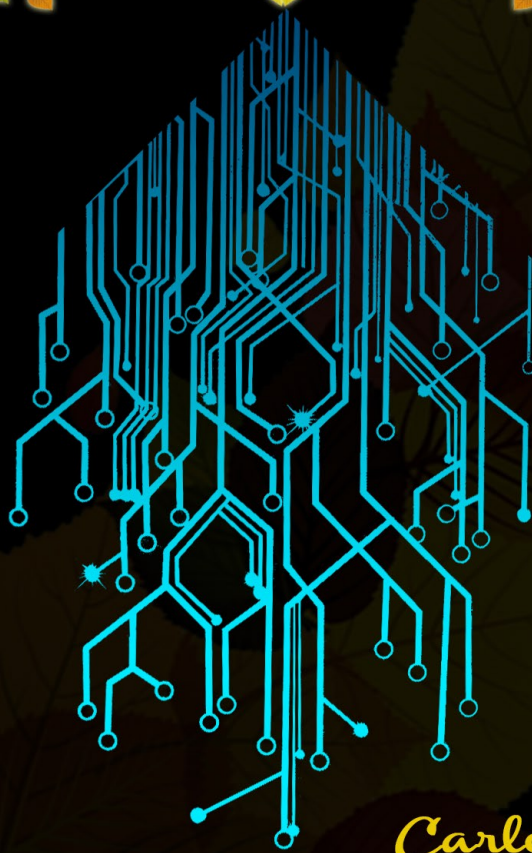


Desarrollo curricular para el énfasis en ciencias naturales en el ciclo v enmarcado en la enseñanza de **biotecnología**



Instituto Latinoamericano de Altos Estudios

Carlos Alberto Vanegas Prieto

Desarrollo curricular para el
énfasis en ciencias naturales
en el ciclo V enmarcado en la
enseñanza de biotecnología

Desarrollo curricular para el énfasis en ciencias naturales en el ciclo V enmarcado en la enseñanza de biotecnología

Carlos Alberto Vanegas Prieto

Queda prohibida la reproducción por cualquier medio físico o digital de toda o un aparte de esta obra sin permiso expreso del Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–.

Publicación sometida a evaluación de pares académicos (*Peer Review Double Blinded*).

Esta publicación está bajo la licencia Creative Commons
Reconocimiento - NoComercial - SinObraDerivada 3.0 Unported License.



ISBN 978-958-8968-77-3

© CARLOS ALBERTO VANEGAS PRIETO, 2018
© Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–, 2018
Derechos patrimoniales exclusivos de publicación y distribución de la obra
Cra. 18 # 39A-46, Teusquillo, Bogotá, Colombia
PBX: (571) 232-3705, FAX (571) 323 2181
www.ilae.edu.co

Diseño de carátula y composición: HAROLD RODRÍGUEZ ALBA
Edición electrónica: Editorial Milla Ltda. (571) 702 1144
editorialmilla@telmex.net.co

Editado en Colombia
Published in Colombia

A ustedes que han sido el motor de mi vida: Mi familia.

A ti Señor, la fuerza de mi alma.

A todos ustedes que me han permitido dejar huella: Mis alumnos.

A ti... a todos...

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	11
RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO PRIMERO	
LOS ANTECEDENTES	19
CAPÍTULO SEGUNDO	
LA PROPUESTA	27
I El Colegio Distrital República del Ecuador	27
II. Fuentes filosóficas	28
A. Concepción de sociedad	28
B. Concepción de hombre	29
C. Concepción de educación	29
III. Fuentes socioculturales	30
IV. Orientaciones curriculares	32
V. Inicios de la propuesta	33
A. Estructura metodológica	35
1. Historia de la biotecnología	39
a. Investigaciones en microbiología	40
b. Investigaciones en inmunología	40
c. Investigaciones en biología molecular	41
d. Fermentaciones	41
e. Investigación en biotecnología vegetal	42
f. Investigación en biotecnología ambiental	42

Desarrollo curricular para el énfasis en ciencias naturales...

2.	Primer componente	45
3.	Segundo componente	50
4.	Las tutorías	50
5.	El blog de biotecnología	51
6.	El encuentro de biotecnología	52
	a. Equipo de trabajo	54
	b. Los trabajos a presentar	55
7.	El laboratorio de alimentos	60
	a. Productos lácteos	61
	b. Frutas	62
	c. Encurtidos	62
	d. Cárnicos	62
CAPÍTULO TERCERO		
EXPERIENCIAS SIGNIFICATIVAS		65
I.	Respecto de la propuesta del Encuentro de Biotecnología	65
II.	Sobre el laboratorio de alimentos	68
III.	Sobre el aprendizaje de la biotecnología	70
CONCLUSIONES		71
BIBLIOGRAFÍA		73

AGRADECIMIENTOS

- Al Colegio Distrital República del Ecuador, de la Ciudad de Bogotá Colombia; a sus directivas, a mis compañeros maestros, al personal administrativo, por haberme permitido soñar y hacer las locuras que nos llevaron a ser guía para muchos.
- A la Secretaría de Educación del Distrito, al IDEP por el apoyo permanente con el desarrollo del proyecto. Por el impulso pactado y por la posibilidad de que continúe aun cuando no esté más ahí.
- A mis queridos estudiantes. Todo lo he hecho por ustedes. Doy a Dios gracias porque aun hoy, después de tantos años, los considero mis amigos.
- A la Universidad de Chile y en su nombre al profesor MANUEL SILVA por haber soportado largos tiempos de silencio, pero por su beneplácito al recibir este trabajo.

RESUMEN

La enseñanza de las ciencias naturales, se halla en crisis a nivel mundial y esto no parece asociado a la disponibilidad de recursos de infraestructura, económicos o tecnológicos para la enseñanza, ya que en “países ricos” no se logra despertar el interés de los alumnos. Efectivamente, en la última década se registra un continuo descenso en el gusto de los estudiantes hacia las ciencias experimentales en el nivel de escolaridad secundaria, tanto en los países anglosajones como en Latinoamérica, acompañado de una muy preocupante disminución en el número de alumnos que continúan estudios universitarios referentes a ciencias naturales. Asimismo, en todos estos países, independientemente de su estado de desarrollo, se observa una disminución en las capacidades en los estudiantes que comienzan las asignaturas de ciencias (biología, química y física), que son básicas para otras carreras universitarias o terciarias tales como medicina, bioquímica, nutrición y enfermería, entre otras.

La biotecnología integra aspectos tan diversos como el conocimiento de los seres vivos, el ADN y la herencia, el desarrollo científico y tecnológico, implicancias económicas y sociales, cuestionamientos éticos, controversia y percepción en el público general, regulación y mecanismos de control, entre otros. Precisamente, esta diversidad de aspectos que abarca la información biotecnológica ofrece a los docentes la posibilidad de incorporar estos temas a las diferentes áreas del conocimiento, en las ciencias sociales y naturales, con variados niveles de complejidad. Por otra parte, la posibilidad de establecer relaciones entre ciencia básica y aplicaciones tecnológicas, puede proporcionar al alumno un aprendizaje significativo y conocimientos útiles en instancias donde se ponen en juego aspectos de la vida cotidiana.

En el presente trabajo, se expone una propuesta de lineamiento curricular para el énfasis en ciencias naturales en el ciclo v de educación media, enmarcados en la enseñanza de la biotecnología, tomando como ejemplo el currículo en biotecnología del Colegio Distrital República del Ecuador de la ciudad de Bogotá, Colombia.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, hemos visto como se ha retomado la importancia de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias; no solo porque en ellas se ve una base importante para el desarrollo económico de los países, sino porque de las investigaciones que de ellas se desprenden, se reconoce una vasta influencia sobre temas referentes a la salud, al medio ambiente, a la preservación de los recursos naturales y por supuesto, al papel que cada uno de nosotros tenemos en el planeta (SED, 2010, p, 7).

De otra parte, el mundo moderno exige un conocimiento real y apropiado de las ciencias naturales. Todos los días se ve a través de los medios de comunicación, diversas circunstancias relacionadas directamente con la biología, la química o la física, o aquellas que comúnmente llamamos ciencias relacionadas; y que de una u otra forma explican todos aquellos fenómenos que ocurren a nuestro alrededor, y; que de otra manera, no podrían ser adecuadamente explicados.

Desde este punto de vista, la Iniciativa Europea para la Enseñanza de la Biotecnología –EIBI–, se refiere a la biología:

La palabra biología es relativamente joven; data de 1802. Después de un período de estancamiento en el que, a los ojos de las personas ajenas a la biología, ésta era sinónimo de actividades como la caza de mariposas, ahora nos encontramos rodeados de conceptos como la bioética, bioinformática y biotecnología. La biología lo impregna todo hoy en día, incluso se dice que los ordenadores tienen virus y clones. Sin duda alguna, la biotecnología es la responsable de que el debate ético se haya trasladado a la opinión pública. La ética, como todo el mundo sabe a estas alturas, se ocupa de lo que está bien y de lo que no está bien (EIBI, 1999).

Por tanto la enseñanza de las ciencias, debe estar siempre presente en el currículo desde la escuela. A su vez, debe ser claro que este currículo debe estar siempre en constante actualización, debido a los rápidos cambios que se presentan en el mundo, y a los que; de alguna manera,

la ciencia debe adaptarse y adoptarlos. Surge entonces, como premisa inicial, la búsqueda de razones en cuanto a qué se debe enseñar y por qué se deben enseñar las ciencias.

Por regla general, los maestros de ciencias naturales se preparan en un sinnúmero de conceptos temáticas relacionadas a sus disciplina; pero se presentan innumerables vacíos importantes como es la formación en bioética, y más actualmente, deficiencias en formación en biotecnología y nanotecnología.

En el caso colombiano, la enseñanza y aprendizaje de las ciencias se dan desde el mundo de la vida, tomado este como punto de partida y de llegada (MEN, 1998)¹. Se incide entonces no solamente en lo que se enseña, sino en los preconceptos que traen los estudiantes, que son de gran riqueza; y de los que se debe partir para afianza, precisamente, dichos preconceptos. Desde este concepto de HUSSERL, el mundo de la vida es compartido por todos, sean científicos o no, y se compone del mundo que vemos a nuestro alrededor y que se compone “de las calles con sus gentes, automóviles y buses; el mundo de los almacenes con sus mercancías, sus compradores y vendedores; el mundo de los barrios, las plazas de mercados, los parques las veredas” (MEN, 1998).

De esta forma, se sugiere de manera implícita, que en este mundo de la vida, cohabitamos todos inmersos en el mundo de las teorías o de las ideas científicas quien en últimas, se permite explicar y fundamentar los procesos (comúnmente llamados “fenómenos”) explicando el cómo y el porqué de los mismos, pero mucho más allá, indagando respecto de las causas y consecuencias de los mismos.

De cualquier forma, este mundo de la vida es dinámico (más no estático), lo que exige un permanente cambio en cuanto a las habilidades que cada uno de nosotros debemos tener, para enfrentarnos de la mejor manera ante las demandas académicas, personales, sociales, científicas y tecnológicas. Así las cosas, sustenta con claridad la necesidad de que los niños se formen de manera adecuada en ciencias desde la escuela. Sin embargo, implica esto también que es necesario una formación adecuada en ciencias para los profesores que se preparan para enseñar:

1 El concepto de mundo de la vida, se toma desde las reflexiones filosóficas de EDMUND HUSSERL, y en las que se propone que “cualquier cosa que se afirme dentro del contexto de una teoría científica se refiere directa o indirectamente al mundo de la vida en cuyo centro está la persona humana”.

Ahora bien, con el trabajo en ciencias naturales se debe potenciar el desarrollo de habilidades que permita en los niños y jóvenes actuar como seres críticos, con capacidad para responder sus propias preguntas sobre el mundo de la vida y con capacidad para participar, buscar y analizar la información que les permita tomar decisiones y generar soluciones a diferentes problemas en distintos escenarios. Por eso, acceder al conocimiento científico² es importante porque es necesario, por ejemplo, para descubrir nuevas y mejores formas de aprovechamiento de la naturaleza; para encontrar soluciones a los problemas actuales y cotidianos, contribuir al desarrollo de la tecnología y desarrollar capacidad crítica y creativa que permita participar de manera activa en la sociedad (SED, 2010, p .8).

Es importante entonces, que la enseñanza en ciencias sea de actualidad. Y esto implica, que también se forme en biotecnología.

El reciente y rápido uso de la biotecnología ha inspirado considerables expectativas respecto del desarrollo de nuevos productos y procesos que satisfacen las necesidades humanas. En esta base, es importante recalcar el hecho de que la biotecnología no es una ciencia nueva, sino que ha acompañado al hombre desde la antigüedad en actividades que sustentan procesos biológicos básicos. Ejemplos de estos, son la preservación de los alimentos, el tratamiento de las enfermedades, o la generación de nuevos productos alimenticios.

Debido a este incremento significativo de la importancia de la biotecnología, diferentes centros de enseñanza alrededor del mundo ofrecen una variedad de cursos en este aspecto. Es indiscutible la importancia de la biotecnología, en muchos campos de la vida humana, para el próximo milenio. Un objetivo primordial de la educación es enseñar conocimientos a los alumnos. Los materiales curriculares que se dispone hasta ahora se centran principalmente en este aspecto de la enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, desde el punto de vista de los investigadores en enseñanza de las ciencias y de los profesores de ciencias, la ense-

2 La ciencia es un conjunto de técnicas y métodos que permiten organizar el conocimiento sobre la estructura de hechos objetivos y accesibles a distintos observadores. El pensamiento científico tiene por finalidad alcanzar desarrollar acciones que modifiquen al medio dando al individuo la seguridad de haberlo hecho de la forma más eficiente. El pensamiento científico tiene por finalidad encontrar nuevos caminos eficientes para resolver situaciones. El pensamiento científico es fático, trascendente, analítico, precisos, simbólico, verificable, metódico, predictivo, abierto y útil (CASÁS, 2002, p. 8).

ñanza de la biotecnología debe desarrollar también en los estudiantes habilidades para evaluar diferentes aplicaciones de estas técnicas.

De acuerdo a GARCÍA y ROA, uno de los campos de investigación más impulsados por lo que representa para la salud, ambiente y alimentación, es la biotecnología. De hecho, varias publicaciones no dudan en reconocerla como una revolución o en proponer el siglo XXI como el siglo de la biotecnología, lo cual necesariamente implica un cambio de las concepciones sobre la vida y lo vivo (GARCÍA y ROA, 2009).

CAPÍTULO PRIMERO

LOS ANTECEDENTES

La enseñanza de las ciencias naturales, se halla en crisis a nivel mundial y esto no parece asociado a la disponibilidad de recursos de infraestructura, económicos o tecnológicos para la enseñanza, ya que en “países ricos” no se logra despertar el interés de los alumnos. Efectivamente, en la última década se registra un continuo descenso en el gusto de los estudiantes hacia las ciencias experimentales en el nivel de escolaridad secundaria, tanto en los países anglosajones como en Latinoamérica, acompañado de una muy preocupante disminución en el número de alumnos que continúan estudios universitarios referentes a ciencias naturales. Asimismo, en todos estos países, independientemente de su estado de desarrollo, se observa una disminución en las capacidades en los estudiantes que comienzan las asignaturas de ciencias (biología, química y física), que son básicas para otras carreras universitarias o terciarias tales como medicina, bioquímica, nutrición y enfermería, entre otras.

