



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
EDUCACIÓN

Instituto para la Investigación Educativa y el  
Desarrollo Pedagógico



GOBIERNO DE LA CIUDAD



# PÁGINA LEGAL

Samuel Moreno Rojas  
Alcalde Mayor de Bogotá

Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico, IDEP

Olmedo Vargas Hernández  
Director General

Luz Stella Olaya Rico  
Subdirectora Académica

Jorge Alirio Ortega Cerón  
Subdirector Administrativo, financiero y de control interno

Luisa Fernanda Acuña Beltrán  
Profesional Especializado Subdirección Académica

Supervisora del Proyecto

Andrea Bustamante Ramírez  
Profesional Subdirección Académica

Giovanna Castiblanco Alvarez  
Juliana Cubides Martínez  
Darcy Milena Barrios Martínez  
Zulma Patricia Zuluaga  
Investigadoras Principales – Asesoría en la sistematización de las 18 experiencias pedagógicas

Coordinación editorial y audiovisual  
Ramiro Leguizamo Serna, Edilson Silva Liévano  
Editorial Sumasaberes Limitada

Ilustración  
Daniela del Pilar Albarracín Moreno, Lina Marcela Otálora Serna, Pedro Steven Villabón Lozano

Corrección de estilo  
Eduard Arriaga, Yamilet Angulo Noguera, Carlos Hernando Rico Sánchez, Edith Johana Barrero Santiago

Diseño gráfico y montaje  
Jhon E. Florez Rivera, Elkin Hernández Mendoza.,

Título: *Biotecnología. Salud y vida en el colegio república del ecuador*

Autores: Carlos Alberto Vanegas Prieto

ISBN 978-958-8066-83-7  
Avenida El Dorado No. 66 - 63  
Tels. (57 1) 324 1000 Ext. 9012 / 9006  
[www.idep.edu.co](http://www.idep.edu.co)  
Bogotá D.C.  
IDEP- 2010



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
EDUCACIÓN

Instituto para la Investigación Educativa y el  
Desarrollo Pedagógico



GOBIERNO DE LA CIUDAD

## PROLOGO

Un día normal en mi vida tiene que ver siempre con los niños, niñas y jóvenes que asisten al colegio en el que laboro. Algunos de ellos, siempre dispuestos a aprender, a preguntar; pero otros solamente atentos a buscar los momentos oportunos para preocuparse por otras cosas que no son precisamente aprender. Aún así, mi obligación moral y ética es para todos; tanto para los que quieren como para los que no. Entonces, me obligo a buscar estrategias, metodologías, a jugármela ideando posibilidades que llamen a todos la atención.

Mi trabajo como maestro de ciencias naturales me deja un poco de mayor versatilidad. Tengo el laboratorio más grande, el aire libre, que me permite acercar a los estudiantes a una visión diferente de la ciencia, en la que sientan la necesidad e importancia de aprenderla, pero también buscando que no se convierta en una mera obligación o en la piedra en el zapato.

En este rol como maestros, somos padres, amigos, compañeros y todo lo que de alguna manera le haga falta al estudiante; quien al fin y al cabo es nuestra razón.

En el caminar por la pedagogía y la ciencia, he podido ver que la versatilidad del maestro es fundamental para llamar la atención de los estudiantes a ciertos temas que sencillamente no interesan o se vuelven complicados.

Pero, ¿cómo hacer para que sean los mismos estudiantes quienes se permitan acceder al conocimiento, que muy a pesar, ellos creen no les servirá para nada?

Este libro corresponde a la sistematización de la propuesta: “Biotecnología: salud y vida en el CODRE”, que se ha trabajado en el colegio República del Ecuador IED. La sistematización se desarrolló con el apoyo directo del Instituto para la Investigación Educativa y Desarrollo Pedagógico, IDEP. De alguna manera me propongo responder (aunque sea someramente) al interrogante planteado anteriormente, y otros que surgen en el transcurrir de la práctica pedagógica de la enseñanza de las ciencias.

De otra parte, espero que este trabajo se convierta en un referente de lo mucho que se puede hacer en el aula, para que nuestros jóvenes cambien su posición frente a la escuela y frente a lo que allí se hace. Es la manera de centrar la atención en nuestras prácticas, de fortalecer la conciencia científica y de despertar la actitud ante temas tan diversos y tan importantes para el mundo entero.

Agradezco profundamente al IDEP por permitirnos mostrar lo que hacemos. Estas oportunidades son muy importantes para que los maestros conozcamos y compartamos nuestras estrategias pedagógicas. Un colectivo real de maestros participa en la calidad de la educación, que es lo que realmente buscamos todos, aunque sea por caminos diferentes.

También agradezco a Mauricio Pérez Abril y a Catalina Roa Casas de la Pontificia Universidad Javeriana, por sus valiosas apreciaciones y apoyo con mi trabajo. Es verdad lo que me decían: no es fácil.

