceso en el cual se suministra dióxido de carbono para obtener un producto determinado.

B. Proceso anaeróbico donde intervienen bacterias o levaduras en la obtención de compuestos orgánicos.

C. Proceso físico para eliminar microorganismos.

D. Proceso aeróbico donde intervienen bacterias o levaduras en la obtención de compuestos orgánicos.

6. De los siguientes, es un fenómeno biológico.

A. La destilación del etanol.

B. El metabolismo de una levadura en la transformación de sacarosa a etanol.

C. La filtración de un jugo de mora.

D. La oxidación de fenoles en una manzana.

7. De los siguientes, es un fenómeno químico.

A. La separación de material particulado en suspensión, por centrifugación.

B. Concentrar el etanol por destilación.

C. Obtención de etanol y dióxido de carbono a partir de la sacarosa.

D. La separación de material particulado en suspensión, por floculación.

8. De los siguientes, es un fenómeno físico.

A. Combustión del etanol.

B. Destilación del etanol.

C. Biodegradación de la mora.

D. Oxidación de fenoles en una manzana.

Para los siguientes enunciados responda falso o verdadero.

9. Los virus generan enfermedades infecciosas ( ).

10. Todas las bacterias son patógenas o generan enfermedades ( ).

11. Los hongos siempre generan enfermedades ( ).

12. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* está relacionada con las palabras sacarosa, hongo y cerveza ( ).

13. La condición de pH para una fermentación alcohólica debe ser básica ( ).

14. Para la obtención de etanol a partir de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* es necesario la incidencia en forma directa de la luz ( ).

15. Un bioproceso es un proceso donde se obtiene un producto de interés a partir de un microorganismo ( ).

16. Un biorreactor es un dispositivo donde se lleva a cabo una reacción química generada por un microorganismo) ( )

Completa los siguientes enunciados:

17. En un proceso fermentativo el inóculo corresponde a: _____.

18. El significado de la expresión "La levadura está inactiva" es: _____

19. La filtración, la floculación, la centrifugación y la destilación son técnicas de: _____

20. 14 Litros de licor de fruta al 5% de etanol en volumen, contiene una cantidad pura de etanol de: _____

Las siguientes son preguntas abiertas, sin límite en la respuesta, justifícalas al final de la evaluación.

21. ¿Consideras importante obtener etanol en nuestra sociedad?

22. ¿El consumo en exceso de bebidas alcohólicas es perjudicial para la salud?

23. Si conoces empresas de la ciudad de Medellín o el valle de Aburrá que produzcan bebidas alcohólicas, menciona por lo menos dos.

24. ¿El etanol, es considerado una fuente energética alternativa?

25. ¿Qué sabes sobre el uso del etanol como combustible en Colombia?

Relaciona la información de la columna de la izquierda con la información de la columna de la derecha.

A. *Saccharomyces cerevisiae*	1.Aprovechamiento de los diferentes puntos de ebullición.
B. Filtración	2.Sin Oxígeno

C. Bioproceso	3.Sustancia obtenida de la fermentación Alcohólica
D. Etanol	4. Levadura
E. Destilación	5. Separación de mezcla sólido-líquido
F. Anaeróbico	6. Enfermedad infecciosa
G. Virus	7.Proceso bioquímico en presencia de Microorganismo

NOTA: La prueba tiene una duración de una hora. No se puede utilizar material escrito (libros, revistas, cuaderno). Prohibido el uso de celulares.

Fuente consultada:

Convention on Biological Diversity, Article 2. Use of Terms, United Nations. 1992.

http://www.centrobiotecnologia.cl/index.php/que-es-la-biotecnologia

ESPACIO PARA PREGUNTAS ABIERTAS

B. Anexo: Formato de entrevista grupal

INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAMUEL BARRIENTOS RESTREPO

ENTREVISTA GRUPAL AL SEMILLERO DE ESTUDIO LOS NEWTONIANOS 2016

Docente: Juan José Gastelbondo M

Objetivo: Identificar en los estudiantes los puntos de vistas referentes a los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales.

1. ¿Consideras que el aprendizaje en un tema específico mejora, si la clase es voluntaria, en espacios distintos del aula, con actividades que no involucren tanto tablero y textos guías?

2. ¿Es importante que esté presente la experimentación en la enseñanza de las ciencias naturales?

3. ¿Es suficiente realizar una práctica de laboratorio con la elaboración de un informe?

4. ¿Por qué a menudo se les olvida un tema específico?

5. ¿Les gustaría una clase de física, biología o química mucho más vivencial?

6. ¿Han recibido con frecuencia alguna clase, donde se integren fenómenos físicos, biológicos y químicos? Quién, Cuándo, Dónde y Cómo.

7. El trabajar en jornadas extra clases y pocos estudiantes, ¿Fortalece el aprendizaje para ustedes?

8. ¿Es importante el trabajo en equipo cuando se aprende ciencias naturales en forma experimental?

9. Cuando un estudiante transmite el conocimiento adquirido a sus compañeros de clase, ¿esta sería una herramienta de evaluación por parte del docente? Justifícala.

C. Anexo: Plan de estudio de biología grado undécimo de la Institución Educativa Samuel Barrientos Restrepo

ASIGNATURA	INTENSIDAD HORARIA/SEMANA	PORCENTAJE (PC-ACADEMICO)
Biología	1 hora	20%
Física	3 hora	40%
Química	3 hora	40%

BIOLOGIA:

PRIMER PERIODO	SEGUNDO PERIODO	TERCER PERIODO	CUARTO PERIODO
Generalidades de la Biotecnología Definición Desarrollo histórico Clasificación Aplicación **Biología de los microorganismos** Célula Virus Algas Hongos Bacterias **Células de interés industrial** Microorganismos con aplicación industrial Metabolismo, metabolismo primario y secundario	**Técnicas de esterilización** Calor directo Vapor húmedo(Autoclavar) Agentes químicos **Medios de cultivo** Preparación Observaciones macroscópicas en medios de cultivo **Biorreactores y bioprocesos** Introducción Fermentación anaeróbica en la producción de etanol.	**Sexualidad** Aparato reproductor masculino y femenino Ciclo menstrual Técnicas de planificación Enfermedades	**Enfermedades del sistema nervioso** Generalidades Hábitos saludables en la salud física y mental.