Sumado a lo anterior, se presenta también el hecho de que a la mayoría de los estudiantes no les gusta la ciencia, les aburre, o simplemente no ven una relación ésta en su vida. La idea de este currículo, centrado en el contenido, está basada en una concepción de ciencia: Aprender conceptos, pero no en la generación de una actitud científica. Como es de suponerse, los resultados son observables, cuando los estudiantes no alcanzan los niveles esperados. “Si los estudiantes no aprenden a pensar con los conocimientos que están almacenando, dará lo mismo que no los tengan” (PERKINS, 1992, p. 48).

De acuerdo a la UNESCO, la falta de interés, e incluso rechazo hacia el estudio de las ciencias, asociado al fracaso escolar de un elevado porcentaje de estudiantes, constituye un problema que reviste una especial gravedad. Un problema que merece una atención prioritaria por-

que, como se señaló en la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, auspiciada por la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia, “para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico”. Estamos asistiendo desde hace años a una grave situación de fracaso en la educación científica y disminución de candidatos para estudios superiores en el campo de las ciencias, al tiempo que crece el desinterés, cuando no el rechazo, hacia la propia ciencia (UNESCO, 2005. p. 7)³.

De igual forma, como afirman GIL y VILCHES:

Es necesaria una formación científica que permita a la ciudadanía participar en la toma de decisiones, en asuntos que se relacionan con la ciencia y la tecnología, lo que nos lleva al hecho de pensar una ciencia para todos. No puede ser que la ciencia solamente esté disponible para los especialistas, porque entonces se deslegitimarían los procesos que se hacen en la escuela, donde esa participación obliga a tener un mínimo de conocimientos específicos que sean accesibles a todos con una consideración ética que no implicaría una necesaria especialización de todos (2004, p. 264).

Pareciera ahora que el interés ha cedido y hemos caído en el analfabetismo científico⁴. Surge entonces una serie de preguntas que hacen repensar el papel del maestro de ciencias y el papel mismo de las ciencias en el desarrollo humano:

-
- 3 Se entiende la cultura científica como comprensión de la dinámica social de la ciencia, de manera que se tejen, en una interrelación entre productores de conocimientos científicos y otros grupos sociales, todos ellos como partícipes del devenir de la cultura, produciendo significados cuyos orígenes y justificaciones provienen desde distintas prácticas, intereses, códigos normativos y relaciones de poder, entendiéndose como un devenir continuo. (VACCAREZZA, 2008, p. 110). La cultura científica de la sociedad se concreta en la manera como los individuos se relacionan con la actividad científica. Una persona con cultura científica requiere contar con información pero también con una preparación y habilidades que le permitan situar el conocimiento en su esencia y su sentido.
 - 4 CARL SAGAN popularizó la expresión “analfabetismo científico” en referencia a la incapacidad de comprender los mecanismos más sencillos de la ciencia, tanto los conceptos científicos con sus objetivos y los procedimientos de la ciencia. Mientras vivimos en un mundo cada vez más tecnificado, cada vez más dominado por los avances científicos y sus correspondientes aplicaciones tecnológicas, la población en general y la denominada “cultura” en particular adolece de una sorprendente ignorancia en cuanto a conocimientos científicos se refiere.

- ¿Cómo fomentar en los estudiantes el interés y la necesidad por hacer ciencia y comprender los avances científicos?
- ¿Qué tipo de herramientas científicas debe aportar la escuela para que los estudiantes comprendan el mundo que les rodea y el papel preponderante de ellos mismos en el desarrollo de la ciencia?
- ¿Cómo lograr que los estudiantes se apropien realmente de un pensamiento científico⁵ y crítico y una actitud científica⁶ respecto a los avances científicos y tecnológicos modernos?

De esta manera, se hace importante buscar nuevas formas de enseñanza que atraiga los estudiantes y en las que se rescate de manera importante la razón de ser de las ciencias. Es importante que un estudiante que aprende y sabe ciencias pueda desarrollar estrategias pertinentes para solucionar problemas y tomar decisiones es decir, que las actividades propuestas le exijan, a su vez, un claro conocimiento de los conceptos de las ciencias y una aplicación de procedimientos propios del pensamiento científico.

La Secretaría de Educación de Bogotá (SED, 2010), ha propuesto como base de la enseñanza de las ciencias, la necesidad de que en el contexto escolar se delinee los siguientes objetivos:

-
- 5 La ciencia es un conjunto de técnicas y métodos que permiten organizar el conocimiento sobre la estructura de hechos objetivos y accesibles a distintos observadores. El pensamiento científico tiene por finalidad alcanzar desarrollar acciones que modifiquen al medio dando al individuo la seguridad de haberlo hecho de la forma más eficiente. El pensamiento científico tiene por finalidad encontrar nuevos caminos eficientes para resolver situaciones. El pensamiento científico es fático, trascendente, analítico, precisos, simbólico, verificable, metódico, predictivo, abierto y útil (CASÁS, 2002, p. 8).
 - 6 La actitud hacia la ciencia es la disposición de ánimo (positiva o negativa) para adquirir nuevos conocimientos científicos mediante la consulta bibliográfica y la búsqueda de soluciones alternativas a problemas reales en cualquier área del conocimiento. Se entiende por actitud científica la disposición ya estabilizada por recorrer las distintas etapas del método que utiliza la ciencia para llegar a la verdad. En estos términos, es la conducta habitual adaptada frente a la realidad, que supone rechazar la creencia irreflexiva y mantener la duda hasta lograr los resultados de una investigación sistemática. El hombre de ciencia cree que, en los asuntos que él esta investigando, la verdad aún no ha sido descubierta pero que se puede descubrir. Las creencias del hombre de ciencia son por lo tanto, tentativas sin dogmatismo (DEWEY, 1989, p. 36).

1. Permitir una aproximación a los conocimientos de la ciencia, lo cual implica los fenómenos naturales, los hechos, sus principios, teorías y leyes que los describen y sustentan.
2. Articular los conocimientos propios de las ciencias con aplicaciones, es decir, el uso del saber disciplinar en situaciones tanto reales y cotidianas como aquellas que no son tan familiares y poco convencionales.
3. Potenciar habilidades particulares del trabajo científico, o lo que res, situar al estudiante como un científico natural y familiarizarlo con los procedimientos de la investigación científica.
4. Desarrollar habilidades para la resolución de problemas, en donde el estudiante ponga en juego su capacidad de aplicar conceptos de las ciencias y para diseñar estrategias de solución, además para establecer interacciones con la tecnología lo que le brinda elementos para proponer una amplia gama de formas y modos de solución.
5. Permitir al estudiante reconocer que la ciencia es una construcción humana, dinámica, que no está terminada, que tiene un impacto directo en la sociedad y que es fundamental para su progreso y para el mejoramiento de la calidad de vida del ser humano.

Buscar una solución oportuna a lo que se ha dicho hasta ahora, no es sencillo. Pero quizás, la respuesta esté en una nueva forma de enseñar; vista esta no solamente desde la manera en que se enseña, sino también desde lo que se enseña. Es decir, es importante buscar nuevas temáticas que agraden al que aprende, y que a su vez se conviertan en punto importante de partida. Además, de ser referente de lo que actualmente se necesita.

Así las cosas, no podemos cerrar los ojos al mundo moderno que se nos presenta, y debemos fortalecer la enseñanza-aprendizaje de las ciencias desde la biotecnología y la nanotecnología, como fuentes nuevas de aprendizaje y de fortalecimiento de la misma ciencia.

Innumerables aplicaciones de la biotecnología, nos demuestran la importancia y la necesidad de que esta sea enseñada desde la escuela. Como parte de nuestra vida diaria, afecta la comida que comemos, la

energía que consumimos y la vida que vivimos. Es vital para el sostenimiento de la economía nacional. Pero también es menester tener en cuenta, que el aprendizaje y “entrenamiento” en biotecnología, contribuye y se alimenta a la vez, de disciplinas como la genética, microbiología, bioquímica y biología molecular; cimientos estos de investigaciones de gran relevancia e importancia para las economías de los países que las lideran, como programas de investigación en manipulación genética de plantas y animales. De esta manera, la escuela podría jugar un papel importante en la educación de los futuros ciudadanos acerca del valor y la potencialidad de la biotecnología (MCINERNEY, 1990).

Recientemente, se ha propuesto la necesidad de realizar una concienzuda revisión y reforma de la educación en ciencia y tecnología. El currículo de la escuela en general, se ha propuesto para preparar a los estudiantes para el ingreso a la universidad más que para su propia vida, lo que ha dejado de lado los objetivos reales de la enseñanza. La enseñanza en ciencias por ejemplo, ha involucrado conceptos básicos como las semejanzas entre plantas y animales, el estudio de la función y forma de los organismos, y la biología celular y molecular. La instrucción generalmente se focaliza en la adquisición del conocimiento más que en el hecho de cómo se conoce o cómo se descubre y como estos conocimientos y descubrimientos son empleados por el hombre. Generalmente, estos “aprovechamientos” del conocimiento científico son dejados de lado por los maestros de ciencias y las aplicaciones industriales de la biotecnología quedan excluidas del currículo.

En general, es necesario que se realice la revisión del currículo de ciencias en la escuela a la luz de los recientes avances biotecnológicos. Dichas revisiones deben ocurrir en el contexto que promueva la enseñanza de la biología.

La biotecnología puede ser fácilmente insertada en el currículo si se presentan segmentos de microbiología, biología molecular, genética, bioquímica y química, pero donde se reorientan dichas asignaturas en pos del conocimiento interdisciplinario de las ciencias. Sin embargo, el reconocimiento de la biotecnología no debe quedar relegado a la biología, la química o la tecnología. Debe ser multidisciplinar y tener dimensiones curriculares integradoras que pueden generar importantes contribuciones a una variedad de cursos como las ciencias sociales, las matemáticas o la economía, previendo así una gran posibilidad de discusiones que pueden ir desde discusiones éticas y morales de la ciencia.

La biotecnología, entonces, debe ser un componente esencial de la educación (formal y no formal) a todos los niveles.

La ciencia y la tecnología tienen cada vez más injerencia en la vida cotidiana de las personas y en el desarrollo económico y social del país y la humanidad en general. Palabras como “terapia génica”, “genoma”, “clon”, “productos genéticamente modificados”, “alimentos transgénicos” demuestran cómo la biotecnología y la ingeniería genética ya son parte de la vida cotidiana de los hombres y no un futuro lejano.

La biotecnología constituye una temática novedosa en el aula. Como tal, plantea una diversidad de interrogantes referidos no sólo a la información y a la formación que requiere el docente, sino también a cuestiones prácticas vinculadas a la incorporación y el tratamiento de estos temas en clase.

Fundamentalmente, se plantea el interrogante de cómo integrar estos contenidos al currículo, sin sacrificar temas básicos de la ciencia y cómo establecer relaciones entre la ciencia básica y la biotecnología que permitan incorporar la enseñanza de la biotecnología de manera interdisciplinaria en las diferentes asignaturas.

La biotecnología integra aspectos tan diversos como el conocimiento de los seres vivos, el ADN y la herencia, el desarrollo científico y tecnológico, implicancias económicas y sociales, cuestionamientos éticos, controversia y percepción en el público general, regulación y mecanismos de control, entre otros. Precisamente, esta diversidad de aspectos que abarca la información biotecnológica ofrece a los docentes la posibilidad de incorporar estos temas a las diferentes áreas del conocimiento, en las ciencias sociales y naturales, con variados niveles de complejidad. Por otra parte, la posibilidad de establecer relaciones entre ciencia básica y aplicaciones tecnológicas, puede proporcionar al alumno un aprendizaje significativo y conocimientos útiles en instancias donde se ponen en juego aspectos de la vida cotidiana.

El desafío actual del docente consiste precisamente en incorporar al aula todos estos aspectos que abarca la biotecnología, de una manera precisa, correcta y creativa de modo de llegar a los alumnos con información veraz brindándoles la posibilidad de desarrollar su capacidad de análisis y comprensión, y aportando las herramientas necesarias para comprender los alcances de la biotecnología y sus implicancias.

Desde este punto de vista, es importante tener en cuenta algunos aspectos importantes:

1. La biotecnología como tema interdisciplinario, el cual abarca aspectos de las ciencias naturales, la biología y las ciencias sociales;
2. La biotecnología como un tema de actualidad que genera controversia, lo cual posibilita el debate pero requiere contar con información veraz y de rigor científico para poder emitir juicios de valor apropiados;
3. La relevancia de los adelantos biotecnológicos en el mundo, especialmente en lo referido a la agrobiotecnología y su impacto económico.

Actualmente se han venido haciendo avances en cuanto a la introducción de la biotecnología al currículo; pero es claro que aún hay mucho más por hacer. Así, AHUMADA (1986) se refiere a la tendencia que se presenta en América Latina a la creación de carreras de biotecnología, la multiplicidad de disciplinas que confluyen y la complejidad de las mismas, no es tan positiva como se ha presentado hasta ahora (ROA, GARCÍA, *et al.*, 2008).

Desde este punto, se han creado programas de enseñanza de la biotecnología. Algunos de ellos son:

1. La Iniciativa Europea para la Enseñanza de la Biotecnología 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. Está financiada por la Comisión Europea de Biotecnología dentro del IV Programa Marco.
2. Las organizaciones internacionales de países como Dinamarca, España, Estados Unidos, Irlanda. El conjunto de la Comunidad Europea se ha propuesto programas de educación en biotecnología, para el público en general y para los profesores de ciencias (MORENO, *et al.*, 1992; PADILLA, *et al.*, 1997).
3. Otros países, como Tailandia, Japón y Filipinas, están implementando estrategias biotecnológicas para mejorar la enseñanza de las ciencias naturales (PARRA y REGUERRO, 2001).

En Colombia, la enseñanza de la biotecnología, se puede fundamentar desde la Ley 115 de educación, que en su artículo 5.º “Fines de la educación”, inciso 5, considera uno de los fines de la educación: “La adquisición y generación de los conocimientos científicos y técnicos más avanzados, humanísticos...”.

Así mismo, el párrafo del artículo 31 abre la posibilidad a la profundización en alguna de las áreas básicas, acorde al PEI de la institución: “aun que todas las áreas de la educación media académica son obligatorias y fundamentales, las instituciones educativas organizarán la programación de tal manera que los estudiantes puedan intensificar, entre otros, en ciencias naturales...”.

La idea es, entonces, que las instituciones fortalezcan la enseñanza de alguna de las áreas básicas. Pero, de acuerdo a lo que se ha propuesto hasta ahora, la biotecnología no debe ser parte de una simple intensificación, sino que por el contrario. Diríamos que urge la creación de una asignatura teórico-práctica cuyo objetivo primordial sea la divulgación del conocimiento en biotecnología.