## DEDICATORIAS



*“Libre, y para mí sagrado, es el derecho de pensar.. La educación es fundamental para la felicidad social; es el principio en el que descansan la libertad y el engrandecimiento de los pueblos”.*

*P. Freire*

*Mi trabajo lo dedico con todo mi amor y cariño a ti Señor, que me diste la oportunidad de vivir y ser.*

*Con mucho amor, principalmente, a mis padres que me dieron el maravilloso don de la vida, por quienes soy lo que soy, quienes han estado conmigo en todos los momentos de vida. Gracias papá y mamá por permitirme equivocarme, por su constante apoyo y amor, así como por el abrigo que me han dado y por la mano que me ha levantado. Gracias papá por ser mi amigo. Gracias mamá por ser mi razón. Los amo.*

*A mis hermanos: Jorge, Nelson e Ingrid, y a mis sobrinos Andrea y Sebas. Son ustedes de lo mejor. Gracias por saber que existo.*

*A Jairo, por compartir conmigo lo que nadie más ha compartido. Por todos esos secretos que juntos guardamos. Por el tiempo en que no hemos estado y por las horas que han corrido.*

*A Ginna y John, que no son mis amigos, son mis mejores amigos y parte de mi familia.*

*A mis amigos y compañeros de trabajo: Virginia, Magolita, Jeannette, Zenda, Natalia, Darío, Nohora, Javier, Betty, Edensy y todos los demás con quienes compartimos todos los días nuestro segundo hogar y con quienes dedicamos nuestros mejores esfuerzos para lograr que nuestros muchachos, nuestro país, nuestras vidas sean mejores. No puedo pensar lo que sería asistir todos los días sin que ustedes estén allí. My 5 friends and companions remember that we are the best of best.*

*Y claro, a mis chinos, a mis alumnetos de grado 11 del Colegio República del Ecuador, promoción 2009, con quienes iniciamos un duro trabajo, y también a la promoción 2010 quienes han sido un excelente soporte con quienes, a pesar de todo, no hemos cedido. Ustedes me han enseñado a seguir, me han exigido más y han sido el soporte para impulsarme. Quisiera nombrarlos a todos sin excepción, pero como ustedes entenderán el espacio no da para tanto, pero saben que siempre los llevaré en mi corazón, que siempre serán mis amigos y que siempre, siempre serán mis niños.*

*Los quiero mucho, A TODOS...*

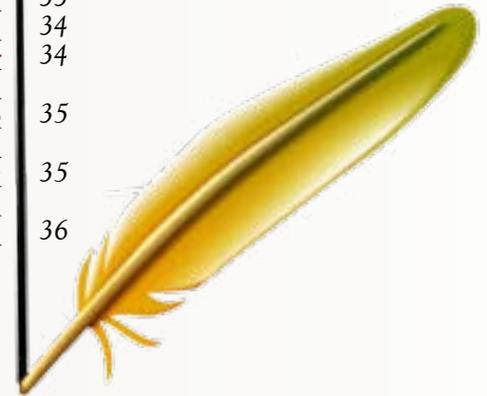
# ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| <u>INTRODUCCIÓN</u>  | 10 |
| <u>1. UNA CORTA HISTORIA DE VIDA</u>                                   | 11 |
| <u>2. LA PROPUESTA</u>   | 15 |
| 2.1. El principio  | 15 |
| 2.2. Origen de la propuesta  | 17 |
| 2.3. La propuesta se materializa                                       | 20 |
| 2.4. Las tutorías  | 25 |
| 2.5. El Blog de Biotecnología  | 26 |
| <u>3. EL ENCUENTRO DE BIOTECNOLOGÍA</u>                                | 27 |
| 3.1. El I Encuentro de Biotecnología del Colegio República del Ecuador | 27 |
| 3.2. Formación del equipo de trabajo                                   | 29 |
| 3.3. Los trabajos a presentar  | 29 |
| <u>4. EL LABORATORIO DE ALIMENTOS</u>                                  | 33 |
| <u>BIBLIOGRAFÍA</u>  | 37 |
| <u>AUTOR</u>   | 38 |



# ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <u>Figura 1. Estructura metodológica del proyecto Biotecnología: salud y vida en el CODRE.</u>  | 18 |
| <u>Figura 2. Organización metodológica para el Proyecto Biotecnología: salud y vida en el CODRE.</u>  | 24 |
| <u>Figura 3. Apartado de la Guía para la formulación del anteproyecto, una vez puesto en común con todos los grupos de trabajo. La guía consigna la forma en que se debe presentar la introducción, el planteamiento del problema, la descripción de éste, la delimitación del problema, la formulación del problema, los objetivos generales y específicos, la justificación, el marco teórico, la metodología, los recursos, los resultados, las conclusiones, el presupuesto, el cronograma y la bibliografía.</u> | 23 |
| <u>Figura 4. Transcripción del Acta de reunión 02 del grupo de trabajo Manejo de desechos hospitalarios.</u>  | 25 |
| <u>Figura 5. Vista del Blog de Biotecnología y transcripción de la entrada del estudiante Arturo Lancheros. <a href="http://corebiotecnologia.blogspot.com/">http://corebiotecnologia.blogspot.com/</a></u>   | 27 |
| <u>Figura 6. Vista entrada al Blog de Biotecnología. Se puede observar el video realizado por los estudiantes sobre el bocadillo. <a href="http://BIOTECNOLOGIA.IEDREPUBLICADELECUADOR.htm">BIOTECNOLOGIA.IEDREPUBLICADELECUADOR.htm</a></u>  | 27 |
| <u>Figura 7. Transcripción de algunas entradas al blog de biotecnología.</u>  | 27 |
| <u>Figura 8. Plegable de invitación al Encuentro de Biotecnología, diseñado por el equipo de trabajo del encuentro (Parte 1).</u>   | 28 |
| <u>Figura 9. Plegable de invitación al Encuentro de Biotecnología, diseñado por el equipo de trabajo del encuentro (Parte 2).</u>   | 29 |
| <u>Figura 10. Primera diapositiva de presentación para el proyecto Erase una vez los polos, que trabajó el calentamiento global y el derretimiento de los polos como consecuencia del mismo.</u>  | 30 |
| <u>Figura 11. Portada y presentación del Trabajo de la estudiante Angie Quintero.</u>   | 30 |
| <u>Figura 12. Plegable distribuido por el Acueducto de Bogotá, durante la conferencia magistral Gestión del Agua a cargo de la EAAB y la PTAR El Salitre.</u>   | 32 |
| <u><sup>1</sup>Figura 13. Detalle del póster para el trabajo Aplicaciones biotecnológicas para el tratamiento de las aguas del Río Bogotá, presentado por el alumno Anderson Buitrago.</u>  | 32 |
| <u>Figura 14. Vista del blog de Biotecnología en la que se observa el tema de trabajo Buenas Prácticas de Manufactura.</u>  | 33 |
| <u>Figura 15. Preparación de materiales para el trabajo de laboratorio.</u>   | 34 |
| <u>Figura 16. Formulación para el kumis, preparado en el laboratorio. Imagen tomada del recetario preparado por los estudiantes.</u>  | 34 |
| <u>Figura 17. Formulación para la leche condensada, preparada en el laboratorio. Imagen tomada del recetario preparado por los estudiantes.</u>   | 35 |
| <u>Figura 18. Portada del recetario preparado por el grupo JORDICA. Este mismo logo fue empleado en las etiquetas de los productos.</u>   | 35 |
| <u>Figura 19. Tabla de conversiones empleada en el recetario del grupo de trabajo Sabrosuras de casa.</u>   | 36 |



# TRANSMEDIA

|   |    |
|---|----|
| <a href="http://www.slideshare.net/hemose26/qu-es-y-por-qu-hay-que-superarel-analfabetismo-cientifico-presentation">http://www.slideshare.net/hemose26/qu-es-y-por-qu-hay-que-superarel-analfabetismo-cientifico-presentation</a> | 15 |
| <a href="http://www.fao.org">http://www.fao.org</a>   | 18 |
| <a href="http://biotech1102.blogspot.com/">http://biotech1102.blogspot.com/</a>   | 23 |
| <a href="http://corebiotecnologia.blogspot.com/">http://corebiotecnologia.blogspot.com/</a>   | 27 |
| <a href="http://www.youtube.com/watch?v=JBVGH1zdEEg">http://www.youtube.com/watch?v=JBVGH1zdEEg</a>   | 34 |
| <a href="http://biotecdelecuador.blogspot.com/">http://biotecdelecuador.blogspot.com/</a>   | 34 |
| <a href="http://www.virtualeduca.org/virtualeduca/virtual/actas2002/actas02/1106.pdf">http://www.virtualeduca.org/virtualeduca/virtual/actas2002/actas02/1106.pdf</a>   | 37 |
| <a href="http://www.slideshare.net/hemose26/qu-es-y-por-qu-hay-que-superarel-analfabetismo-cientifico-presentation">http://www.slideshare.net/hemose26/qu-es-y-por-qu-hay-que-superarel-analfabetismo-cientifico-presentation</a> | 37 |
| <a href="http://www.cuentayrazon.org">http://www.cuentayrazon.org</a>   | 37 |



## PRESENTACIÓN

Este libro está estructurado por capítulos, cuatro en total. A través de dicha estructura se da a conocer y se sistematiza una de las experiencias desarrollada en el Colegio República del Ecuador IED.

El primer capítulo “Una corta historia de vida”, versa específicamente sobre el autor. Se narran sus inicios en el mundo académico y su relación directa con la investigación científica. Su interés por esta última, sumado al ánimo de enseñar y compartir lo aprendido con sus estudiantes, da lugar a una propuesta de trabajo en la que se relacionan el interés por trabajar, investigar, aprender más y entrar al mundo maravilloso de la ciencia.