D. Anexo: Enlace en www. Youtube.com de entrevista grupal

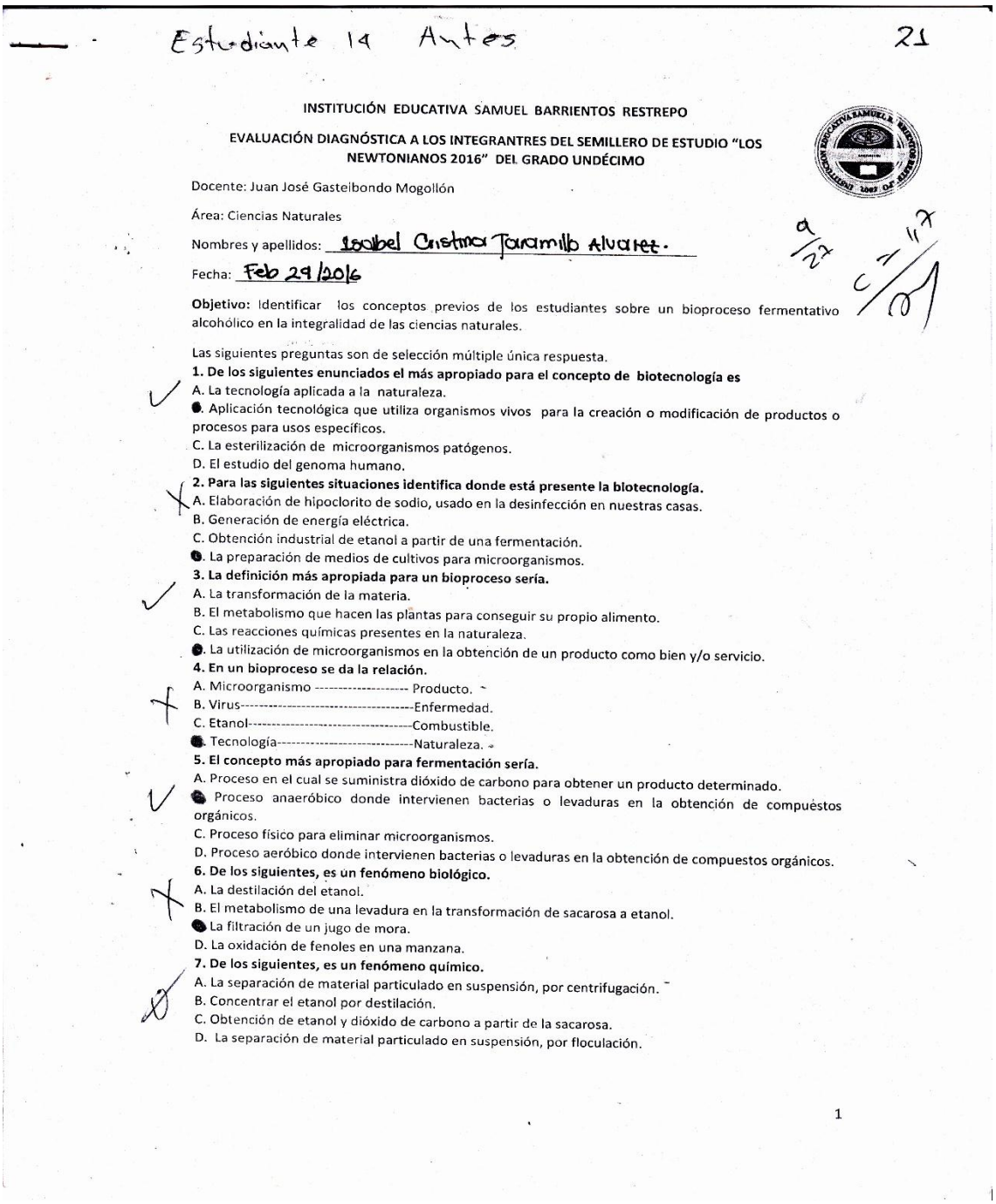
https://www.youtube.com/edit?video_id=Kw53LQo5Oik

E. Anexo: Relaciones usadas en la fermentación, dadas por litro de solución de mosto

	Cantidad en gramos por litro de mosto
Fruta	250
Levadura	3
Azúcar	200

Fuente: (Castro, 2014)

F. Anexo: Evaluación diagnóstica primera parte del estudiante N°14



Estudiante 14 Antes 21

INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAMUEL BARRIENTOS RESTREPO

EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA A LOS INTEGRANTRES DEL SEMILLERO DE ESTUDIO "LOS NEWTONIANOS 2016" DEL GRADO UNDÉCIMO

Docente: Juan José Gasteibondo Mogollón

Área: Ciencias Naturales

Nombres y apellidos: Isabel Cristina Taramillo Alvarez.

Fecha: Feb 29/2016

Objetivo: Identificar los conceptos previos de los estudiantes sobre un bioproceso fermentativo alcohólico en la integralidad de las ciencias naturales.

Las siguientes preguntas son de selección múltiple única respuesta.