CAPÍTULO SEGUNDO

LA PROPUESTA

I. EL COLEGIO DISTRITAL REPÚBLICA DEL ECUADOR

El colegio existe desde el año de 1964 con el nombre de Comité del Comercio de Bogotá, con cursos de primaria, en 1980 se amplió la cobertura a los grados de bachillerato hasta el grado 9.º y fue trasladado a la Escuela República del Ecuador, situado en la avenida 1 n.º 4-11. El Fondo Educativo Regional –FER– creó la Unidad Básica de Educación República del Ecuador mediante Acuerdo 002 del 14 de enero de 1981 y como sede principal se fijó en la avenida 1 n.º 4-11, el día 6 de junio de 1981 se inauguró oficialmente el plantel en la jornada mañana Colegio República del Ecuador y jornada tarde Escuela Comité del Comercio, en 1983 se aprueban los estudios de los grados 6.º a 9.º y en 1984 se aprueban los estudios de los grados 10.º y 11. En el año de 1999 se unifica el nombre del plantel para las dos jornadas asignando como nombre oficial Centro Educativo Distrital República del Ecuador, mediante Resolución 1820 del 20 de junio de 2002 por la cual se integran el Colegio Distrital República del Ecuador y el CED Vitelma con el nombre de IED República del Ecuador.

Desde el año 2008 en el Colegio Distrital República del Ecuador se ha trabajado la intensificación en ciencias naturales específicamente en biotecnología. Sin embargo, no existe una propuesta curricular real y aunque en muchos otros colegios de la ciudad de Bogotá se trabaja la cátedra de biotecnología, cada institución la trabaja desde su propio punto de vista y adecúa la asignatura a sus propias necesidades. Sin embargo, es claro que el hecho de tener un currículo establecido para la biotecnología, permitiría de manera importante la unificación en cuanto a los contenidos que se trabajan en y desde la escuela. Consideramos que es importante que se diseñe dicho currículo, no solo

porque justificaría, en cierta medida, el trabajo que se realiza, sino que generaría posibilidades de un trabajo más adecuado y pertinente a la situación del país y del mundo.

II. FUENTES FILOSÓFICAS

Acorde a las políticas institucionales reflejadas en el Proyecto Educativo Institucional y a los principios y objetivos establecidos en el plan de área de ciencias naturales, se plantean los siguientes aspectos filosóficos que sustentan la importancia y necesidad de la cátedra de biotecnología en la IED República del Ecuador.

A. Concepción de sociedad

La comunidad educativa del Colegio Distrital República del Ecuador se propone coadyuvar a la formación de una sociedad justa, solidaria, crítica, democrática, respetuosa, con identidad cultural, una sociedad que valore y conserve sus recursos naturales con ética civil y deseo de superación. Una sociedad que transforme la cultura de la violencia, por una cultura de la convivencia social.

Así las cosas, la comunidad referencia a la sociedad como un conjunto organizado de individuos que siguen un mismo modo de vida. Esta es entonces, una agrupación de personas que constituyen una unidad, con la finalidad de cumplir mediante la mutua cooperación, todos o algunos de los fines de la vida. Así, podemos definir la sociedad, las metas de la sociedad actual (y su economía) se orientan hacia la producción y el crecimiento. Con la premisa de que si algo es deseable también es posible, el crecimiento pasa a convertirse en la satisfacción de necesidades cada vez más superfluas. El número de necesidades, estimulado por la publicidad (que en gran parte está orientada a crear insatisfacciones permanentes), crece indefinidamente. Esta forma de sociedad en que se promueve la adquisición y el consumo desmedido de bienes para sustituir otros que aún pueden continuar en uso, se denomina sociedad de consumo.

Pero este esquema de consumo, si bien es característico, no es pa-rejo; grandes sectores de la sociedad están expuestos a la publicidad y a la incitación al consumo pero carecen de los medios para consumir.

En este punto, la biotecnología enmarcada desde el nivel de competencias para el trabajo, permite a los estudiantes visualizar una nueva forma de trabajo productivo, que permita el sustento propio y de su familia. La cátedra de biotecnología, no se trata simplemente de impartir conocimientos de carácter biotecnológico, sino que busca también inculcar en los estudiantes la imperiosa necesidad de hacer ciencia con responsabilidad social, impulsando procesos y generando nuevos productos o productos mejorados, en busca de una mejor calidad de vida.

B. Concepción de hombre

El hombre es un ser singular e irreplicable, autónomo, trascendental, inacabado, perfectible; un ser en relación, creativo, crítico, un ser histórico, con espíritu investigativo por naturaleza; filosófico porque se preocupa por la búsqueda de la verdad, estético y ético. La biología percibe al ser como parte de la naturaleza. El hombre pertenece al mundo de la vida, proviene de él y se dirige hacia él. Por tanto las relaciones que se presentan como ser natural y como ser social no pueden desligarse del hecho de que las acciones generadas por él influirán su entorno mediato e inmediato, y así mismo, el de los demás.

C. Concepción de educación

Para la comunidad educativa del Colegio República del Ecuador, la educación se concibe como un proceso de constante reflexión, fundamentado en el desarrollo de la capacidad crítica, la libertad, la justicia y la igualdad, que le permiten al individuo apropiarse del conocimiento individual y colectivo, para la cualificación de la vida y la dignificación de ser a través de mecanismos de socialización, interiorización y racionalización.

Así las cosas, la comunidad CODRE considera también que la misión de la educación en biotecnología es buscar la felicidad del hombre y por ello, es que se esmera en:

- La formación de personas con valores morales y sociales requeridos para la seguridad, el bienestar y el progreso del grupo social al cual pertenecen,

Desarrollo curricular para el énfasis en ciencias naturales...

- comprometidos y responsables como miembros de un grupo social,
- creativos y recursivos, que busquen la independencia económica por medio de una ocupación productiva y lucrativa,
- con actitudes y hábitos encaminados a valorar su salud física y mental,
- con conciencia ecológica que lo transforme en un defensor activo del medio ambiente,
- con una formación básica e intelectual que le permita acceder a la educación superior,
- con espíritu investigativo y creativo que le sirvan de base para solucionar problemas de su comunidad; y,
- una persona capaz de convertirse en agente de su propio aprendizaje y de conocer y exigir sus propios derechos.

III. FUENTES SOCIOCULTURALES

La intensificación en ciencias naturales se propone la formación científica y humanística de los estudiantes de la IED República del Ecuador, a expensas de lo consagrado en la Ley 115 de educación.

- Ley 115 de 1994, Ley General de Educación

Entre los fines asignados a la educación por la Ley General en su artículo 5.º se encuentran:

La formación en la práctica del trabajo mediante los conocimientos técnicos y habilidades así como la valoración del mismo como fundamento del desarrollo individual y social. La promoción en la persona y en la sociedad, de la capacidad para crear, investigar, adoptar la tecnología que se requiere en el desarrollo del país y le permita al educando ingresar al sector productivo.

Artículo 27. La educación media es considerada como:

... la culminación, consolidación y avance en el logro de los niveles anteriores y comprende dos grados, el décimo (10.º) y el undécimo (11.º). Tiene como fin la comprensión de las ideas y los valores universales y la preparación para el ingreso del educando a la educación superior y al trabajo.

De acuerdo con los fines allí consagrados la educación media puede enfatizar en un área específica acorde a los parámetros establecidos y consagrados en su PEI. Nuestro ideal, es continuar la formación iniciada en la básica, orientándola al campo disciplinar de la biotecnología tanto en su saber como en su modo de producción de conocimiento, concebidos como una forma de la cultura, integrada en la sociedad actual y atravesada por sus problemáticas.

Más que promover la formación de futuros científicos, nos proponemos construir un espacio de continua reflexión dentro de un carácter de profundización y ampliación de conocimientos en las temáticas de esta ciencia, su divulgación y su impacto sobre la sociedad; ofreciendo un espacio físico e institucional para desarrollar prácticas y saberes tanto en lo relacionado con las problemáticas de carácter específico de este campo, así como las relaciones que pueden presentarse con otras áreas del conocimiento con importantes aportes, por ejemplo a temáticas ambientales o vinculadas con la salud.

La alfabetización científica, se enriquece y complejiza en el ciclo v (10.º y 11.º) con el aporte de nuevas y más poderosas herramientas teóricas y prácticas. Estas contribuyen a la formación de jóvenes capaces de analizar críticamente el impacto de las ciencias sobre la sociedad y el imaginario social acerca de la actividad científica. Al mismo tiempo aportan nuevos elementos para comprender, interpretar y actuar sobre la sociedad y de participar activa y responsablemente sobre los problemas del mundo.

Desde este punto de vista, la función social de la educación se cumple dependiendo de la coherencia del sistema educativo, el cual debe buscar permanentemente un método para inducir a “aprender”, a “pensar” debe guiar a la persona a buscar la verdad por sí misma, y no sesgarla con una “verdad” ya construida; debe proporcionar al individuo una formación que le permita explorar, buscar, cuestionar y generar los conceptos que como individuo se siente impulsado a concebir o examinar (método científico).

IV. ORIENTACIONES CURRICULARES

Ubicarnos en el contexto de un modelo de formación de la cultura del trabajo y la formación profesional tomando en cuenta elementos del contexto productivo y del sistema educativo en la propuesta de una didáctica de la formación por competencias.

La propuesta del trabajo en biotecnología se justifica a partir de:

- La búsqueda de motivaciones para abordar el aprendizaje de las ciencias naturales.
- El trabajo en biotecnología permite una relación entre el currículo y el conocimiento científico-tecnológico actual.

Así mismo, la enseñanza en biotecnología se hace:

- Porque se han planteado retos en cuanto a la educación de calidad. En un mundo moderno como el actual, sería imposible siquiera pensar en que los niños, niñas y jóvenes no se preparen en ciencias y, al menos, no conozcan temas básicos y cotidianos como lo que comen, o lo que visten o lo que usan.
- Porque se busca el fomento a la participación de la comunidad enfocado en un modelo de cultura participativa y cultura para el trabajo.
- Porque se busca en los estudiantes impulso, fuerza, consistencia y permanencia en el ámbito escolar y social.
- Porque se genera interés por cosas nuevas, formulación de problemas y propuesta de soluciones.
- Porque se impulsa el manejo de lenguaje apropiado, actitud científica y comprensión del mundo.

V. INICIOS DE LA PROPUESTA

Para empezar, es importante comentar el escenario que dio origen a la experiencia. En varias ocasiones, en las sesiones del Consejo Académico⁷ se realizaron innumerables revisiones de los resultados que se obtuvieron en la institución, sobre todo en lo referente a índices de repitencia y deserción de los estudiantes⁸. A pesar de los esfuerzos de los docentes, no se evidenciaron resultados que permitieran reconocer dichos esfuerzos o implementar una nueva forma de enseñar.

Fue así como en el año 2006, desde el Consejo Académico se impulsó la propuesta de la semestralización para la educación media. Ésta inició como una estrategia que permitía a los estudiantes ver una menor cantidad de asignaturas con una mayor intensidad horaria, buscando que con esto mejorara la actitud de los estudiantes frente a las asignaturas y así subir los niveles académicos.

Esta primera experiencia inició en el año 2007 con la firme participación de docentes, estudiantes y padres de familia.

La institución no ha sido ajena a la problemática que se presenta en la mayoría de instituciones del país, enmarcada principalmente en la desidia por parte de los estudiantes que asisten al colegio. Muchos de ellos no desean estar allí, y simplemente ven que lo que se les enseña no es importante. Se preguntan: ¿Para qué me servirá esto o aquello? Adicionalmente, la población que acude corresponde a los niveles socioeconómicos 1 y 2 (de los más bajos del país) razón por la que deben trabajar desde temprana edad y al tener contacto con el dinero prefieren buscarlo. La escuela se convierte entonces en un obstáculo que hay que sortear para poder conseguir el dinero. Esto lleva a que, sencillamente si el estudiante no siente la necesidad por saber y aprender, entonces no lo hará, razón por la cual es necesario despertar dicha necesidad.

Prontamente, los resultados no se hicieron esperar. La disminución en el número de estudiantes que perdían asignaturas o que desertaban

7 El Consejo Académico es la instancia que asume el liderazgo de la investigación y evaluación del currículo pertinente de acuerdo a los principios, fundamentos y objetivos propuestos en el proyecto educativo institucional.

8 Cabe aclarar que el índice de repitencia hace referencia a cuando un estudiante pierde el año escolar y debe retomarlo desde el inicio, mientras que la deserción se refiere a cuando un estudiante no termina el año escolar.

del colegio disminuyó sorpresivamente, la forma de trabajo de los estudiantes y el compromiso de docentes también mejoraron. Se consideró entonces que el escenario estaba preparado y dió el segundo paso.

Siempre, con el respectivo aval del Consejo Académico, se propuso generar la intensificación⁹ en las áreas en las que pensábamos estaban dadas las circunstancias para profundizar, las mismas que creíamos fortalecerían el aprendizaje de los estudiantes. Para el año 2009, se inició entonces la intensificación en inglés y en ciencias naturales.

Por una parte, la intensificación en inglés responde principalmente a la importancia que tiene el aprendizaje del inglés como segunda lengua, no sólo en el contexto científico actual, sino en el hecho de que este idioma es el más importante a nivel mundial. Además, en respuesta al programa establecido por la Secretaría de Educación “Bogotá Bilingüe”, según el cual mejorar los niveles en las cuatro competencias básicas del idioma debe permitir a los estudiantes incursionar con mayor facilidad a horizontes laborales y académicos.

Por otra parte, y también siguiendo los lineamientos establecidos por la Secretaría de Educación de Bogotá, se pretende ubicarnos en el contexto de un modelo de formación de la cultura del trabajo y la formación profesional tomando en cuenta elementos del contexto productivo y del sistema educativo en la propuesta de una didáctica de la formación por competencias (SED, 2006, p. 17).

De esta manera, se reconoce la importancia que la sociedad debe estar comprometida con la formación de un hombre integral, preparado para actuar y utilizar hábilmente y de forma creadora su intelecto y sus manos, que pueda conocer e interpretar el mundo y que sea capaz de transformarlo y adecuarlo a nuestras posibilidades y condiciones. Por consiguiente, nos corresponde desde la escuela cumplir con este encargo social, pues en ella existen las condiciones propicias para lograr la formación integral de los estudiantes (SED, 2006, p. 20).

Las relaciones establecidas con entidades externas a la institución, permitió avanzar en el proyecto que se tejía. Es así como se circunscribió un convenio con la Universidad Uniagraria, quienes apoyaron

9 Al hablar de intensificación, la institución pasó, por ejemplo, la carga académica normal de inglés de cuatro horas semanales a ocho horas semanales. Y en el caso de ciencias naturales, por ejemplo química de tres horas semanales a seis horas semanales con la posibilidad de abrir el espacio para biotecnología.

el trabajo en biotecnología. De esta manera, la intensificación en ciencias naturales se formalizó en la construcción de una nueva área, la de biotecnología¹⁰, que trabajaría en apoyo directo con química y física y apoyada por las demás asignaturas¹¹.