En el segundo capítulo “La propuesta”, el autor presenta su propuesta de trabajo: “Biotecnología: salud y vida en el CODRE”. Narra los inicios de ésta, presenta las motivaciones que dieron lugar a la misma, da cuenta de las justificaciones que sustentan el desarrollo de la propuesta y esboza su metodología. Plantea las preguntas ¿qué es ciencia?, ¿cómo se logra que a los estudiantes les guste la ciencia y se sientan motivados hacia ella?, ¿qué podemos hacer los maestros para que el conocimiento científico se difunda? Éstas son algunos de los interrogantes que guían el desarrollo de este capítulo.

Posteriormente, se expone la metodología de la propuesta, acompañando el apartado con testimonios, transcripciones de grabaciones de clases, apartados de blogs, y diferentes registros que permiten conocer de cerca la propuesta.

En el tercer capítulo “El encuentro de Biotecnología” se presenta la organización y puesta en marcha del “Primer Encuentro de Biotecnología”. Éste se plantea como una estrategia para mostrar el trabajo realizado por y para los estudiantes de la institución. Una experiencia maravillosa, cargada de arduo trabajo, que cuenta con el apoyo de algunas entidades externas a la institución y que se ha convertido en un verdadero semillero de investigadores. De una manera clara, el autor deja ver los beneficios que trae la realización del encuentro, pero también los contratiempos y la organización (casi titánica) que exige el mismo. Los trabajos a presentar, la preparación de los estudiantes (antes y durante el encuentro) y los resultados obtenidos, son puntos clave a tener en cuenta al momento de entrar a este “encuentro”.

Finalmente, en el capítulo cuarto, “El laboratorio de alimentos”, el docente muestra la manera en que se han venido realizando prácticas de laboratorio para la preparación de algunos alimentos, enmarcados en técnicas biotecnológicas. Se reitera la importancia del manejo del tiempo extraescolar, y la participación de los padres de familia y las directivas de la institución, quienes colaboran de común acuerdo para que estas prácticas se puedan realizar. El propósito es que lo aprendido por los estudiantes pueda ser utilizado por ellos mismos, y que así vivan un acercamiento real al mundo científico. Por esta razón, los alimentos no sólo son preparados sino que se hace un mercadeo y éstos son vendidos.

Finalmente, el autor cierra con referentes conceptuales, comentarios y testimonios reales de algunos estudiantes y padres de familia, que permiten evidenciar las fortalezas de la propuesta. Se presentan también los enlaces a los blogs que se desarrollan en el marco de la propuesta y fragmentos de videos de la misma.