1. De los siguientes enunciados el más apropiado para el concepto de biotecnología es

A. La tecnología aplicada a la naturaleza.

B. Aplicación tecnológica que utiliza organismos vivos para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos.

C. La esterilización de microorganismos patógenos.

D. El estudio del genoma humano.

2. Para las siguientes situaciones identifica donde está presente la biotecnología.

A. Elaboración de hipoclorito de sodio, usado en la desinfección en nuestras casas.

B. Generación de energía eléctrica.

C. Obtención industrial de etanol a partir de una fermentación.

D. La preparación de medios de cultivos para microorganismos.

3. La definición más apropiada para un bioproceso sería.

A. La transformación de la materia.

B. El metabolismo que hacen las plantas para conseguir su propio alimento.

C. Las reacciones químicas presentes en la naturaleza.

D. La utilización de microorganismos en la obtención de un producto como bien y/o servicio.

4. En un bioproceso se da la relación.

A. Microorganismo ---------- Producto.

B. Virus----------Enfermedad.

C. Etanol----------Combustible.

D. Tecnología----------Naturaleza.

5. El concepto más apropiado para fermentación sería.

A. Proceso en el cual se suministra dióxido de carbono para obtener un producto determinado.

B. Proceso anaeróbico donde intervienen bacterias o levaduras en la obtención de compuestos orgánicos.

C. Proceso físico para eliminar microorganismos.

D. Proceso aeróbico donde intervienen bacterias o levaduras en la obtención de compuestos orgánicos.

6. De los siguientes, es un fenómeno biológico.

A. La destilación del etanol.

B. El metabolismo de una levadura en la transformación de sacarosa a etanol.

C. La filtración de un jugo de mora.

D. La oxidación de fenoles en una manzana.

7. De los siguientes, es un fenómeno químico.

A. La separación de material particulado en suspensión, por centrifugación.

B. Concentrar el etanol por destilación.

C. Obtención de etanol y dióxido de carbono a partir de la sacarosa.

D. La separación de material particulado en suspensión, por floculación.

1

G. Anexo: Evaluación diagnóstica segunda parte del estudiante N° 14

8. De los siguientes, es un fenómeno físico.
A. Combustión del etanol.
B. Destilación del etanol.
C. Biodegradación de la mora.
D. Oxidación de fenoles en una manzana.

Para los siguientes enunciados responda falso o verdadero.
9. Los virus generan enfermedades infecciosas (V).
10. Todas las bacterias son patógenas o generan enfermedades (F).
11. Los hongos siempre generan enfermedades (F).
12. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* está relacionada con las palabras sacarosa, hongo y cerveza ( ).
13. La condición de pH para una fermentación alcohólica debe ser básica ( ).
14. Para la obtención de etanol a partir de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* es necesario la incidencia en forma directa de la luz ( ).
15. Un bioproceso es un proceso donde se obtiene un producto de interés a partir de un microorganismo ( ).
16. Un biorreactor es un dispositivo donde se lleva a cabo una reacción química generada por un microorganismo) ( )

Completa los siguientes enunciados:
17. En un proceso fermentativo el inóculo corresponde a: _____.

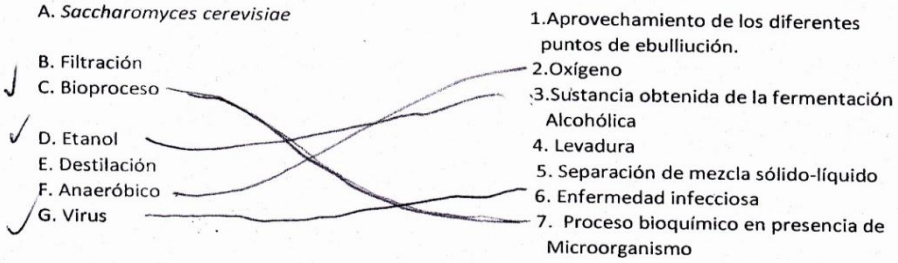
18. El significado de la expresión "La levadura está inactiva" es: _____

19. La filtración, la floculación, la centrifugación y la destilación son técnicas de: _____

20. 14 Litros de licor de fruta al 5% de etanol en volumen, contiene una cantidad pura de etanol de: _____