Pero la idea no era simplemente formalizar una nueva área académica sino, por el contrario, hacer que ésta se convirtiera en una manera interesante y diferente para que el estudiante se acercara a una nueva experiencia científica, hasta ahora desconocida por él. Surge entonces la premisa, que hacer para llamar la atención de los estudiantes hacia la ciencia, y como mantenerlos atentos a los diferentes procesos que, desde la biotecnología, explican el constante trasegar del hombre.

De esta manera, surge el proyecto de aula “biotecnología: salud y vida”.

A. Estructura metodológica

Previo a la explicación de la estructura metodológica del proyecto, es importante realizar una rápida revisión del sistema educativo colombiano; toda vez que el proyecto se ha propuesto y llevado a cabo para la llamada “educación media”.

10 Numerosas posibilidades se han formalizado en la definición de la biotecnología como ciencia. BLANCA GARCÍA de la Universidad Autónoma de México, la define como, “el uso de organismos vivos o de compuestos obtenidos de organismos vivos para obtener productos de valor para el hombre”. La FAO en el año 2000 se refiere: “La biotecnología ofrece instrumentos poderosos para el desarrollo sostenible de la agricultura, la pesca y la actividad forestal, así como de las industrias alimentarias. Cuando se integra debidamente con otras tecnologías para la producción de alimentos, productos agrícolas y servicios, la biotecnología puede contribuir en gran medida a satisfacer, en el nuevo milenio, las necesidades de una población en crecimiento y cada vez más urbanizada”. Declaración de la FAO sobre biotecnología [www.fao.org]. Y muchos otros ejemplos podrían ser tomados en cuenta, sin embargo lo realmente importante es lograr que los estudiantes comprendan que la biotecnología implica el uso de organismo vivos o sus células.

11 Acorde a la Ley 115 de educación, el artículo 30 se refiere a los objetivos específicos de la educación media académica, en su literal b se refiere: “La profundización en conocimientos avanzados de las ciencias naturales”. El artículo 31 referido a las áreas fundamentales de la educación media académica, parágrafo 1.º se refiere: “Aunque todas las áreas de la educación media académica son obligatorias y fundamentales, las instituciones educativas organizarán la programación de tal manera que los estudiantes puedan intensificar, entre otros, en ciencias naturales, ciencias sociales, humanidades, arte o lenguas extranjeras, de acuerdo con su vocación e intereses, como orientación a la carrera que vayan a escoger en la educación superior”.

De acuerdo con el portal virtual Colombia Aprende, “la educación en Colombia se estructura en tres niveles diferenciados: la llamada educación preescolar; la educación básica, que incluye los ciclos primaria y secundaria, la educación media, y la educación superior”¹². La tabla 1 muestra las características más importantes de cada uno de los ciclos.

Tabla 1
Características de los ciclos que componen el sistema educativo colombiano

Preescolar	Básica	Media
El nivel de preescolar comprende los grados de prejardín, jardín y transición, y atiende a niños desde los tres a los cinco años, de acuerdo con la reglamentación del Decreto 2247 de 1997.	El segundo nivel de básica está compuesto por dos ciclos: la básica primaria, con los grados de primero a quinto, y la básica secundaria, con los grados de sexto a noveno.	La educación media comprende los grados décimo y once. Excepcionalmente algunos colegios internacionales pueden ofrecer el grado 12. Dentro de esta organización se consideran obligatorios el grado de transición y todos los de la básica.

Adaptado de [www.colombiaaprende.edu.co/html/home/1592/article-235863.html].

Aclarado este punto, revisemos las características del ciclo media. La Ley 115 de 1994, o Ley General de Educación, se refiere:

La educación media constituye la culminación, consolidación y avance en el logro de los niveles anteriores y comprende dos grados, el décimo (10.º) y el undécimo (11.º). Tiene como fin la comprensión de las ideas y los valores universales y la preparación para el ingreso del educando a la educación superior y al trabajo¹³.

Los objetivos propuestos para el ciclo de educación media, y que entran en consonancia con el proyecto que se plantea son:

12 Consultado en [www.colombiaaprende.edu.co/html/home/1592/article-235863.html].

13 República de Colombia. Ministerio de Educación Nacional. Ley General de Educación. Ley 115 de 1994.

1. La profundización en un campo del conocimiento o en una actividad específica de acuerdo con los intereses y capacidades del educando;
2. La profundización en conocimientos avanzados de las ciencias naturales;
3. El desarrollo de la capacidad para profundizar en un campo del conocimiento de acuerdo con las potencialidades e intereses.

Desde aquí, la Ley aporta y apoya al proyecto.

De otro lado, es importante comentar que durante los años en que se inició y formalizó el proyecto en cuestión (2007-2019), Bogotá atravesaba una reforma educativa, liderada desde la Secretaría de Educación, por los partidos políticos no tradicionales. La Reorganización Curricular por Ciclos –RCC–. Al respecto, en los documentos emitidos por la Secretaría de Educación, se puede leer:

El proyecto de RCC tiene como fundamento pedagógico el desarrollo humano centrado en el reconocimiento de los sujetos como seres integrales, con capacidades, habilidades y actitudes que deben ser desarrolladas para la construcción del proyecto de vida tanto individual como social; esto ubica la pertinencia como un principio orientador de la organización escolar para responder a las preguntas de: ¿Para qué enseñar? ¿Qué enseñar? ¿Cómo enseñar? y ¿Para qué evaluar? ¿Qué evaluar? ¿Cómo evaluar? en coherencia con los contextos socioculturales y con las características de los niños, niñas y jóvenes, en sus diferentes etapas de desarrollo (SED, 2005).

De acuerdo a los criterios establecidos, y sin alejarse la Ley 115 se proponen entonces la reorganización de los ciclos, como se muestra en la figura 1.

Figura 1
Reorganización curricular por ciclos. Características de cada ciclo

Tabla 1. Características de cada ciclo de acuerdo con la perspectiva de desarrollo humano que reconoce la RCC.					
CICLOS	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	QUINTO
Impronta del Ciclo	Infancias y construcción de los sujetos	Cuerpo, creatividad y cultura	Interacción social y construcción de mundos posibles	Proyecto de Vida	Proyecto profesional y laboral
Ejes de Desarrollo	Estimulación y Exploración	Descubrimiento y Experiencia	Indagación y Experimentación	Vocación y Exploración profesional	Investigación y desarrollo de la cultura para el trabajo
Grados	Preescolar, 1º y 2º	3º y 4º	5º, 6º y 7º	8º y 9º	10º y 11º
Edades	3 a 8 años	8 a 10 años	10 a 12 años	12 a 15 años	15 a 17 años

Tomado de: [www.redacademica.edu.co/archivos/redacademica/colegios/politicas_educativas/ciclos/Cartilla_Reorganizacion_Curricular%20por_ciclos_2da_Edicion.pdf].

Ahora bien, en función del proceso de semestralización y de intensificación, fue necesaria la reformulación del PEI del colegio. Es así como se determina, que en tanto la educación media permite la profundización en un campo o actividad, pero que además desarrolla las capacidades de los estudiantes con miras a su vida posterior al colegio, se consideran dos momentos: Proyección y Consolidación.

La proyección y consolidación son los referentes que se han trabajado para la institución en el marco de la reorganización de la enseñanza por ciclos. Para el ciclo V, el objetivo central es la preparación de los estudiantes, para que una vez terminado el ciclo en el colegio, puedan optar, bien sea por continuar estudios superiores (técnicos, tecnológicos o profesionales) o por incursionar en el mundo laboral. Por tanto, y después de que los estudiantes hayan pasado por los ciclos I al IV, el

ciclo v debe permitir la consolidación de los conocimientos que han adquirido en la escuela, y así proyectarse al futuro.

La figura 2 muestra la estructura metodológica presentada para el proyecto biotecnología: Salud y Vida.

Figura 2
Estructura metodológica del proyecto biotecnología: salud y vida del Colegio Distrital República del Ecuador



Hablemos del grado décimo y de los ejes temáticos propuestos.

1. Historia de la biotecnología

Debe reconocerse que la historia de la ciencia es tan importante como la tradicional. Cuando se conocen los avances científicos, los aportes de diferentes investigadores y los experimentos que permitieron la evolución de la ciencia, se logra aceptar el papel que ha tenido ésta en la evolución del hombre. Por tanto, es necesario hacer este recorrido, permitiéndose conocer los cimientos que hacen a la biotecnología una ciencia tan importante como lo es ahora. Más aún, entender que, como otras, es una ciencia que ha acompañado al hombre desde mucho tiempo atrás, y que de igual forma ha permitido mejorar las condiciones de vida de la humanidad.

a. Investigaciones en microbiología

De acuerdo con VILLANUEVA (2000), al hablar de la biotecnología es preciso subrayar que una de sus principales facetas, la ingeniería genética, se ha desarrollado básicamente gracias a estudios realizados con microorganismos. De hecho son muchas las ventajas con que cuentan los microorganismos sobre otro tipo de células y que los hacen sumamente adecuados para esta clase de investigaciones. A diferencia de lo que sucede con las células vegetales o animales, que se multiplican lentamente y son muy exigentes desde el punto de vista nutricional y de difícil cultivo, los microorganismos y especialmente las bacterias, se cultivan y crecen fácilmente, incluso a gran escala en voluminosos tanques de fermentación, sin olvidar que presentan una gran versatilidad para la utilización de muy variados y diversos sustratos, aspecto este de gran importancia en biotecnología (VILLANUEVA, 2000, p. 32).

De acuerdo con esto se hace evidente la importancia que tiene el permitir que estudiantes conozcan la forma en que se realizan las investigaciones en microbiología, permitiendo incursionar en la investigación científica y en los pasos que se deben seguir al momento de realizarla, como por ejemplo, la preparación y tipos de medios de cultivo, las clases de esterilización, la preparación del material microbiológico, la manipulación de muestras y por supuesto, la observación al microscopio junto con otras actividades necesarias relacionadas a este proceso.

Es importante recalcar el hecho de que se hace un recorrido por bacterias, virus, parásitos y hongos haciendo énfasis en familias importantes por su peligrosidad o por los beneficios que dan al hombre.

b. Investigaciones en inmunología

De igual forma, al comprender que existe una estrecha relación entre el hombre y los diferentes microorganismos, es necesario revisar la concepción que tiene el estudiante sobre inmunología y las estrategias empleadas por el organismo humano al momento de defenderse de estos microorganismos. Pero más allá, entender cómo se producen las enfermedades, cómo se llevan a cabo procesos de defensa y cómo se realiza el diagnóstico y la prevención de diferentes enfermedades.

Microbiología, inmunología y biotecnología tienen una amplia relación, cuando por ejemplo, hablamos de vacunas, de diagnósticos y de tratamientos.

c. Investigaciones en biología molecular

La biotecnología se ha constituido en una ciencia altamente interdisciplinar. La aplicación de los organismos vivos o de sus componentes a los procesos industriales se basa en el hecho de que los seres producidos innumerables sustancias, con frecuencia de elevado interés comercial. El gran avance de la moderna biotecnología ha sido una consecuencia del progreso de la biología molecular que ha facilitado el conocimiento de los fundamentos básicos en los que se asienta la vida, en especial las bases del crecimiento y reproducción de los organismos vivos. Estos avances científicos (que deberían ser explicados a todos) como las enzimas de restricción, el uso de la PCR o de la electroforesis, la clonación y el diseño de vectores y agentes adecuados de clonación, han permitido mejorar las condiciones de vida del hombre, por ejemplo, en relación con el diagnóstico de enfermedades haciendo que actualmente se pueda conocer no sólo el riesgo, sino la afección de una persona. Las pruebas de paternidad, el uso de ADN en pruebas forenses y la clonación en el manejo de transgénicos despiertan en el estudiante un interés inusitado, y de alguna manera, hacen que la actitud y el interés por la ciencia cambie.

Esta primera aproximación al estudio biotecnológico, permite que el estudiante reconozca técnicas, el manejo del lenguaje y tenga la actitud necesaria para incursionar en una fase mucho más específica, que se da en el grado 11 que, como ya se comentó, es la etapa de consolidación. En ésta, los ejes temáticos a trabajar son:

d. Fermentaciones

El capítulo de fermentaciones nos permite incursionar al campo de la microbiología industrial. Ésta es la parte de la microbiología que se ocupa de las aplicaciones industriales de los microorganismos, y de los procesos industriales catalíticos basados en el uso de estos. La idea es permitir a los estudiantes que los conceptos previos de microbiología, química y biología entren ahora en conjunción con un objetivo final

que será la generación de un producto final. Se trata de comprender el proceso, desde el cultivo inicial pasando por el escalado, hasta la obtención lo afectan el proceso y la manera en que éstos son regulados. También se trata de conocer diferentes tipos de productos preparados por fermentación (vino, cerveza, vinagre, etanol, lácteos y otros).

En este aspecto es tan importante la teoría como la práctica. La construcción de un fermentador, la producción de vino y cerveza casera, de vinagre y algunos productos lácteos hacen parte de los experimentos a realizarse en el laboratorio.

e. Investigación en biotecnología vegetal

Los alimentos transgénicos revolucionaron al mundo. Entre 1960 y 1980 el auge en las investigaciones en el campo agrícola buscó calmar el hambre del mundo, especialmente de aquellos países menos privilegiados. Pero para comprender qué ocurrió en estos años y hasta dónde llegó esta “revolución verde”, es necesario conocer la forma en que dichos transgénicos se “construyen”. Aquí, la biología molecular hace un aporte bastante significativo. Luego de discutir cómo se hacen los transgénicos, se revisa la parte ética de la ciencia y del desarrollo de estas investigaciones. En este punto, los estudiantes se vuelven agentes de cambio y critican lo que puede o no ser benéfico para el mundo. La investigación en biotecnología vegetal va de la mano con la calidad en la alimentación y comprender así el avance científico que se lleva a cabo en Colombia.

f. Investigación en biotecnología ambiental

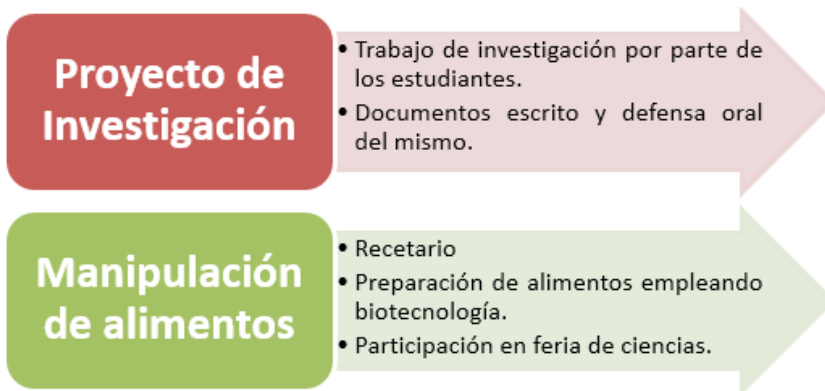
No podríamos terminar el grado, sin hacer un breve recorrido por la biotecnología ambiental. El papel del hombre en el daño del planeta y la pérdida continua del ambiente debe ser trabajado en la escuela, para que sean los estudiantes quienes se conviertan en agentes de cambio. Cómo se llevan a cabo los procesos de purificación de aguas, cómo funciona el acueducto, cómo se realiza la disposición final de los residuos sólidos en la ciudad y qué tipos de investigaciones en bio remedación se llevan a cabo actualmente, son algunas de las cuestiones a desarrollar.