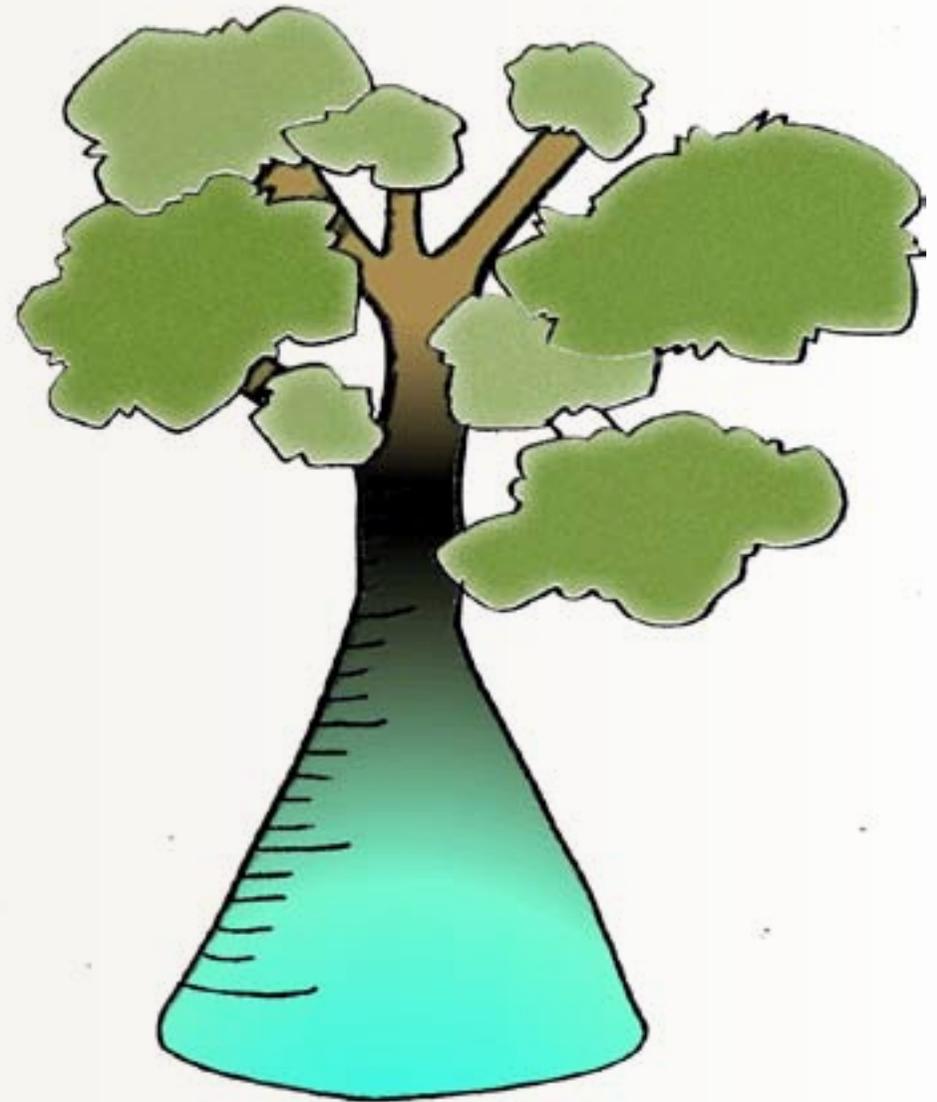
## INTRODUCCIÓN

La sistematización de la experiencia “Biotecnología: salud y vida en el CODRE” está enmarcada en la propuesta de sistematización de experiencias significativas, adelantada por el IDEP. Esta experiencia se desarrolla en el Colegio República del Ecuador IED, como parte del proceso de intensificación que en ciencias naturales se desarrolla desde el año 2008. Con la sistematización de la propuesta no se busca sólo mostrar su estructura y objetivos, sino también los resultados que se han dado desde su inicio y puesta en marcha.

El documento sistematiza y recoge la que experiencia que va desde la formalidad del interés del autor por desarrollar diferentes estrategias que permitan a los estudiantes acceder al conocimiento científico, pasando por los inicios de la propuesta, su puesta en marcha y los resultados obtenidos hasta ahora. Así mismo, se hace énfasis en la realización del I Encuentro de Biotecnología, en el que junto con organizaciones externas al colegio, los estudiantes presentaron sus trabajos de investigación, formalizando la manera en que se muestran los resultados, se discuten los mismos, y tiene lugar un diálogo de saberes en pro del crecimiento mutuo.

Finalmente, se expone otra fortaleza de la propuesta: el hecho de que aporta a los estudiantes nuevas visiones, como es el caso de la visión empresarial (enmarcado en la cultura para el trabajo propuesta desde la SED). Lo anterior por los laboratorios de manipulación de alimentos que se realizan en jornadas extraescolares, a los que, sin tener que obligarlos, asisten todos los estudiantes quienes refieren que estos espacios son más interesantes.

En el momento se está trabajando en la preparación del II Encuentro de Biotecnología que se realizará en el mes de octubre del presente año (2010). Además, se ha empezado a visualizar la posibilidad de que sea la Biotecnología el eje central del PEI y que, desde el inicio de la vida académica los estudiantes puedan empezar a desarrollar actividades de este tipo. Como se puede ver, aún hay mucho más por hacer, pero también es claro que se han abierto posibilidades y que en esta exploración la ganancia es muy significativa.



## CAPÍTULO 1. UNA CORTA HISTORIA DE VIDA

Cada vez que me preguntan por qué soy maestro, siempre respondo lo mismo: ¡porque es como me siento completo! Y es que en estos años vividos he sentido la necesidad de sentirme completo, de sentirme útil y de sentir que nada ha sido en vano. Todavía recuerdo mis días en el colegio, un mundo irreal, una parte de mi vida de la que realmente no esperaba nada. Sólo cumplía con mi labor de estudiante, y aunque no fui de esos excelentes, siempre traté de hacer mi trabajo y llenar las expectativas de mis padres.

Eran otras épocas, otros momentos, importaban otras cosas. Claro, sé que lo que soy hoy se forjó desde allá. Recuerdo a algunos de mis maestros. Por ejemplo, mi maestra de Biología logró enseñarme con su paciencia y dedicación ese mundo tan maravilloso que implicaba la vida. Desde ese momento supe cual sería mi rumbo, entendí lo que deseaba ser. Una vez terminé el bachillerato, centré mis esfuerzos en lograr cumplir con mi meta: estudiar medicina. Así pues, como muchos otros, intenté en varias universidades, pero el problema económico era, quizás, el obstáculo más grande a poder sortear. Y no sé si haya sido el destino o, como dicen por ahí, “las cosas de la vida”, pero muy rápido tuve que desistir de la idea. Sin embargo, ese mundo ambivalente de la vida y la muerte, de la salud y la enfermedad, estaba aún muy metido dentro de mí. Por fortuna, Martha, mi prima querida, con quien compartíamos el mismo sueño, me aconsejó bien y entonces inicié mis estudios preparatorios en Auxiliar de Enfermería.