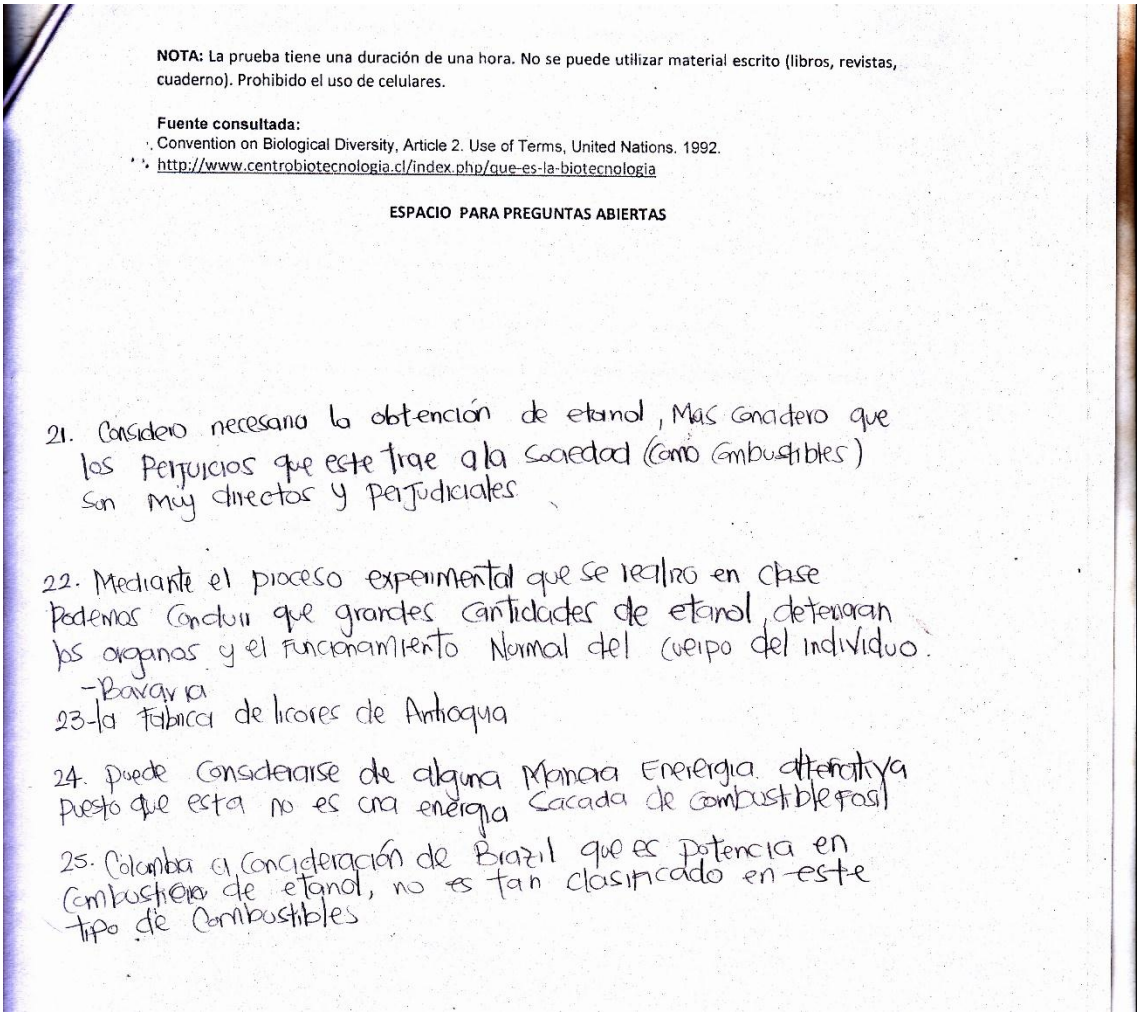
Las siguientes son preguntas abiertas, sin límite en la respuesta, justifícalas al final de la evaluación.
21. ¿Consideras importante obtener etanol en nuestra sociedad?
22. ¿El consumo en exceso de bebidas alcohólicas es perjudicial para la salud?
23. Si conoces empresas de la ciudad de Medellín o el valle de Aburrá que produzcan bebidas alcohólicas, menciona por lo menos dos.
24. ¿El etanol, es considerado una fuente energética alternativa?
25. ¿Qué sabes sobre el uso del etanol como combustible en Colombia?

Relaciona la información de la columna de la izquierda con la información de la columna de la derecha.



2

H. Anexo: Evaluación diagnóstica tercera parte del estudiante N° 14



NOTA: La prueba tiene una duración de una hora. No se puede utilizar material escrito (libros, revistas, cuaderno). Prohibido el uso de celulares.

Fuente consultada:

Convention on Biological Diversity, Article 2. Use of Terms, United Nations. 1992.
http://www.centrobiotecnologia.cl/index.php/que-es-la-biotecnologia

ESPACIO PARA PREGUNTAS ABIERTAS

21. Considero necesaria la obtención de etanol, Más Ganadero que los Perjuicios que este trae a la Sociedad (Como Combustibles) Son Muy directos y Perjudiciales

22. Mediante el proceso experimental que se realizo en clase Podemos Concluir que grandes Cantidades de etanol, deteriaran los organos y el Funcionamiento Normal del Cuerpo del individuo.

23-la Bavaria
-la Fabrica de licores de Antioquia

24. Puede Considerarse de alguna Manera Energia alternativa Puesto que esta no es una energia Sacada de Combustible Fosil

25. Colombia el Consideración de Brazil que es Potencia en Combustible de etanol, no es tan clasificado en este tipo de Combustibles

I. Anexo: Evaluación después de la implementación pedagógica (primera parte)

Estudiante 14 Después

INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAMUEL BARRIENTOS RESTREPO

EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA A LOS INTEGRANTRES DEL SEMILLERO DE ESTUDIO "LOS NEWTONIANOS 2016" DEL GRADO UNDÉCIMO

Docente: Juan José Gastelbondo Mogollón

Área: Ciencias Naturales

Nombres y apellidos: Isabel Cristina Jaramillo Alvarez

Fecha: 2 Mayo/2016

27/27 C = 5,0

Objetivo: Identificar los conceptos previos de los estudiantes sobre un bioproceso fermentativo alcohólico en la integralidad de las ciencias naturales.

Las siguientes preguntas son de selección múltiple única respuesta.