Completando la estructura, se lleva a cabo la producción de alimentos por biotecnología (lácteos, frutas, verduras y cárnicos). Una vez de-

finida la estructura, junto con estudiantes y los padres de familia se acordó que los laboratorios de producción se realizarían en jornada extraescolar (martes y jueves de 2:00 pm. a 5:00 pm.), dado que al realizarse dentro de la jornada normal, el tiempo sería muy corto para alcanzar a terminar un producto¹⁴.

Como se puede observar en la figura, el trabajo realizado tiene dos grandes componentes. Por una parte, está el desarrollo del proyecto de investigación y por otra, el desarrollo de laboratorios de producción de alimentos (agroindustria) empleando buenas prácticas de manufactura¹⁵. Así mismo, los resultados finales del proyecto son dos, como se muestra en la figura 3.

Figura 3
Productos esperados y preparados por los estudiantes en el marco del proyecto biotecnología: salud y vida



Así las cosas, conviene decir que el proyecto de biotecnología en el Colegio República del Ecuador IED se divide en varias etapas consecutivas. Cada una de éstas, con una caracterización especial y una razón de ser dentro del proyecto, cuyo objetivo principal, es el de acercar a los estudiantes a la ciencia formal, de acuerdo a como se observa en la figura 3.

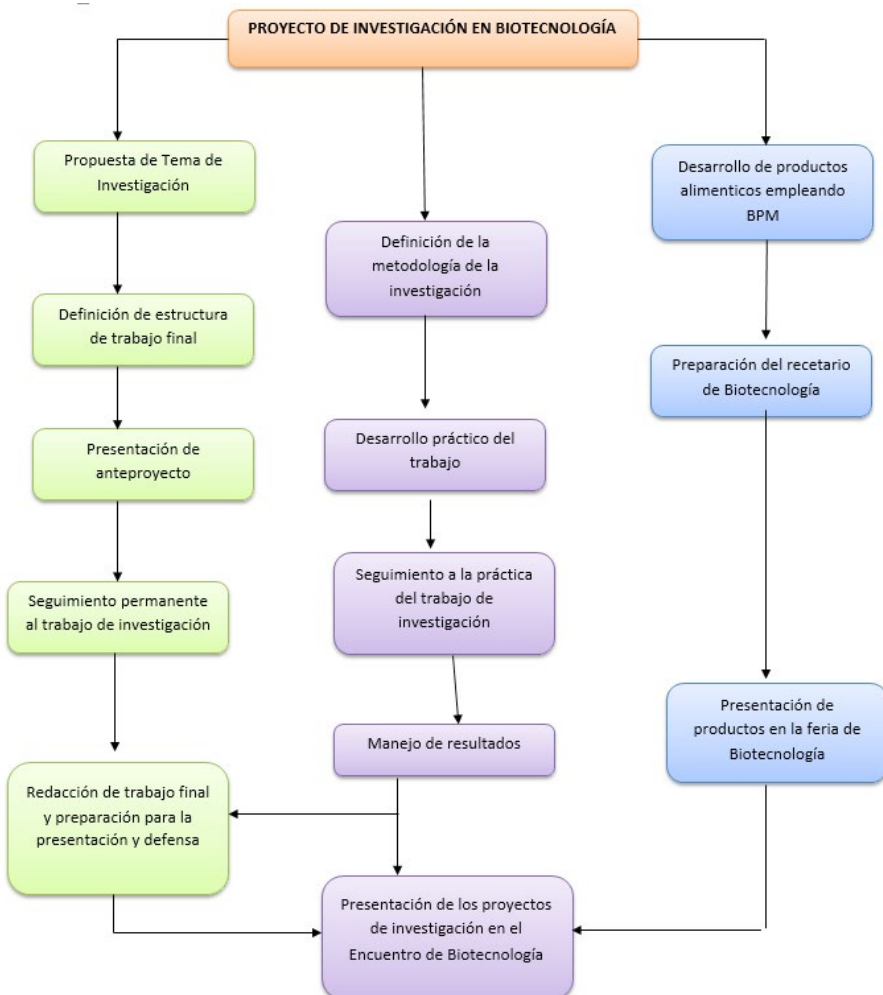
14 Dentro del horario normal de clases, una hora normal dura 55 minutos. Para el ciclo v, todas las asignaturas se trabajan en bloque de dos horas clase.

15 De acuerdo con la Dirección de Promoción de la Calidad Alimentaria Argentina, las buenas prácticas de manufactura son una herramienta básica para la obtención de productos seguros para el consumo humanos, que se centralizan en la higiene y forma de manipulación.

Por una parte, para el proyecto de investigación, la presentación del trabajo en una “tesis” desarrollada por los estudiantes durante el transcurso de su trabajo, siempre cuenta con la asesoría directa del docente y apoyados por otras instancias. Por otra parte, para la producción de alimentos el producto como tal (los alimentos fabricados) apoyados por el recetario preparado y desarrollado por los estudiantes.

A continuación, se exponen con mayor claridad los diferentes aspectos que componen el proyecto.

Figura 4
Estructura metodológica detallada del
proyecto biotecnología: salud y vida



2. Primer componente

- Propuesta del tema de investigación.

Es necesario que sean los mismos estudiantes quienes decidan el tema sobre el cual trabajaran. Este tema se propone desde la fase de proyección, y una vez finalizado el aparte de la historia de la biotecnología. Éste culmina con la referencia de las áreas de trabajo biotecnológico (salud animal, vegetal y humana; biotecnología ambiental y biotecnología agropecuaria) y con mesas de trabajo apoyadas en recortes de periódicos, artículos científicos y videos. Con este tipo de material se generan preguntas de los estudiantes. Las situaciones planteadas permiten innumerables posibilidades y planteamientos de los porqué o los para qué, que serán el cimiento de la investigación. De igual forma, en esta primera etapa se dan por parte del docente ciertas indicaciones claras que deben ser tomadas en cuenta durante el desarrollo del proyecto. Por ejemplo, es de suma importancia el hecho de que el tema escogido pueda ser fácilmente desarrollado en el laboratorio, y que mediante prácticas de laboratorio se pueda realizar una inmersión real al tema que compromete.

Es una manera de hacer demostrativo el proyecto y de permitir un diálogo entre la teoría y la práctica que de común acuerdo, buscan soluciones a los problemas presentados. Las afinidades, las preguntas y los intereses permiten que los estudiantes se reúnan en grupos de trabajo que perduran durante el desarrollo de la propuesta y del proyecto en sí. Uno de los elementos importantes es sin lugar a dudas el manejo de artículos científicos¹⁶. La publicación de éstos ayuda a los investigadores a mejorar como científicos y como seres humanos. Un artículo muestra una actitud positiva y un interés especial en un área de la ciencia de aquel que pretende publicarlo, y comunicar un conocimiento que considera importante.

16 Un artículo científico (más conocido como *paper*) es un trabajo relativamente breve destinado a la publicación en revistas especializadas. Debe estar cuidadosamente redactado para evitar cambios de tema innecesarios, para lograr expresar de un modo claro y sintético lo que se pretende comunicar, y para que incluya las citas y referencias indispensables. En muchas ocasiones los artículos científicos son síntesis de informes o tesis de mayor envergadura, que orientan los esfuerzos de quienes puedan estar interesados en consultar la obra original.

La participación en labores de investigación, paso inevitable para publicar, tiene como resultado un mejor desempeño con sus colegas y su comunidad. La lectura en clase de estos artículos, se convierte en un valioso recurso para el aprendizaje de la metodología científica, ya que permite reunir todos los procesos relacionados en una misma estructura, favorece la capacidad de síntesis y posibilita ejercicios en torno al lenguaje específico y literario, genera habilidades interpretativas y de creatividad unida al rigor y permite también, acercarse al reconocimiento del trabajo de la comunidad científica fomentando en los estudiantes la actitud investigativa.

En clase, se hace referencia a lo que se debe tener en cuenta al momento de realizar la lectura de un artículo científico: el análisis de la hipótesis oculta, la metodología empleada, el tratamiento estadístico, los resultados obtenidos y la discusión de los mismos. De esta manera, se indaga y el estudiante se coloca en la posición del autor tratando de descifrar la razón de ser de su trabajo. Esto lo impulsa a empezar a pensar hacia donde quiere encaminar en su trabajo.

Los grupos de trabajo son organizados por los estudiantes acorde con sus afinidades y por la temática de interés. Dentro del grupo, cada integrante tiene una función específica, pero se debe mantener la relación entre todos los integrantes, para que el trabajo fluya. La idea es enseñar a los estudiantes a trabajar en equipo, permitiendo que unos aprendan de otros. Es importante ir dando paso a paso las pautas para que más adelante cada grupo no sólo trabaje de manera autónoma sino que cree su propia normatividad; el profesor orienta y da ideas, pero la tarea trascendental la construye el grupo.

Conformados los grupos de trabajo, la discusión se centra en el tema a desarrollar, y junto con el maestro se dan las primeras indicaciones sobre la búsqueda de material teórico necesario para empezar a ubicarse en su tema de investigación. Así mismo se propone la estructura para el seguimiento del proyecto, el cual se debe realizar mediante reuniones periódicas entre el docente y el grupo completo dejando siempre registro de éstas por medio de actas.

Escogido el tema de investigación, se inicia la determinación de la estructura final que llevará el trabajo escrito. Dado que el interés radica en que los estudiantes se acerquen de una manera más precisa a la rigurosidad científica, el empleo del lenguaje es determinante en esta propuesta.

Así que desde la estructura formal del trabajo final que los estudiantes presentarán (tesis) se supone un adecuado manejo del lenguaje científico textual y oral. Debe aclararse en este punto, que se hace una primera propuesta sobre la estructura del mismo, pero que con el aporte de los estudiantes y de la docente que dirige la asignatura de español, se llegan a acuerdos mutuos entre los grupos de trabajo, y del curso en general. Estas aclaraciones y puesta en común se realizan de manera general, a través del blog de biotecnología [<http://biotech1102.blogspot.com/>] en el que además, se discuten otras temáticas referidas a la clase. No solamente haciendo nuevas sustancias con la estructura de los trabajos de investigación: introducción, problema, objetivos, justificación, marco teórico, metodología, recursos, resultados, conclusiones, presupuesto, cronograma y bibliografía, que es determinada por cada grupo de acuerdo con su tema de investigación. Por ejemplo, para el año 2009, algunos de los temas trabajados por los estudiantes versaron sobre producción de antibióticos, producción de vacunas sintéticas y efecto del calentamiento global entre otros.

Así las cosas, el proyecto se inicia y es trabajado por los estudiantes, en jornadas extraescolares, dado que el proceso que se lleva a cabo no puede, desde ningún punto de vista, romper con la estructura curricular que se maneja en la institución. De manera que no se empelan horas de otras áreas (ni siquiera de la clase de biotecnología) y tampoco otros momentos durante la jornada para la revisión y seguimiento del proceso. Mensualmente, cada grupo de trabajo se reúne con el docente para verificar el proceso.

Dependiendo del grupo, del tema y de las necesidades, la reunión puede tardar entre 30 y 60 minutos. A ésta debe asistir el grupo en pleno, para participar al docente de las dudas, sugerencias y avances en el proyecto, se revisa el estado del arte, y se hacen otras aproximaciones al trabajo. Siempre teniendo presente el cronograma realizado por los mismos estudiantes.

Aproximadamente a los dos meses de iniciado el trabajo, los estudiantes presentan su anteproyecto. Éste es enviado vía correo electrónico (por facilidad y economía) y así mismo es devuelto a los estudiantes con las correcciones del caso. En la revisión del proyecto se evalúan todos los apartes del trabajo.

En la introducción, se revisa el para qué del trabajo; en la justificación el por qué, y se hace un especial énfasis en la metodología pro-

puesta (tanto teórica como práctica), dado que ésta es la parte más importante del trabajo y es, en donde los estudiantes deben afianzar aún más el proyecto. En cuanto a los resultados, se induce a los estudiantes a manifestar los resultados esperados.

Finalizando, se hace la revisión del cronograma y del presupuesto. En general, se busca la coherencia entre lo que se proponen los estudiantes, con lo que dicen en las reuniones. Debe haber una relación clara entre la justificación, la introducción, los objetivos y la metodología que deben proponer. Después se programan sesiones a través del chat o clases virtuales en las que se exponen los argumentos de las correcciones realizadas y, además, se genera la propuesta de la parte práctica que se realizará. Esta discusión es particularmente importante, por cuanto la exposición de dichas correcciones por parte de los estudiantes les permite ubicarse mucho más en el trabajo proyectado.

Es cuando el docente se convierte en una guía, indicando dónde se encuentran las fortalezas y las dificultades encontradas, mostrándoles opciones y caminos posibles para llegar al final. Los estudiantes participan activamente en estas conversaciones, atendiendo no sólo a las sugerencias sino a las preguntas realizadas por el docente. A medida que el proyecto avanza, se hacen las correcciones necesarias al trabajo escrito y se realiza la parte práctica del trabajo.

Es muy importante la versatilidad que por parte del maestro se debe tener, puesto que en la diversidad de temas que se presentan las prácticas de laboratorio se hacen casi de manera exclusiva para cada grupo. Pero, también debe ser claro, que en un momento dado, cada grupo presenta ante sus demás compañeros su trabajo, sus supuestos, sus prácticas y sus resultados. Por curso, se organizan entre cinco y seis grupos diferentes de trabajo, lo que implica que, por ejemplo, para el grado 11.º salen aproximadamente ocho trabajos diferentes. Así que es muy importante que todos conozcan los trabajos de los demás. Esto influye directamente en el hecho de conocer otras temáticas y propuestas, y de alguna manera revisar los procesos que cada grupo lleva a cabo en el desarrollo de su trabajo.

Además, de acuerdo al tema, a las correcciones realizadas y a las ideas de los estudiantes se propone alguna entidad o entidades a las que los estudiantes puedan recurrir para acercarse al conocimiento real de su trabajo. Por ejemplo, de acuerdo a los temas propuestos, para el año 2009, se trabajó con Bavaria, el Instituto Nacional de Vi-

gilancia de Medicamentos y Alimentos –INVIMA–, el Servicio Nacional de Aprendizaje –SENA– Mosquera, el Instituto de Medicina Legal y la Universidad Nacional.

Este trabajo fuera de la escuela, es para mí, uno de los elementos más importantes de la experiencia, pues permite que los estudiantes se acerquen de una manera más propia y real a aquellos lugares donde se hace ciencia. Muchos de nuestros estudiantes quizás no vean la dimensión de lo que se hace en el país, y es en parte, sencillamente porque no saben que esto existe. Así pues es una manera de rescatar, de promover, de impulsar la ciencia en nuestros estudiantes. En algunos casos, se puede dar que el tema, aunque sea manejado por un grupo, se hace de tanta relevancia que la visita a la entidad se propone para todo el curso. Es así como en el año 2009, se realizaron visitas al Relleno Sanitario de Doña Juana (una salida que se realizó en día sábado con todos los estudiantes) y también a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales El Salitre. Cada una de estas salidas, se relacionaba directamente con uno de los proyectos realizados (manejo de residuos sólidos y manejo de aguas residuales). Cuando no se pudo realizar la visita con todo el curso, los grupos pequeños si la realizaron y se logró que algunas de estas entidades asistieran al colegio, es el caso del INVIMA.