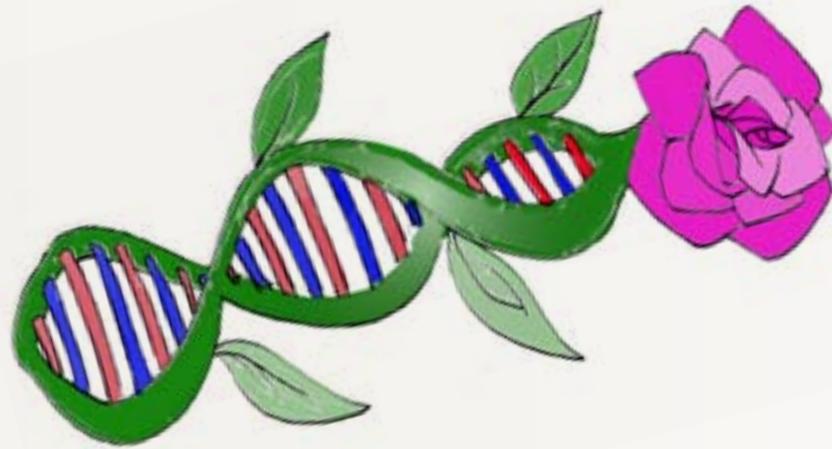
Fue el primer acercamiento real a, como lo he dicho anteriormente, un nuevo mundo. Me empecé a encontrar con nombres, caracteres, enfermedades y medicamentos, pero mucho más allá por primera vez entré a lo que definitivamente me robaría el alma y el corazón: la microbiología. Entonces, entre clases y prácticas hospitalarias, entre la atracción por la microbiología y la medicina supe que jamás podría escapar de ahí.

Y mientras mi mundo se forjaba, me sentía realmente feliz porque tenía una excelente capacidad para aprender, para comprender, para preguntar, para investigar. Me convertí en una especie de “maestro-estudiante”. Mis compañeras (¡vaya, eran sólo mujeres!), me buscaban para preguntarme, para que les indicara el camino o para que les aconsejara. Mis tutoras de práctica me animaban a seguir adelante y me ponían retos mayores. Siempre era mi deber ver más allá, comprender el proceso y el paciente para buscar así la mejor manera de ayudarlo. Me cuestioné entonces sobre los tratamientos, las enfermedades y las medicaciones, y empecé por mi cuenta a leer. Muchas veces después de mi turno, salía a la biblioteca y tomaba grandes libros y leía tratando de buscar explicaciones a lo que sucedía, comprender a mis pacientes y así tener otra visión que me permitiera apoyarlos y ayudarlos.

Al fin, en agosto, recibí mi grado e inicié mi trayectoria laboral en el Hospital San Carlos. Aunque fue una excelente época, los problemas laborales que allí se vivían no me permitieron continuar con esas ansias de hacer y de aprender. Tempranamente debí salir de allí, y el destino (si es que realmente existe) me llevó a lo que sería el pilar de mi vida profesional y laboral: llegué al Hospital San Ignacio de la Universidad Javeriana.

Un cambio absolutamente brusco. Un mundo completamente diferente. Estar en un Hospital Universitario, con una afluencia de personas bastante importante todos los días, entre la revolución del inicio del día, las rondas médicas, aparatos modernos, enfermedades desconocidas para mí (apenas teóricamente vistas) y un sinnúmero de personas trabajando, enseñando y aprendiendo; me mostraron lo que realmente era estar en un mundo académico. Así pues, me dediqué a trabajar. Trabajar con todo el amor y la pasión que estaba en mí; y mientras lo hacía aprendía, escudriñaba, escuchaba a los profesores, tomaba notas y preguntaba.

¿Cómo era posible que una persona tuviera la capacidad de enseñar tantas cosas, de procesar tanta información y de, alguna manera, permitir la difusión de ese conocimiento?



Fue la primera vez que pensé en lo que era ser maestro. Pero mis sentimientos estaban arraigados desde la infancia. Ese mundo médico me absorbía (con tanta o mayor fuerza como lo hace aún hoy día) y halaba de mí. Un día cualquiera en mi trabajo en Salas de Cirugía tuve una charla bastante amena con mi jefe de servicio, Edgar. Esta conversación incentivó aún con muchas más fuerza mi necesidad de estudiar, de prepararme aún más. Entonces ese primer acercamiento al maestro, me empujó a tomar una decisión interesante: estudiar biología y poder enseñarla.

Así, en el año 1992 inicié mis estudios en Licenciatura en Biología en la Universidad Distrital. ¡Vaya que era complicado!, trabajar en la noche y estudiar en el día. En ocasiones, el trabajo se convertía en una verdadera pesadilla. La noche era interminable y no quedaba el tiempo suficiente para descansar, o bien para realizar los trabajos, las tareas y estudiar lo que tenía para el día siguiente. Aún así, mis dos familias, la del hospital y la de mi casa, lograron “el punto máximo de colaboración”

Pero el destino, si puede llamársele así, me seguía. Por esas épocas llegó a mis manos el libro “Cazadores de Microbios” de Paul de Kruiff. Una revisión casi fantástica del maravilloso mundo de los microorganismos, ¿cómo no caer en tan magna tentación? cómo no querer seguir los pasos de Erlich, o de Koch, o de Pasteur?