1. De los siguientes enunciados el más apropiado para el concepto de biotecnología es

A. La tecnología aplicada a la naturaleza.

B. Aplicación tecnológica que utiliza organismos vivos para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos.

C. La esterilización de microorganismos patógenos.

D. El estudio del genoma humano.

2. Para las siguientes situaciones identifica donde está presente la biotecnología.

A. Elaboración de hipoclorito de sodio, usado en la desinfección en nuestras casas.

B. Generación de energía eléctrica.

C. Obtención industrial de etanol a partir de una fermentacion.

D. La preparación de medios de cultivos para microorganismos.

3. La definición más apropiada para un bioproceso sería.

A. La transformación de la materia.

B. El metabolismo que hacen las plantas para conseguir su propio alimento.

C. Las reacciones químicas presentes en la naturaleza.

D. La utilización de microorganismos en la obtención de un producto como bien y/o servicio.

4. En un bioproceso se da la relación.

A. Microorganismo ---------- Producto.

B. Virus----------Enfermedad.

C. Etanol----------Combustible.

D. Tecnología----------Naturaleza.

5. El concepto más apropiado para fermentación sería.

A. Proceso en el cual se suministra dióxido de carbono para obtener un producto determinado.

B. Proceso anaeróbico donde intervienen bacterias o levaduras en la obtención de compuestos orgánicos.

C. Proceso físico para eliminar microorganismos.

D. Proceso aeróbico donde intervienen bacterias o levaduras en la obtención de compuestos orgánicos.

6. De los siguientes, es un fenómeno biológico.

A. La destilación del etanol.

B. El metabolismo de una levadura en la transformación de sacarosa a etanol.

C. La filtración de un jugo de mora.

D. La oxidación de fenoles en una manzana.

7. De los siguientes, es un fenómeno químico.

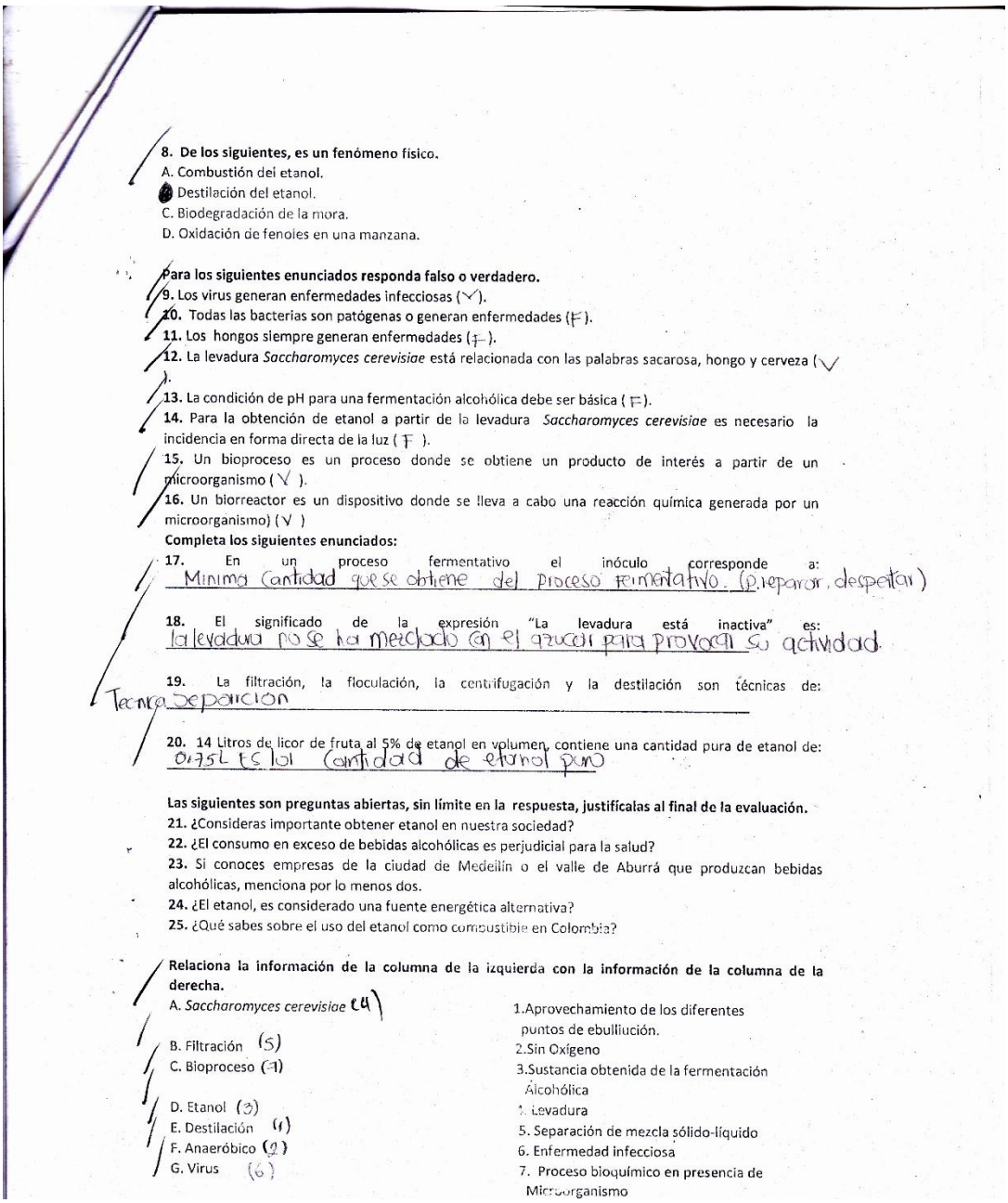
A. La separación de material particulado en suspensión, por centrifugación.

B. Concentrar el etanol por destilación.

C. Obtención de etanol y dióxido de carbono a partir de la sacarosa

D. La separación de material particulado en suspensión, por floculación.

J. Anexo: Evaluación después de la implementación pedagógica (segunda parte)



8. De los siguientes, es un fenómeno físico.
A. Combustión del etanol.
B. Destilación del etanol.
C. Biodegradación de la mora.
D. Oxidación de fenoles en una manzana.