Para el año 2010, ya se han realizado visitas a la Planta de Lácteos de Alpina y a Bavaria. Se han programado otras cuatro visitas para el segundo semestre, dado que la temática central de trabajo para todos los grupos versa sobre fermentaciones y manejo de alimentos (hidroponía, cultivo de setas, compostaje y otros).

Con el trascurrir del tiempo, el proyecto se ha fortalecido estableciendo una serie de convenios con entidades gubernamentales y ONG que apoyan la educación. Es así como la institución fortalece las prácticas en los laboratorio de biotecnología de la Universidad de La Salle y proporciona campo de práctica para los estudiantes de licenciatura en biología de la Universidad Pedagógica Nacional, entre otros.

Terminado el trabajo práctico¹⁷ y realizado el tratamiento de resultados que amerite cada caso, se inicia la escritura del trabajo final y de

17 Se hace referencia al trabajo de laboratorio que realiza cada grupo de acuerdo a la temática escogida. Es importante recordar, que al momento de escoger el tema, se pide a los estudiantes que en la medida de lo posible, se pueda realizar alguna práctica de laboratorio o simulación, que permita sustentar el proyecto.

presentación. De nuevo, el apoyo constante en la manera de escribir y en la decisión de lo que se escribe, la presentación de los resultados y la preparación al momento en el que el que cada grupo expondrá el trabajo realizado frente los demás compañeros del colegio y profesores. En el año 2009, se realizó el I Encuentro de Biotecnología en el que, durante tres días, se llevó a cabo la presentación de los trabajos realizados. De ahí en adelante, el Encuentro se ha realizado anualmente, con un tema en particular, sobre el cual versan los trabajos de los estudiantes.

3. Segundo componente

Este componente, se refiere al trabajo práctico sobre la producción de alimentos. Una parte importante de la ciencia es que sea de utilidad al hombre. Y, para mí, es necesario que haya un vínculo real entre éste y la ciencia. Por tal, se han diseñado prácticas de laboratorio de carácter agroindustrial que se desarrollan en jornada extraescolar (martes y jueves de 2:00 a 5:00 pm.) siempre bajo criterios de asistencia, manejo y producción, y desarrollo del producto. Las prácticas se dividen en cuatro grupos: lácteos, frutas, verduras y cárnicos.

Una vez los productos son preparados, cada grupo diseña marquillas y logos e inician la comercialización de los mismos. En primera instancia, esta comercialización se hace dentro del colegio y con sus familias, pero se espera que a futuro, se pueda expandir mucho más. Así pues, las prácticas de desarrollo de alimentos se convierten en una estrategia de apoyo a la enseñanza¹⁸.

4. Las tutorías

Como se ha dicho anteriormente, las tutorías corresponden a una de las partes más importantes durante el recorrido del estudiante con su proyecto de investigación. Estas tutorías se realizan de diferentes formas:

18 En lácteos se trabaja: yogurth, kumis, mantequilla, queso, panelitas de leche, sabajón, arequipe. En frutas: conservas, frutas en almíbar, bocadillo, mermeladas, pulpas y néctares. En verduras: salmueras, mermelada de zanahoria, vinagre, salsa de tomate. En cárnicos: chistorras y salchichas, secado y ahumado de carnes.

- *Presenciales:* Mensualmente se programa una tutoría presencial. En ésta, se reúnen los integrantes de cada grupo y el maestro, para verificar los avances realizados en la escritura del texto final, el manejo del marco teórico y de la parte experimental. Este trabajo es continuo, y mientras se realiza la parte experimental, se van haciendo los avances necesarios en el marco teórico. Terminada la parte experimental, se hace el tratamiento estadístico apropiado y se continúa con el texto final. Es necesario que a estas tutorías asista el grupo completo de trabajo, pues allí se toman decisiones importantes para el proyecto y para la forma en que se debe continuar el trabajo. En cada reunión, se realiza un acta consignando los aportes realizados, las preguntas hechas por mi o por el grupo de trabajo, las sugerencias a seguir y las conclusiones que se vayan generando del mismo. Aunque estas actas no aparecen en el escrito final, debe haber un registro permanente de las mismas, con las cuales se hace el seguimiento y avances del trabajo.
- *Virtuales:* Además de las tutorías presenciales, se realizan otras virtuales a través del correo electrónico o de sesiones de chat programadas con anterioridad. Estas tutorías, se llevan a cabo según la necesidad que tengan los estudiantes. Al momento en que sientan la necesidad de comentar, preguntar o ajustar, solicitan la sesión y se programa. En éstas se revisan los avances del proyecto y se hacen correcciones al proceso, siguiendo la misma estructura que en las presenciales. El objetivo es que en todo momento el estudiante sienta el acompañamiento y apoyo del docente. Es importante mantener este acompañamiento, para que no pierdan el impulso y continúen, pues en el recorrido del trabajo, algunos se cansan o sencillamente se aburren dejando atrás el trabajo realizado. Además, el apoyo mutuo entre los integrantes del grupo y del docente permite consolidar el trabajo de la mejor forma.

5. El blog de biotecnología

El uso de las nuevas tecnologías es importante, no sólo para las ciencias naturales sino para las demás áreas, por cuanto permiten otras formas alternativas de enseñanza y aprendizaje. Estas, como el internet, acercan el mundo a los estudiantes y permiten una mayor relación

entre diferentes áreas y ellos. Entonces, es necesario que los estudiantes manejen este tipo de herramientas que les servirán de apoyo en el mundo actual y cambiante. Bajo este contexto, el blog de biotecnología se convierte en una herramienta de apoyo constante para los estudiantes y para el docente, dado que allí se trabajan algunas temáticas pendientes de clase, o se colocan opiniones y se suben videos referidos a todo el trabajo realizado.

De esta misma forma, el blog permite que los estudiantes muestren manejo del lenguaje y respeto por las opiniones de los demás, dado que los comentarios hechos pueden ser una y otra vez revisados, aclarados o discutidos.

En primera instancia, el blog funciona semanalmente. Al inicio de la semana, se coloca una nueva entrada con el tema a trabajar, y se da el tiempo oportuno (ocho días) para que los estudiantes entren y hagan sus respectivos comentarios.

El manejo de este tipo de herramientas, son importantes dado que muchas veces, en clase, ellos mismos se ven coaccionados por sus demás compañeros y no aportan u opinan por miedo a las burlas. De esta manera, un poco más “impersonal”, el estudiante se siente libre para opinar.

6. El encuentro de biotecnología

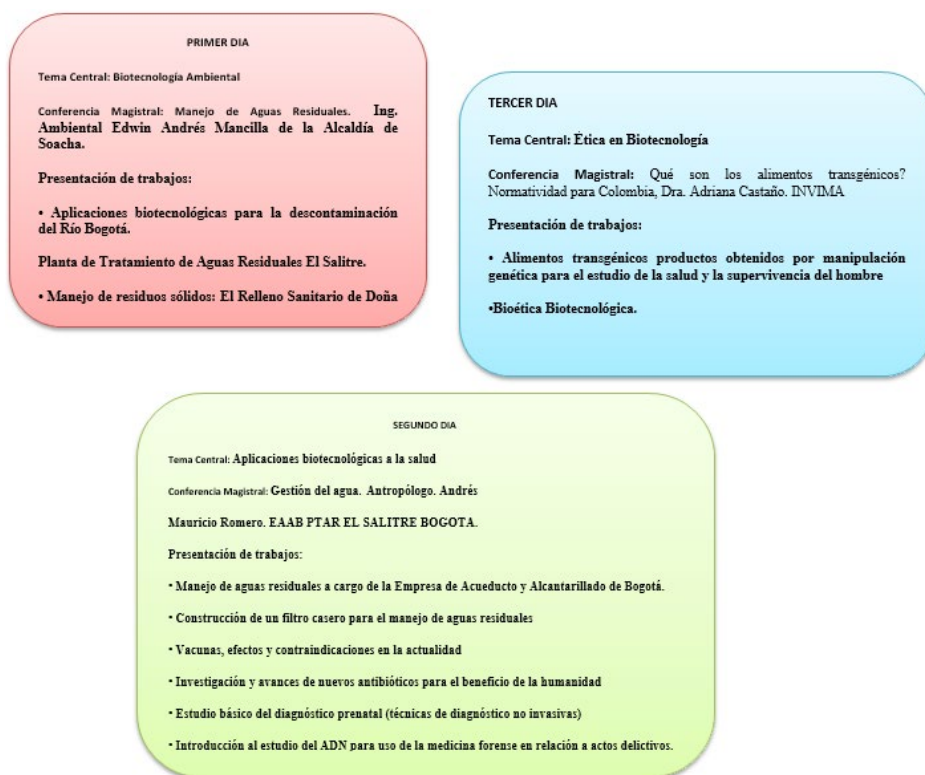
Este encuentro realizado por y para los estudiantes, se presenta como una estrategia para que ellos muestren ante sus compañeros, docentes y padres de familia los trabajos de investigación desarrollados dentro del programa de biotecnología.

En primera instancia, el encuentro de biotecnología fue planeado como una simple presentación de los trabajos realizados; pero con el apoyo y esfuerzo de los estudiantes y directivas del colegio, se convirtió en nuestro primer encuentro de biotecnología.

La puesta en marcha y realización del mismo, se inició casi de una forma titánica, dado el corto tiempo que se tuvo para su preparación. El ideal era que el encuentro fuera desarrollado por los estudiantes de grado 11, quienes lideraban en ese momento el proyecto de biotecnología. El propósito es reconocer lo que implica la presentación en un congreso o seminario, donde la presentación del trabajo, el manejo del lenguaje y de los resultados obtenidos; son tan importantes como el proyecto mismo.

Con este propósito, los encuentros son planeados de la siguiente forma:
El primer día, después de la instalación y la bienvenida al Encuentro de Biotecnología del Colegio República del Ecuador por parte del rector y el coordinador de la institución. Cada día del Encuentro, se organiza de acuerdo a la temática principal de los trabajos realizados por los estudiantes. Por ejemplo, la siguiente es la programación para el III Encuentro realizado:

Figura 5
Programación para el III Encuentro de Biotecnología del Colegio República del Ecuador IED



El encuentro cerró con la presentación de la feria de productos de agroindustria realizados por los estudiantes: mermeladas, néctares, almíbares, yogurt, kumis, bocadillo, leche condensada, entre otros.

a. Equipo de trabajo

La puesta en marcha del encuentro de Biotecnología supone una gran capacidad y calidad de trabajo, por parte de los estudiantes y del docente encargado.

Así pues, desde la planeación fue necesario conformar un equipo de trabajo constituido por cinco estudiantes de grado 11 y el docente. Este equipo de trabajo se encargó de la distribución de espacios, la organización diaria del evento, la recepción del material y distribución del mismo y todas aquellas otras actividades que fuesen necesarias (como la atención del público y de los expositores invitados).

Con dos meses de anterioridad a la fecha programada, el equipo de trabajo diseñó el plegable de invitación al evento, el mismo que se puede observar en la figura 4. Para esto, una vez recibidos los resúmenes de los trabajos a presentar se distribuyeron teniendo en cuenta el tema central del trabajo¹⁹: Biotecnología ambiental, salud y ética en biotecnología. De acuerdo a esta organización, se distribuyeron los espacios apropiados y se realizó el horario respectivo. De igual forma, se iniciaron los respectivos contactos con los expertos que realizarían las conferencias principales de cada día.

¹⁹ Los trabajos que se presentan son todos los que se hayan realizado por los grupos de trabajo. Para este encuentro de biotecnología, se presentaron ocho trabajos.

Figura 6
Plegable de invitación al III Encuentro de Biotecnología del Colegio República del Ecuador IED

<p>COLEGIO REPUBLICA DEL ECUADOR IED</p> <p>III ENCUENTRO DE BIOTECNOLOGIA COLEGIO REPUBLICA DEL ECUADOR</p> <p>BOGOTA D.E. JUNIO 16 AL 18 DE 2009</p>  <p>Calle 7A sur 8-508 Tel 2332566 / 2469504</p>	<p>PROGRAMACION</p> <p>PRIMER DIA JUNIO 16 DE 2009 Biotecnología Ambiental</p> <p>7:00 am. Bienvenida e Instalación</p> <p>Dr. Marco Antonio Estigarribia, Excmo. Abdo Estigarribia (excmo. Coordinador)</p> <p>Salón de Actividades</p> <p>Conferencia Mañana de Aguas Residuales, Ing. Abdo Estigarribia (excmo. Coordinador), Alfredo de Souza.</p> <p>Presentación del trabajo Aplicaciones Biotecnológicas para la descontaminación del Río Bogotá, Fernando de Souza, Alfredo de Souza, Elaine Rodríguez, Carla de Castro.</p> <p>Salón II</p> <p>Presentación del Trabajo: Bacterias Simbiotas de Cerveza, Sigarté, Yamir Rodríguez y Lina Puentes.</p> <p>Salón III</p> <p>Presentación del trabajo, Visitas educativas y congresacionales en la ciudad, Adriana Vargas, Adriana Corzo, Argelia Rodríguez, Diana Salazar, Asesorado por la Secretaría</p>	<p>SEGUNDO DIA JUNIO 17 DE 2009 Aplicaciones Biotecnológicas en Salud</p> <p>7:00 am. Instalación</p> <p>Salón III</p> <p>Conferencia Mañana de Aguas Residuales, Proyecto de Asesoría y acompañamiento de Bogotá.</p> <p>Presentación del Trabajo: Manejo de Aguas Residuales para Bogotá, Taller Fabricación de un Otro queso, Olivero Zambrano, Daniela Marín, Carer Hernández, Cindy Valeriano.</p> <p>Salón de Actividades</p> <p>Presentación del trabajo Investigación y ensayo de nuevos antibióticos para el beneficio de la comunidad, Taller generación de prototipo microbiano a partir de <i>Candida guilliermondii</i> (Novy), Cindy Corzo, Patricia Rodríguez, Juan Moreno.</p> <p>Salón II</p> <p>Presentación del Trabajo: Enzimas Bacterias del Digestivo, Patricia Moreno, Diana Moreno, María Isabella, Argelia Ramírez.</p> <p>Salón III</p> <p>Presentación del Trabajo: Innovación al estudio</p>
<p>TERCER DIA JUNIO 18 DE 2009 ETICA EN BIOTECNOLOGIA</p> <p>7:00 am. Instalación</p> <p>Salón II</p> <p>Conferencia ¿Qué son los alimentos transgénicos? Normatividad para Colombia, Dra. Adriana Castaño, ENVISA, Bogotá.</p> <p>Presentación del Trabajo Alimentos transgénicos: productos alternados por manipulación genética para el estudio de la salud y supervivencia del hombre, Katherine Londoño, Tatiana Mora, Cindy y Paredo, Steven Paredo.</p> <p>Salón III</p> <p>Presentación del Trabajo TRANSGENICOS</p> 	<p>FERIA DE PRODUCTOS AGRICOLAS AGROINDUSTRIALES Junio 18 de 2009 10:00 am—12:00pm</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mermeladas • Jaleos • Frutas en sifón • Yogur • Kumis • Sorbetes • Zorritos de leche • Leche condensada <p>Alimentos preparados por los estudiantes de grado 11.</p> <p>Decoración y Vaso.</p> <p>AGRADECIMIENTOS</p> <p>Instituto de Vigilancia y Control de Medicamentos y Alimentos INVIMA.</p> <p>Corpo ICA Eduvina</p> <p>Instituto de Medicina Legal, Bogotá.</p> <p>Secretaría de Salud de Bogotá.</p> <p>Empresa de Asesoría y Acompañamiento de Bogotá.</p> <p>Unidad Especial de Servicios Públicos, Bogotá, Secretaría de Dada Juana.</p> <p>Planta de Tratamiento de Aguas Residuales El Indio.</p> <p>ORGANIZA AREA DE CIENCIAS NATURALES Dr. Carlos Alberto Vanegas Prieto Londroneo grado 11.</p>	<p>COLEGIO REPUBLICA DEL ECUADOR IED</p> <p>III ENCUENTRO DE BIOTECNOLOGIA COLEGIO REPUBLICA DEL ECUADOR</p> <p>BOGOTA D.E. JUNIO 16 AL 18 DE 2009</p>  <p>Calle 7A sur 8-508 Tel 2332566 / 2469504</p>

b. Los trabajos a presentar

La presentación de los trabajos de los estudiantes frente a la comunidad educativa y familiares, se convierte en una estrategia ideal para el manejo adecuado del lenguaje y del trabajo mismo. Una de las gananc

cias importantes que se consiguen con el proyecto está referida al uso de funciones comunicativas diversas por parte de los estudiantes.