Fue interesante pasar por las botánicas y las zoológicas, entrar en el mudo de la célula y comprender la embriología. Pero cuando llegué a quinto semestre, de nuevo la luz intensa de la microbiología brilló. Una nueva atracción se generó, me dejé llevar por la curiosidad, y entré al mágico sentido de la investigación científica. Creo que siempre tuve esa curiosidad, de alguna manera, siempre soñé con ser un investigador. Por eso preguntaba, indagaba, pedía explicaciones. Y hoy veo que toda mi vida tiene sentido en el hecho de ser maestro y considerarme investigador. Esas fueron algunas de las razones para iniciar (desde ese momento) mi trabajo de grado, por supuesto en

microbiología. Mi trabajo en el hospital me permitió relacionarme de una manera directa con el estudio de las enfermedades infecciosas. Conocer al Médico Infectólogo Dr. Arango dio paso al estudio de un grupo interesante de bacterias oportunistas. Pero más que ésto, amplió mis horizontes cuando tuve el primer contacto con la biología molecular. Qué maravilloso era poder conocer la raíz de diversos procesos y enfermedades y comprender cómo las moléculas están directamente implicadas en una gran cantidad de procesos que hacían parte integral de nuestro ser.

De un momento a otro, me vi rodeado de cosas nuevas e interesantes. Entré en un mundo desconocido para mí, un mundo irreal y a la vez apasionante. Empecé a frecuentar laboratorios y a conocer a verdaderos investigadores. Mi trabajo de grado me llevó al Instituto de Inmunología en el antiguo Hospital San Juan de Dios y tuve la oportunidad de interactuar con el Dr. Patarroyo. Fue una colaboración interesante que dejó aportes magníficos para mi tesis y para mi vida. Posteriormente, empecé a interactuar con el Laboratorio de Microbiología de la Universidad Javeriana. Allí el profesor Mattar, siempre atento a nosotros, nos indicó el camino a seguir, y comencé a realizar mis primeros experimentos en el campo molecular. De allí pasé al Laboratorio Pregén donde realicé una parte experimental importante. Este “caminar” y conocer ahondó en mí, pero aún faltaba el “golpe de gracia”.

Para el año 1995 se llevó a cabo el Primer Seminario de Investigaciones Biológicas en la Universidad Distrital. Para éste, el ideal era que los estudiantes presentaran aquellos trabajos que fuesen relevantes para el programa. Fue muy especial recibir la invitación por parte del director de carrera para participar como conferencista, aún cuando nuestro trabajo no estaba terminado. Un martes de agosto, a las 9 de la mañana, llegó nuestro turno. Veinte minutos después, las preguntas, los comentarios y los aplausos no se hicieron esperar. Fue mi primera experiencia frente a un público, y mi primera presentación oficial como investigador. Al terminar me prometí que no sería la última.

Ese mismo año, recibimos la invitación del departamento de Química de la Universidad para que realizáramos un taller sobre el tema central de nuestro trabajo (electroforesis) para la Semana de Investigación de la Química.

Estos talleres, previos al seminario de Química, eran libres, los estudiantes se inscribían al que consideraran de mayor interés. Recuerdo que Pedro (mi compañero de tesis) y yo, no esperábamos que fueran más de 5 o tal vez 10, dado que habían otros 3 temas todos con investigadores externos. Pero dos días antes, la directora de carrera nos informó que el cupo de 40 estudiantes para ese taller estaba completo. ¡Vaya!, la mezcla entre alegría y un poco de miedo pasó a segundo plano cuando nos llegamos a sentir importantes, cuando llegamos a pensar que lo que hacíamos era real y estaba bien hecho. Claro, el camino era el correcto.

Además, fue mi primera experiencia como maestro. No sé cómo, pero logramos que nuestros compañeros tuvieran otra visión de la ciencia, y vieran todas las posibilidades que de allí se desprendían. En ocasiones miro las memorias de estos dos seminarios gentilmente “firmados” por varios compañeros y maestros. Los comentarios y mensajes no dejan de regocijarme haciéndome sentir absolutamente feliz.

En los años siguientes, tuve la oportunidad de presentarme en varios congresos y seminarios. Cada vez la experiencia aumentaba y, claro, mejoraba.

Llegando al final de mi carrera tuve la oportunidad de realizar mis prácticas pedagógicas. Nuevamente una experiencia distinta pero bastante gratificante y hasta regocijante. Pero empecé a comprender una serie de problemas que empezaron a hacer mella en mí. Entre ellos, deseaba que los muchachos pudiesen ver el maravilloso mundo que hay en la investigación, pero me preguntaba cómo lograr que ellos sintieran el mismo amor y respeto que sentía yo por la ciencia.