Para los siguientes enunciados responda falso o verdadero.
9. Los virus generan enfermedades infecciosas (V).
10. Todas las bacterias son patógenas o generan enfermedades (F).
11. Los hongos siempre generan enfermedades (F).
12. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* está relacionada con las palabras sacarosa, hongo y cerveza (V).
13. La condición de pH para una fermentación alcohólica debe ser básica (F).
14. Para la obtención de etanol a partir de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* es necesario la incidencia en forma directa de la luz (F).
15. Un bioproceso es un proceso donde se obtiene un producto de interés a partir de un microorganismo (V).
16. Un biorreactor es un dispositivo donde se lleva a cabo una reacción química generada por un microorganismo) (V)

Completa los siguientes enunciados:
17. En un proceso fermentativo el inóculo corresponde a: Mínima cantidad que se obtiene del proceso fermentativo. (preparar, despertar)

18. El significado de la expresión "La levadura está inactiva" es: la levadura no se ha mezclado con el azucar para provocar su actividad.

19. La filtración, la floculación, la centrifugación y la destilación son técnicas de: Tecnica separacion

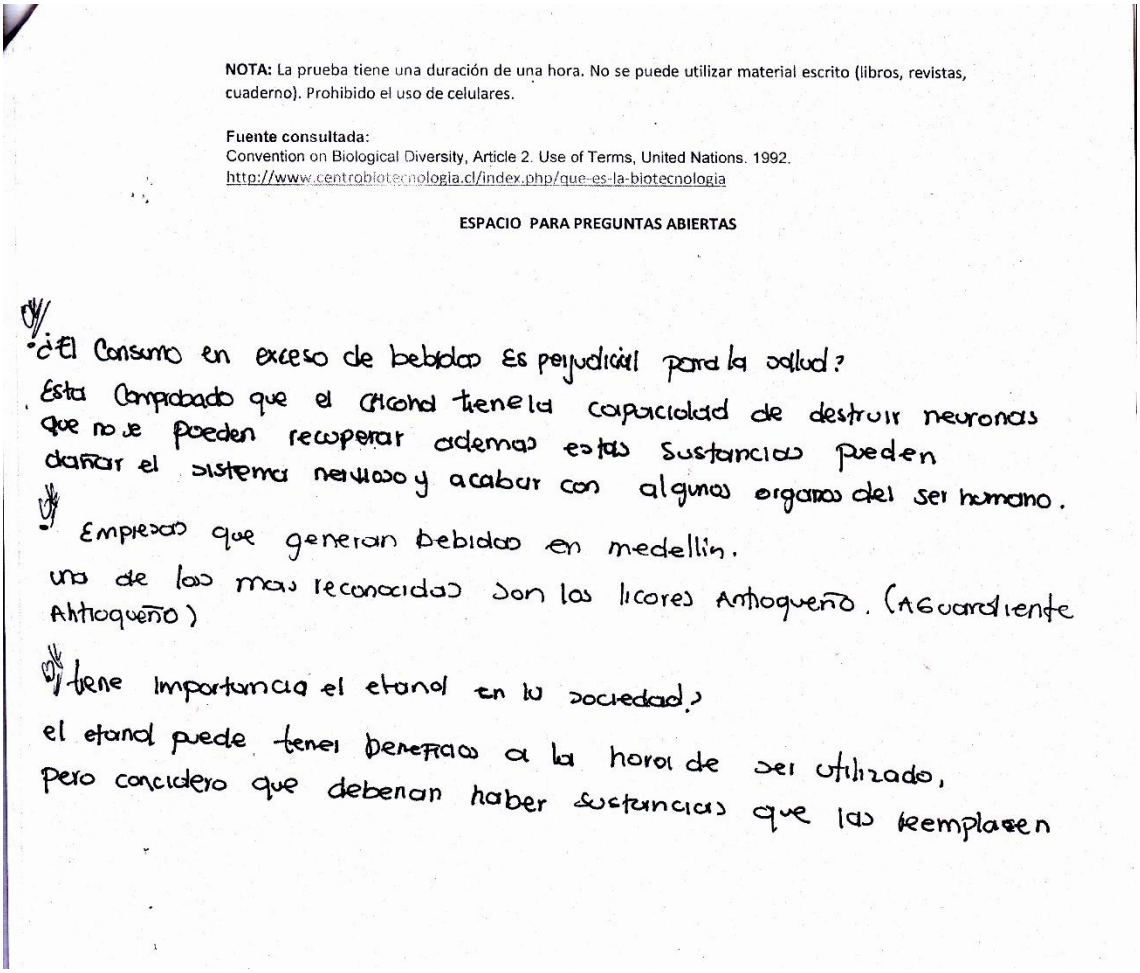
20. 14 Litros de licor de fruta al 5% de etanol en volumen, contiene una cantidad pura de etanol de: 0,75L es la cantidad de etanol puro

Las siguientes son preguntas abiertas, sin límite en la respuesta, justifícalas al final de la evaluación.
21. ¿Consideras importante obtener etanol en nuestra sociedad?
22. ¿El consumo en exceso de bebidas alcohólicas es perjudicial para la salud?
23. Si conoces empresas de la ciudad de Medellín o el valle de Aburrá que produzcan bebidas alcohólicas, menciona por lo menos dos.
24. ¿El etanol, es considerado una fuente energética alternativa?
25. ¿Qué sabes sobre el uso del etanol como combustible en Colombia?

Relaciona la información de la columna de la izquierda con la información de la columna de la derecha.

A. *Saccharomyces cerevisiae* (4)	1. Aprovechamiento de los diferentes puntos de ebulliución.
B. Filtración (5)	2. Sin Oxígeno
C. Bioproceso (7)	3. Sustancia obtenida de la fermentación Alcohólica
D. Etanol (3)	4. Levadura
E. Destilación (1)	5. Separación de mezcla sólido-líquido
F. Anaeróbico (2)	6. Enfermedad infecciosa
G. Virus (6)	7. Proceso bioquímico en presencia de Microorganismo

K. Anexo: Evaluación después de la implementación pedagógica (tercera parte)



NOTA: La prueba tiene una duración de una hora. No se puede utilizar material escrito (libros, revistas, cuaderno). Prohibido el uso de celulares.