El manejo del lenguaje oral y escrito es de suma importancia. En la clase hablamos sobre que “investigación que no se publica no existe”, y hacemos hincapié en la forma en que se debe escribir y lo que se debe escribir. Y claro, de lo que se dice durante la exposición del trabajo. Por eso, antes de la llegada del proyecto a la presentación durante el encuentro, se hace necesario cerrar ciertas etapas que considero, son claves en el momento de la defensa del trabajo por parte de los estudiantes.

Ante esto el señor PEDRO RODRÍGUEZ, padre de un estudiante comenta:

He visto con gratitud que a los muchachos se les toma en cuenta con el trabajo que realizan. Es un trabajo duro, pero se ve al final el logro después de un gran esfuerzo. No pensé que ellos pudieran hablar tan bien [...] decir las cosas que dicen y como lo dicen. Me gusta la forma en que hablan y cómo muestran lo que han hecho.

Las etapas son:

- *Terminación del trabajo final*

En primera instancia, una vez los estudiantes han terminado su trabajo escrito (en el que va inmerso la parte teórica y práctica), se hace una primera revisión. Es importante tener en cuenta que esta revisión se hace principalmente de los resultados y los análisis de resultados, dados que desde el anteproyecto y en las revisiones mensuales del trabajo, se han hecho los aportes y correcciones necesarias. Los resultados y el análisis de los mismos, se convierten ahora en el fundamento del trabajo. Así pues, y dada la importancia de los mismos, esta revisión se hace de manera personal, con todos los integrantes del grupo de trabajo. Se hacen preguntas, correcciones y se formalizan las sugerencias de la escritura y de la presentación de resultados.

En este mismo proceso, se insta a los estudiantes a la realización de la presentación en Power Point, que será la misma que mostrarán durante el encuentro. Aunque no se da un número exacto de filminas que deben preparar, siempre se advierte que la exposición tendrá una duración de 20 minutos, y que, acorde a ese tiempo, deben preparar su presentación. Y dado que el encuentro es de carácter científico y académico, los estudiantes deben realizar el póster de presentación y

los plegables que entregarán a las personas que asistan a sus presentaciones. Nuevamente, el manejo del lenguaje es de suma importancia, pues la realización del póster y del plegable supone la realización de un resumen que debe ser claro y conciso, pero que no puede perder la importancia que lleva el trabajo en sí. Éste es un proceso complicado y de mucho trabajo para los estudiantes, sin embargo, el acompañamiento es fundamental para que logren terminar el proceso y que lo hagan de la mejor manera.

El siguiente texto corresponde a un pequeño apartado del proyecto Las vacunas, sus efectos y contraindicaciones.

Este trabajo busca concienciar a la gente sobre la importancia, los beneficios y las precauciones que se deben tener en cuenta como principales en la aplicación y la prevención que genera su uso y las consecuencias que se efectúan en caso de no ser usadas y no tener conocimiento sobre ellas.

La autora del trabajo, se refiere a la experiencia ganada en el trascurso del desarrollo del mismo:

Mediante la realización de este trabajo, logré entender el papel que tenemos todos en la conservación del medio ambiente, del mal que le hemos hecho a la tierra. Para la presentación, con ayuda del profe, diseñamos una maqueta que representaba cómo el sol, debido al daño que existe en la capa de ozono, derrite los polos. Para esto, tuve que leer mucho, fui a la biblioteca de la Universidad de los Andes, para sacar algunos libros y documentarme muy bien para, de pronto, no decir algo que fuera mentira o falso. Fue un trabajo muy chévere, conocí la universidad, aprendí a buscar en Internet y entendí lo que el profe quería que hiciéramos: un buen trabajo (ANGIE QUINTERO).

- *Primera presentación*

Teniendo todo listo (el póster, el trabajo y la presentación en Power Point), los estudiantes se preparan ahora para “hablar”. Para esto, una vez definida la presentación y la manera en la que lo van a hacer (si lo presentan todos los del grupo o si una sola persona se encarga de la presentación), los estudiantes entran en una primera prueba. Esta prueba consiste básicamente, en la presentación oral del trabajo solamente ante mí. Durante esta presentación se hace una última revisión al trabajo escrito, a las diapositivas y a la presentación en general.

Esta primera prueba es de suma importancia, pues los estudiantes deben comprender la forma en que presentaran el trabajo; desde el hecho de cómo pararse, hablar, mover las manos, comportarse en público, y por supuesto, el manejo del lenguaje apropiado, estudiando aquellas palabras que para ellos resultan complicadas o desconocidas. Es el momento de hacer preguntas, y de imaginarse frente al auditorio, de repensar lo que se hizo y de mostrar seguridad en aquello que dicen.

Es muy difícil poder decir todo lo que hay que decir en tan poquito tiempo. A veces uno no se da cuenta de los errores que comete o de las cosas que dice, pero el profe le permite a uno equivocarse y le da seguridad a uno haciéndole ver los errores que se cometen. Como dice él, los que más sabemos del tema somos nosotros porque fuimos los que hicimos el trabajo.

Este “primer fogueo” permite a los estudiantes, casi que por primera vez, visualizarse en lo que han hecho hasta ahora.

- *Segunda presentación*

Hechas las correcciones adecuadas y habiendo revisado su presentación, los estudiantes se someten ahora a una segunda prueba. Ésta consiste en la presentación, de la manera más real y parecida posible a la que realizarán en el encuentro, pero realizada frente a sus compañeros de clase.

Es el momento para iniciar la presentación oficial antes los compañeros. Durante este fogueo, sus compañeros ven por primera vez los trabajos realizados y escuchan la presentación. Es importante recalcar aquí, que lo importante no son las preguntas que se hagan respecto al tema en cuestión del trabajo, sino que se harán observaciones en cuanto a la calidad del trabajo, la presentación, la seguridad del grupo, el manejo adecuado del lenguaje, la claridad del mismo, la pertinencia de las diapositivas y el manejo y dominio tanto del tema como del auditorio. En esta misma presentación, se muestran los póster y folletos, para que, al igual que se hace con el trabajo en sí, sean revisados por los compañeros y se hagan observaciones al respecto.

En este punto, es clave el respeto a los demás y al trabajo realizado. Ningún trabajo es malo o se demerita, por el contrario, se pueden ver similitudes y diferencias, complementariedades y hasta formas diferentes de realizar el mismo trabajo.

Mostrar el trabajo a los compañeros es difícil. A uno le da mucha pena y nos es fácil hablar todo lo que hay que hay que hablar. Pero es preferible que sean los mismos compañeros los que le digan a uno lo que está mal o bien para que después no lo “corchen” durante la presentación (KAREN MENDOZA).

Durante estas presentaciones, un estudiante de cada grupo toma atenta nota (a manera de relatoría), para ser tomada en cuenta durante la reformulación de la presentación. Estas sugerencias hechas por los compañeros pueden ser o no aceptadas por parte del grupo, pero de cualquier forma, el principio es mejorar.

- *Presentación final*

Finalmente, y de acuerdo a los horarios y tiempos establecidos, los estudiantes se presentaron al Encuentro de Biotecnología. Esta presentación es oficial y se realiza ante todos los compañeros del colegio y algunos invitados. Para nosotros es importante el hecho de que durante esta semana, la escuela es de puertas abiertas, es decir, que las puertas del colegio no se cierran y se permite la entrada del público en general que quiera participar en las charlas y seminarios. La intención es que los padres y acudientes de los estudiantes asistan a las presentaciones de los trabajos y a la feria de alimentos.

Es una manera de mostrar lo que sus propios hijos hacen y la manera en la que lo hacen; es una forma de mostrar el gran potencial que tienen ellos y de lo que son capaces de hacer, cuando se apoyan y se las impulsa a seguir adelante.

Para mí como madre es importante poder asistir a esto, porque veo el esfuerzo que hizo mi hija en la casa y lo veo ahora aquí en el colegio. Me parece muy importante que en el colegio se hagan este tipo de cosas porque permite que ellos hagan otras cosas diferentes que no sean solamente estar sentados todo el día y no hacer cosas que realmente sean importantes para ellos. Dejar que ellos expongan sus trabajos es importante porque se ve que el trabajo.

Terminado el encuentro se hizo una retroalimentación de los trabajos presentados y de la forma en que se realizó. Esto es de suma importancia porque permite detectar algunos errores que se pueden pasar, pero que son perfectamente permitidos por el hecho de ser la primera vez que se realizaba esta actividad en el colegio.

De inmediato, los trabajos (poster, CD y escrito final) son entregados a la biblioteca del colegio para que sean debidamente catalogados, ya que se convierten en material de apoyo para los trabajos siguientes.

7. El laboratorio de alimentos

El proyecto de biotecnología, implica la formación en cultura para el trabajo. Esto es, el hecho en que los estudiantes aprenden “cosas” que de manera práctica puedan utilizar en su vida y de las cuales logren también obtener algún fruto de carácter económico.

Por tal razón, mediante las prácticas de laboratorio de agroindustria se fomenta en los estudiantes el aprendizaje de la manipulación adecuada de alimentos con un alto compromiso social, en pos del mejoramiento de la calidad de vida, y del empleo de materiales de rutina que a su vez influirán directamente en mejorarla alimentación propia y de su familia.

Es importante tener en cuenta, que el manejo de estos productos se realiza acorde a las buenas prácticas de manufactura –BPM–, que son discutidas ampliamente en clase teórica y en el blog de biotecnología, así como la revisión de las normas técnicas que para Colombia, son reguladas por el ICONTEC y el INVIMA.

De igual forma, es interesante recalcar el hecho de que en el colegio no se cuenta con un laboratorio de preparación de alimentos ni con los instrumentos apropiados para tal (despulpadora por ejemplo), razón por la cual las prácticas se hacen de manera muy sencilla (incluso para que los estudiantes las puedan repetir en su casa), pero siempre preservando la técnica adecuada. Esto ha permitido a su vez, que haya una pertenencia y pertinencia por parte de los estudiantes al proyecto, pues deben llevar al colegio la gran mayoría de materiales (desde ollas, licuadora, olla de presión, hasta por ejemplo frascos y cucharas), y lo hacen sin ninguna objeción o problema. De otro lado, dado las características de la institución, ésta no puede apoyar económicamente las prácticas que se realizan, lo que implica por parte de los estudiantes y de sus familias aportar el dinero respectivo a los materiales que se necesitan para cada práctica, y más aun teniendo en cuenta que las prácticas se realizan todas las semanas los días martes y jueves de 2:00 pm. a 5:00 pm.

Se ha generado entonces responsabilidad por parte de los estudiantes. Ellos asisten de manera cumplida y ordenada, llevando todos los implementos y materiales necesarios (lo que muchas no se ve en otro tipo de prácticas de laboratorio). La asistencia es obligatoria, pero no se necesita llamar a lista o adicionar una nota para eso. En algunas ocasiones incluso, se ha tenido la presencia de padres de familia, primos, hermanos o familiares interesados en aprender alguna técnica o fórmula específica.

Se ha generado también la cultura de compartir. Los grupos de trabajo comparten con sus compañeros, con los demás profesores, con el personal administrativo, los alimentos preparados por ellos, lo que hace que todos estén atentos a la “práctica del día”, siempre para pedir la prueba.

Cada práctica se inicia con un aseo general de las zonas de trabajo y adecuada desinfección. Todos nos colocamos batas, gorro y tapabocas, durante toda la práctica. Una vez que el área de trabajo está lista, los estudiantes se reúnen cerca al tablero del laboratorio, donde se dan las indicaciones adecuadas del trabajo. Estas indicaciones, consisten también en recordar las propiedades del alimento que se va a preparar, las precauciones y eventualidades que se presentarán y la historia del producto. Es importante que se tenga en cuenta la historia, pues muchos de los productos que se consumen en sus casas.

Así pues, se han diseñado una serie importante de prácticas de laboratorio de la siguiente manera:

a. Productos lácteos

Desde este punto de vista, es imperativo hacer entender a los estudiantes que una buena nutrición es importante para una buena salud y puede ayudar a proteger contra muchas enfermedades en años más avanzados. Sin embargo, la mayoría de ellos no consumen cantidades suficientes de calcio que se encuentra en la leche, productos lácteos, vegetales verdes y otros alimentos a los cuales se les añade calcio. Las prácticas de lácteos consisten en yogurt, kumis, queso, panelitas de leche²⁰, sabajón²¹ y leche condensada.

20 Preparación semisólida de leche y panela. Se consume a manera de dulce.

21 Preparación hecha a base de huevo y leche al que se le adiciona ron o aguardiente.

b. Frutas

Las prácticas con frutas se inician desde el momento en que el estudiante aprende a escoger la fruta que va a emplear. Es decir, la clasificación de las mismas como frutas de primera, segunda y tercera calidad, y de la influencia que tiene esta clasificación en, por ejemplo, la cantidad de azúcar que se añadirá al producto. De igual manera, la terminología empleada como es escaldar, macerar, confituras y otros.