Fuente consultada:
Convention on Biological Diversity, Article 2. Use of Terms, United Nations. 1992.
http://www.centrobiotecnologia.cl/index.php/que-es-la-biotecnologia

ESPACIO PARA PREGUNTAS ABIERTAS

- ¿El Consumo en exceso de bebidas Es perjudicial para la salud?
Esta Comprobado que el Alcohol tiene la capacidad de destruir neuronas que no se pueden recuperar ademas estas sustancias pueden dañar el sistema nervioso y acabar con algunos organos del ser humano.

- Empresas que generan bebidas en medellin.
una de las mas reconocidas son los licores Antioqueño. (Aguardiente Antioqueño)

- Tiene importancia el etanol en la sociedad?
el etanol puede tener beneficios a la hora de ser utilizado, pero concidero que deberian haber sustancias que las reemplazen

L. Anexo: Adecuación curricular en la asignatura de Biología.

INSTITUCION EDUCATIVA SAMUEL BARRIENTOS RESTREPO
Creada por Resolución Nº 16292 de Noviembre 27 de 2002
Código DANE Nº 105001002526 NIT 8110171528

EL RECTOR DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA "SAMUEL BARRIENTOS RESTREPO". ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO DE CARACTER OFICIAL DE EDUCACION FORMAL APROBADA DE SEXTO A ONCE, DE EDUCACION BASICA SECUNDARIA Y MEDIA POR REOLUCION NRO. 4491 DE AGOSTO 22 DE 1972 DEL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL Y RESOLUCION 008965 DEL 21 DE JUNIO DE 1994, LA CUAL PRORROGA LOS ESTUDIOS CORRESPONDIENTES. APROBADO COMO INSTITUCIÓN EDUCATIVA MEDIANTE RESOLUCIÓN 16292 DE NOVIEMBRE 27 DE 2002; QUE APRUEBA LOS ESTUDIOS DE PRESCOLAR, PRIMERO A QUINTO DE EDUCACIÓN BASICA PRIMARIA, SEXTO A NOVENO DE EDUCACIÓN BASICA SECUNDARIA Y DÉCIMO Y ONCE DE LA MEDIA ACADÉMICA; CLEIS I AL VI DE LA JORNADA NOCTURNA; AUTORIZA LA CUSTODIA DE LOS CLAUSURADOS: LICEO SAMUEL BARRIENTOS RESTREPO, CENTRO OFICIAL DE ADULTOS, ESCUELA MONSEÑOR PERDOMO, ESCUELA PIO XII Y LA ESCUELA EL SOCORRO.

HACE CONSTAR QUE:

En el acta del consejo académico 001/2016, realizada el 11 de febrero de 2016, queda aprobada la adecuación curricular propuesta desde la jefatura de área de ciencias naturales, en la asignatura de biología del grado Undécimo, para trabajar un programa basado en la biotecnología, cumpliendo con los estándares del MEN.

Cordialmente,

ORLANDO SÁNCHEZ URREGO
C.C. 3.366.461 de Amagá
Rector

Dado en Medellín, Mayo 16 de 2016

Sede Principal: Calle 44 Nº 94-119 Telefax: 2531437 y 4967463.
Monseñor Perdomo 2529888 Pio XII: 2531446. El Socorro: 2526216.MAIL:
ie.samuelbarrientos@medellin.gov.co

M. Anexo: Creación del semillero Los Newtonianos.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAMUEL
BARRIENTOS RESTREPO
Creada y Aprobada por Resolución Nº 16292 del 27 de Noviembre de 2002
DANE 10500100252 Nit- 811017152-8

EL RECTOR INSTITUCIÓN EDUCATIVA "SAMUEL BARRIENTOS RESTREPO". ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO DE CARACTER OFICIAL DE EDUCACION FORMAL APROBADA DE SEXTO A ONCE, DE EDUCACION BASICA SECUNDARIA Y MEDIA POR RESOLUCION NRO. 4491 DE AGOSTO 22 DE 1972 DEL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL Y RESOLUCION 008965 DEL 21 DE JUNIO DE 1994, LA CUAL PRORROGA LOS ESTUDIOS CORRESPONDIENTES. APROBADO COMO INSTITUCIÓN EDUCATIVA MEDIANTE RESOLUCIÓN 16292 DE NOVIEMBRE 27 DE 2002, LA CUAL AUTORIZA LA CUSTODIA DE LOS CLAUSURADOS: LICEO SAMUEL BARRIENTOS RESTREPO, CENTRO OFICIAL DE ADULTOS, ESCUELA MONSEÑOR PERDOMO, ESCUELA PIO XII Y LA ESCUELA EL SOCORRO, RESOLUCIÓN10744 DE 2013 POR MEDIO DE LA CUAL SE AUTORIZAN UNAS ESPECIALIDADES EN EL NIVEL DE EDUCACIÓN MEDIA TÉCNICA, INFORMÁTICA.