Las prácticas con frutas son: producción de néctares, producción de pulpa de fruta (y empaque en bolsas), mermeladas, frutas en almíbar, bocadillo²².

c. Encurtidos

Dentro de este grupo, se trabaja aquellos productos que se preservan empleando sal y vinagre. Es importante recalcar en este punto, que también se realiza como práctica la fabricación del vinagre que será empleado en los mismos encurtidos.

d. Cárnicos

En la parte de cárnicos se han desarrollado chistorras y se realizan prácticas de ahumado y salado de carnes para conservación. Terminado el proceso de prácticas y fabricación de productos, los grupos de trabajo (los estudiantes trabajan en grupos de cuatro o cinco debido al dinero empleado), deben reunirse y desarrollar un recetario. Este recetario debe contar con los procesos, la historia de los productos y la forma de realizar los mismos. En esta parte hago énfasis en que el recetario debe hacerse de una manera sencilla, empleando un lenguaje agradable y fácil de entender, poniendo como ejemplo el hecho de que si alguien que no sepa del tema lee el recetario, lo pueda entender y seguir con las instrucciones del caso para realizar el producto en cuestión.

También, se diseña una estrategia de ventas. Ésta consiste en constituir una mini empresa, asignándole un nombre al grupo y diseñando

22 Véase por ejemplo para la producción de bocadillo [www.youtube.com/watch?v=JBVGH1zdEEg] o ingrese al blog [<http://biotecdelecuador.blogspot.com/>].

las etiquetas que se colocarán en frascos y utensilios. Estas etiquetas deberán responder a los requerimientos básicos como son:

- Nombre de la empresa productora
- Nombre del producto
- Ingredientes
- Fecha de preparación
- Fecha de expiración

Aunque el contenido alimentario es importante y en algunos casos se hace énfasis en la tabla nutricional, no enfocamos el trabajo allí, dado que como se ha dicho anteriormente no se cuentan con instrumental apropiado para tal (refractómetros, sacarímetro entre otros).

CAPÍTULO TERCERO

EXPERIENCIAS SIGNIFICATIVAS

Desde la perspectiva de desarrollo hacia la significación, una experiencia significativa para el Ministerio de Educación Nacional, es una práctica concreta (programa, proyecto, actividad) que nace en un ámbito educativo con el fin de desarrollar un aprendizaje significativo a través del fomento de las competencias; que se retroalimenta permanentemente a través de la autorreflexión crítica; es innovadora, atiende una necesidad del contexto identificada previamente, tiene una fundamentación teórica y metodológica coherente y genera impacto saludable en la calidad de vida de la comunidad en la cual está inmersa, posibilitando el mejoramiento continuo del establecimiento educativo en alguno o en todos sus componentes tales como el académico, el directivo, el administrativo y el comunitario; fortaleciendo así, la calidad educativa.

Dada la importancia que tiene para la institución, el proyecto de biotecnología hace ahora parte integral de la institución, enmarcado en el Proyecto Educativo Institucional –PEI–, todo a partir de los resultados obtenidos, y de las constantes declaraciones por parte de los estudiantes y padres de familia.

A continuación, se presentan diversas opiniones, enlaces y fotografías de los estudiantes y padres de familia que han participado en el proyecto.

I. RESPECTO DE LA PROPUESTA DEL ENCUENTRO DE BIOTECNOLOGÍA

En el desarrollo del III Encuentro de Biotecnología, el ingeniero ANDRÉS MANCILLA fue invitado como conferencista principal. Abrió el encuentro con la conferencia “Manejo de aguas residuales”. En el auditorio, se encontraban cerca de 70 estudiantes de la institución y los estudiantes de grado 10.º de un colegio invitado a participar.

Al respecto, el ingeniero MANCILLA comenta:

Es impresionante el trabajo que se ha desarrollado aquí. Veo con mucha complacencia como los estudiantes comprenden ciertos términos, que no son de su lenguaje común. Me invitaron para realizar una “charla” inaugural, pero la exigencia por parte de los estudiantes, me llevó a profundizar en ciertas temáticas que no tenía planeadas o que no pensé ellos conocieran.

Este tipo de espacios son muy importantes pues estimula la investigación en los estudiantes.

CAROLINA VILLALBA, estudiante de grado 11 comenta:

Yo nunca había estado en una reunión como esta. Bueno el año pasado. Pero este año hago parte del comité organizador. He conocido mucha gente, me ha tocado leer mucho; pero me emocioné cuando vi mi nombre en los carteles [...] no sé, me gustó. Y me ha tocado trabajar mucho. En mi casa mi mamá me apoya y me dice que nunca me había visto tan preocupada por cosas del colegio. He aprendido muchas cosas y pienso en entrar a la universidad.

Cada vez que se realiza el Encuentro de Biotecnología, los muros del colegio caen. Es decir, se permite la entrada de aquellos que quieran participar, lo puedan hacer. Las puertas permanecen abiertas y los trabajos son permanentemente presentados. Al respecto, la señora MÓNICA AYA se refiere:

Personalmente me gusta venir al colegio. No vine al primer encuentro, pero sí al del año pasado y a este. Mi hijo está en 9.º en este mismo colegio y me emociona pensar que el año entrante pueda estar acá, exponiendo y hablando como hablan sus compañeros. Me gusta mucho el trabajo que ha realizado el profesor CARLOS. Él está comprometido con los muchachos y yo creo que eso hace que ellos quieran trabajar. A veces no entiendo mucho de los que hablan los doctores que vienen. Yo sólo estudié hasta 5.º de primaria, pero me gusta venir, ver lo que los muchachos hacen y probar todas esas cosas.

Figura 7

Diapositiva n.º 1 para la presentación formal del trabajo relacionado con el calentamiento global y portada del trabajo escrito



De igual manera, el adecuado desarrollo del Encuentro, implica también el buen concurso de todos los profesores de la institución. Al respecto, la profesora MAGDALENA MOLANO se pronuncia;

El Encuentro de Biotecnología ha sido una excelente experiencia para el colegio y para los estudiantes. Poco a poco los estudiantes se han venido empoderando de su papel y han entendido que la participación en esta clase de eventos, no es una obligación, sino que se convierte también en una exaltación y un premio al esfuerzo realizado durante el trabajo realizado. Los demás profesores apoyamos en la lectura, corrección del trabajo, preparación para la presentación y hemos empezado a trabajar en grupo haciendo que los estudiantes comprendan de otra forma, para que sirva lo que se aprende.

Figura 8
Detalle del póster para el trabajo “aplicaciones biotecnológicas” para el tratamiento de las aguas del río Bogotá, presentado por el alumno ANDERSON BUITRAGO



II. SOBRE EL LABORATORIO DE ALIMENTOS

La participación de los estudiantes en el laboratorio no necesita ser “obligatoria”. Los estudiantes asisten con entusiasmo a lo que van a aprender.

Figura 9
Preparación de materiales para el trabajo de laboratorio



Los estudiantes desarrollan habilidades y destrezas para el manejo de herramientas e instrumental propio de laboratorio de ciencias y de la cocina en sí.

Me parece muy chistoso porque en mi casa generalmente no hago mucho. Si le ayudo a mi mamá, pero no cocino. Aquí, en el laboratorio he aprendido a hacer mermeladas o a preparar dulces y eso me gusta mucho porque le he enseñado a mi mamá y ahora hacemos muchas cosas juntas (FRANCY CORTÉS, grado 10.º).

El laboratorio de alimentos no es solamente un lugar para seguir una receta. Se estimula a los estudiantes a preguntarse por el proceso. ¿Qué pasa si en vez de colocar esto, coloco otra cosa?

Por eso, el recetario es muy importante. Los estudiantes en grupos construyen un recetario en el que se encuentran medidas, procedimientos, advertencias, para preparar los diferentes alimentos.

Figura 10
Formulación para el kumis y la leche condensada,
preparado en el laboratorio (imagen tomada del recetario
preparado por los estudiantes)





“Hacer esto es muy chévere. En mi casa yo no cocino pero aquí me ha gustado todo lo que he aprendido. Además que lo puedo utilizar no solo para comer en casa sino para vender cuando no tenga plata (JOSÉ PÉREZ, grado 11-02)”.

III. SOBRE EL APRENDIZAJE DE LA BIOTECNOLOGÍA

Finalmente, es importante retomar las concepciones que tiene los estudiantes sobre biotecnología. Una vez han pasado por el proceso, el encuentro, el laboratorio, las visitas; los estudiantes reconocen la importancia que tiene la biotecnología y de cómo, con su ayuda, la vida del hombre puede ser mejor.

Yo más o menos sabía algo porque mi hermano ya había visto biotecnología en el colegio y él me contaba lo que hacían. Ahora el estudia ingeniería ambiental y me dice que es por lo que aprendió en el colegio. Personalmente me gustó mucho, aprendí cosas que no sabían y entendí porque es importante estudiar y hacer ciencia (FRANCISCO ROCHA, bachiller 2005).

Pertenecí al primer grupo que estudió biotecnología en el colegio. Recuerdo muy bien que el trabajo que realicé sobre el uso de microorganismos bioremedadores. Fue muy difícil pues no sabía nada de eso. Nunca lo había escuchado. Sin embargo el profesor me ayudó mucho, me contacto con personas expertas y de un momento a otro me vi inmersa en mundo espectacular. Hoy soy ingeniero ambiental y agradezco mucho la oportunidad de haber visto el camino a seguir. Es muy importante que desde el colegio se generen este tipo de proyectos que le permiten al estudiante reconocer sus fortalezas y le den un horizonte, un proyecto de vida (JOHN PRIETO, bachiller 2000).

CONCLUSIONES

A partir del trabajo desarrollado como propuesta para el énfasis en ciencias naturales, de las experiencias vividas con los estudiantes y de los comentarios recibidos por parte de ellos y sus familias; y expuesto aquí, permite determinar las siguientes conclusiones:

1. Actualmente, el proyecto ha beneficiado de gran manera a la población del Colegio República del Ecuador, por lo que, en el Consejo Académico se ha discutido sobre la pertinencia y pertenencia del mismo dentro del Proyecto Educativo Institucional.
2. Cabe resaltar, que se han revisado los planes de aula y área, así como el PEI, en donde el proyecto de biotecnología ha sido un factor importante en el mismo. Por tal, se plan realizado los ajustes necesarios para que la biotecnología sea enseñada en primera instancia desde grado sexto y esperamos que a futuro desde grado cero.
3. Las oportunidades de las que se han hablado aquí, y los beneficios propios que se han mostrado, han redundado en la vida de los estudiantes, tanto académica como convivencial; permitiendo que sean ellos partícipes y hacedores de su futuro.
4. El desarrollo de la ciencia en la escuela no es imposible. Se trata de acercarla a los estudiantes. La mayoría de ellos ven las situaciones que se plantean lejanas y ajena. Es necesario entonces acercar la ciencia, hacerla factible, hacerla posible. Por lo tanto, el papel del profesor es muy importante.

La búsqueda permanente de estrategias pedagógicas y didácticas hace que el profesor se acerque a los estudiantes y haga más accesible el

conocimiento hacia los estudiantes. El profesor como mediador del conocimiento y no como el que repite.

5. La estrategia de semestralización ha sido bastante productiva. Aumentar la intensidad horaria con menor cantidad de asignatura permite que el estudiante se prepare mejor y logre comprender muchos de los procesos que se desarrollan.
6. Para el caso de la intensificación, los resultados han permitido obtener mejores resultados en las pruebas censales que se han realizado. Sin embargo es necesario tener precaución al momento de optar por el área o por la asignatura en la que se intensificara. Esto, toda vez que no todos los estudiantes estarán de acuerdo, o se referirán al gusto o disgusto frente a una u otra asignatura.

Es importante entonces, que se tenga muy presente el PEI de la institución, donde el horizonte institucional orientará esta intensificación.

7. La semestralización y la intensificación, son apenas herramientas que pueden ser o no utilizadas por las instituciones en busca de obtener mejores resultados en los estudiantes. Pero más allá de los resultados, el amor por estudiar y la responsabilidad que le implica ser actor política en busca del cambio de la sociedad, debe promulgar en los estudiantes.
8. El Encuentro de Biotecnología, a manera de congreso, ha despertado en los estudiantes interés por el trabajo científico. Se ha logrado que los estudiantes no vean en su asistencia al colegio o la participación en los laboratorios, una obligación. Por el contrario, que lo hagan con gusto y por interés propio.

Es interesante reconocer, que el ánimo con el que los estudiantes asisten a la institución ha cambiado.

9. Menester, reconocer que los profesores debemos comportarnos con los estudiantes como amigos. El proceso educativo implica el apoyo permanente a los estudiantes, haciendo agradable el proceso de enseñanza y aprendizaje. Esto definitivamente mejora los resultados esperados.

BIBLIOGRAFÍA

- AHUMADA BARONA, JORGE. "Hacia una política de biotecnología en Colombia", *Revista Ciencia y Tecnología*, vol. 4, n.º 1, Bogotá, Colciencias, 1986.
- CASAS ARMENGOL, MIGUEL. "Virtualización de universidades y programas tradicionales a distancia en Iberoamérica", *Virtual Educa*, 2002.
- GARCÍA, Y y R. ROA. "Desarrollo de investigaciones en la enseñanza de la biotecnología. Una revisión", *Memorias I Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología*, Bogotá, Asociación Colombiana para la Investigación en Ciencias y Tecnología, Bogotá, 2009.
- MCINERNEY, JAY. "Teaching biotechnology in schools", *Document series*, n.º 39, París, Commission for Biological Education, International Union of Biological Sciences, UNESCO, 1990.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. *Lineamientos curriculares y educación ambiental*, Bogotá, MEN, 1998.
- MORENO FERNÁNDEZ, LUIS; ANGELES LIZÓN y LOUIS LEMKOW. *Biotecnología y sociedad. Percepción y actitudes públicas*, Madrid, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 1992.
- PADILLA, Y.; A. GÓMEZ NIÑO; R. VILLAMARÍA y M. SÁENZ. "Proyecto para introducir la biotecnología en el currículo de la educación secundaria", *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, Barcelona, Universitat Autònoma de Barcelona: Institut de Ciències de l'Educació, ICE, 1997.
- PARRA, C., y M. REGUERO. "Algunas experiencias de la introducción de la biotecnología en la educación básica y media", *Revista de Educación de las Ciencias*, vol 1, n.º 1, Bogotá, Fundación Revista de Educación de las Ciencias, 2000.
- PERKINS, D. N. "Technology meets constructivism: Do they make a marriage?", en THOMAS M. DUFFY y DAVID H. JONASSEN (Eds). *Constructivism and the technology of instruction: A conversation*, Nueva Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, 1992.

Desarrollo curricular para el énfasis en ciencias naturales...

ROA ACOSTA, ROBINSON; YENNY GARCÍA SANDOVAL y CIELO YESMITH CHAVARRO AMAYA. "Formación de profesores de biología a través de la biotecnología", *Educación y Educadores*, vol. 11, n.º 2, Chía (Col.), Universidad de La Sabana, 2008.

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DISTRITAL. "Evaluación y didáctica de las ciencias naturales", *Serie Orientaciones para la Evaluación*, n.º 3, Bogotá, SED, 2010.

VILCHES, AMPARO y DANIEL GIL. "La contribución de la ciencia a la cultura ciudadana", *Cultura y Educación*, vol. 16, n.º 3, Valencia, Universitat de València, 2004.



Editado por el Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–,
en mayo de 2018

Se compuso en caracteres Cambria de 12 y 9 pts.

Bogotá, Colombia