A QUIEN PUEDA INTERESAR

El docente Juan José Gastelbondo Mogollón con cédula 92.532.801 de Sincelejo, actualmente lidera el proyecto institucional "semillero LOS NEWTONIANOS" donde se lleva a cabo dentro de sus actividades, el curso teórico-práctico de biotecnología. En este semillero se implementó el trabajo de maestría "Diseño de propuesta metodológica para la enseñanza integral de las ciencias naturales a través de un bioproceso fermentativo a estudiantes del grado undécimo de la Institución Educativa Samuel Barrientos Restrepo"

Dado en Medellín, Mayo 16 de 2016

ORLANDO SÁNCHEZ URREGO
C.C. 3.366.461 de Amagá
Rector

Sede Principal: Calle 44 Nº 94-119 Telefax: 2531437 y 4967463. Monseñor Perdomo 2529888
Pio XII: 2531446. El Socorro: 2526216
E.MAIL: ie.samuelbarrientos@medellin.gov.co

N. Anexo: Realización de Feria de la ciencia.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAMUEL
BARRIENTOS RESTREPO
Creada y Aprobada por Resolución Nº 16292 del 27 de Noviembre de 2002
DANE 10500100252 Nit- 811017152-8

EL RECTOR INSTITUCIÓN EDUCATIVA "SAMUEL BARRIENTOS RESTREPO". ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO DE CARACTER OFICIAL DE EDUCACION FORMAL APROBADA DE SEXTO A ONCE, DE EDUCACION BASICA SECUNDARIA Y MEDIA POR RESOLUCION NRO. 4491 DE AGOSTO 22 DE 1972 DEL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL Y RESOLUCION 008965 DEL 21 DE JUNIO DE 1994, LA CUAL PRORROGA LOS ESTUDIOS CORRESPONDIENTES. APROBADO COMO INSTITUCIÓN EDUCATIVA MEDIANTE RESOLUCIÓN 16292 DE NOVIEMBRE 27 DE 2002, LA CUAL AUTORIZA LA CUSTODIA DE LOS CLAUSURADOS: LICEO SAMUEL BARRIENTOS RESTREPO, CENTRO OFICIAL DE ADULTOS, ESCUELA MONSEÑOR PERDOMO, ESCUELA PIO XII Y LA ESCUELA EL SOCORRO, RESOLUCIÓN10744 DE 2013 POR MEDIO DE LA CUAL SE AUTORIZAN UNAS ESPECIALIDADES EN EL NIVEL DE EDUCACIÓN MEDIA TÉCNICA, INFORMÁTICA.

CERTIFICA QUE

El 12 de mayo de 2016, el semillero de la Institución **LOS NEWTONIANOS** realizó la feria de la ciencia evidenciando los resultados de la implementación del trabajo de maestría "Diseño de propuesta metodológica para la enseñanza de las ciencias naturales, a través de un bioproceso fermentativo a estudiantes del grado undécimo", desarrollada en la sede de bachillerato.

Dado en Medellín, Mayo 16 de 2016

ORLANDO SANCHEZ URREGO
C.C. 3.366.461 de Amagá
Rector

Sede Principal: Calle 44 Nº 94-119 Telefax: 2531437 y 4967463. Monseñor Perdomo 2529888
Pio XII: 2531446. El Socorro: 2526216
E.MAIL: ie.samuelbarrientos@medellin.gov.co

O. Anexo: Construcción de evaluación contextualizada.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAMUEL BARRIENTOS RESTREPO

EVALUACIÓN ESCRITA INDIVIDUAL

Tema: Bioproceso fermentativo
Docente: Juan Gastelbondo M
Area: Ciencias Naturales
Grupo: 11°_____
Estudiante: _____
Fecha:_____
Logros

- ✓ **Comprender las características de una reacción bioquímica(fermentación alcohólica)**
- ✓ **Comprender la destilación como fenómeno físico dentro de las etapas de purificación de un producto.**

A continuación, responderás las situaciones 1 y 2 seleccionando una única respuesta

1. PRODUCCIÓN DE ETANOL A PARTIR DE LA FERMENTACIÓN ANAERÓBICA (50%)

El semillero de estudio de la Institución Educativa Samuel Barrientos Restrepo *"Los Newtonianos"* dentro de sus actividades programadas realizó un montaje experimental de un bioproceso para producir etanol a partir de la fermentación anaeróbica de la levadura *Saccharomyces Cerevisiae*, como se muestra en la foto.

Trampa de agua

En la reacción bioquímica además de la producción de etanol se libera dióxido de carbono en forma gaseosa. La trampa de agua mostrada en la foto es utilizada para:

A) Atrapar el etanol en el frasco que contiene agua.

B) Desalojar la espuma producida, favoreciendo la reacción química.

C) Recoger el dióxido de carbono en agua, sin dejar entrar aire al botellón.

D) Desalojar la levadura que no interviene en la reacción bioquímica.

2. DESTILACIÓN DEL ETANOL (50%)

El etanol producido en la fermentación tiene un porcentaje en volumen del 5%**(Foto A**); este es sometido a un proceso de destilación **(Foto B)** (fenómeno físico), para concentrarlo hasta el 40%.**(Foto C).** Juan David estudiante del semillero, hace un control de temperatura entre 70°C y 90°C. $T_{b\ etanol}$=74°C y $T_{b\ agua}$ = 94°C

Etanol al 5%

FOTO A

FOTO B

Etanol al 40%

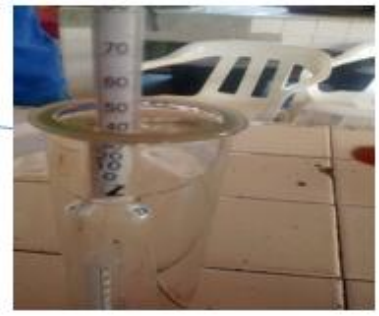


FOTO C

El docente a cargo, les pregunta a sus estudiantes ¿El aumento en la concentración de etanol en el proceso de destilación es debido a?, lo que el estudiante Robinson, contesta:

A) El calor suministrado.

B) Toda el agua contenida en la solución inicialmente se transformó en etanol.

C) Un 35% de agua de la solución inicial se transformó en etanol.

D) La diferencia de temperatura de ebullición (T_b) entre el etanol y el agua, separándose el etanol del agua.

NOTA: No se puede utilizar ningún material escrito (libros, revistas, cuadernos,). Prohibido el uso del celular. La prueba tiene una duración de 10 minutos.