En noviembre del 1996, sustenté mi tesis de grado. Los problemas, las tramoschadas, las angustias y todos los sentimientos llegaban ahora a su punto máximo. Presentamos la tesis frente a un gran número de compañeros, maestros, director de tesis, jurados y compañeros que asistieron, y más importante aún, ante nuestras familias. Después de más de 40 minutos de exposición y de una gran cantidad de preguntas, llegó el primer premio al esfuerzo: tesis laureada. Ya imaginarán ustedes lo que sentí.

Al fin un momento para descansar y para pensar en lo que venía de ahora en adelante, en lo que iba a hacer ahora, en mi trabajo y en mi nueva vida. Aún así, no paraba. Tenía que estudiar, leer, investigar más. Nuevamente el mundo y el universo confabularon y pusieron en mis manos el tesoro más grande, un libro del autor francés Dominique LaPierre: Más grandes que el amor. Qué mezcla de sentimientos tan grande. Qué confusión, qué tristeza, y qué necesidad infinita por experimentar y lograr ayudar. Tenía que hacerlo, la respuesta llegó de la misma forma que otras en mi vida (¿coincidencia?), iba a realizar ahora mi maestría en Microbiología. De alguna manera todo lo que había soñado llegaba.

Ingresé entonces a la Javeriana. Al terminar mi primer semestre, después de comprender cómo ocurrían varias cosas y de entender la razón de otras tantas, empecé a tener un conflicto personal muy grande conmigo mismo y con mi trabajo. Tenía que empezar a buscar otros horizontes, otras visiones. Y entonces renuncié a mi trabajo en el Hospital. Por alrededor de 13 años trabajé como auxiliar, aprendí, soñé y viví. Tuve nuevas familias, hice grandes amigos y abrí mi futuro. Ahora era el momento de dejarlo atrás para recomenzar. Y aunque ese trabajo en la Universidad y la investigación son vida para mí, me empezaba a hacer falta el enseñar. El propagar el conocimiento que obtenía y mostrar a las personas el mundo real y científico. Así que, ya graduado como licenciado, empecé a trabajar en primera instancia en un programa de bachillerato para adultos. Definitivamente enseñar a adultos es una actividad bastante especial. Gente comprometida y especial, con ganas de aprender y de seguir adelante. Continuaba con mis clases en la maestría y tuve la oportunidad de dar a manera de cátedra algunas clases y empecé a enseñar Microbiología. Contrastado con la educación para adultos era algo totalmente diferente, pero sentía que uno y otro se complementaba.

Al terminar la maestría (dado esto, dejé mis clases cátedra en la universidad) tuve la oportunidad de presentarme al concurso que hacía el distrito para docentes de Ciencias Naturales. Afortunadamente, considero que ya tenía una buena experiencia y que había sido fogueado en diferentes escenarios, permitiéndome ingresar en Julio del 2000 a trabajar como docente de Ciencias

Naturales en el Colegio República del Ecuador; lugar donde he trabajado por estos 10 años.

En ese largo recorrido, muchas personas han pasado por mi vida, y muchas de ellas han dejado huella en mí. Amigos y conocidos, compañeros y otros, de los que he aprendido y muchos a los que les he enseñado. Por eso dejar de lado la universidad y encaminar todos mis esfuerzos a la escuela significaban para mí un cambio casi radical a lo que había hecho hasta ahora. Mi interés era preparar a los jóvenes del futuro, a los jóvenes que tenían (o tienen) en sus manos el futuro de Colombia. Mi país, nuestro país.



## CAPÍTULO 2. LA PROPUESTA

### 1.El principio

Generalmente, al iniciar un nuevo año escolar, los estudiantes se ven enfrentados a un sinnúmero de actividades, que en su mayoría son nuevas. Esto hace que muchos de ellos se den por vencidos, incluso antes de empezar. Se les satura con una gran cantidad de información que en ocasiones no está claramente relacionada entre sí, en parte debido a que el currículo se encuentra fragmentado. De esta manera, no es posible que los estudiantes evidencien relaciones entre lo que aprenden. Hablamos entonces de contenidos o de núcleos temáticos o de preguntas problematizadoras, o de cualquier otra forma, para referirnos a aquello que, suponemos, deben aprender los estudiantes. Es claro, sin embargo, que buscamos que ellos realicen un recorrido adecuado por el saber y el conocimiento, esperando así que de todo lo que se les enseña algo aprendan.

Las actividades son independientes en cada asignatura, de manera que se presentan desligadas. Es decir, son consistentes al interior de cada asignatura, pero no hay conexión entre una asignatura y otra. Surge entonces la necesidad de lograr que estas actividades se relacionen entre sí, para que así el resultado se vea en el mejoramiento académico de los estudiantes.

Sumado a todo lo anterior, puntualmente en ciencias naturales, a la mayoría de los estudiantes no les gusta la ciencia, les aburre, o simplemente no ven una implicación real de 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)

Es claro que en nuestra sociedad, en algún momento, se perdió ese ímpetu

científico<sup>1</sup> que en la historia de nuestro país estaba presente. Pareciera ahora que el interés ha cedido y hemos caído en el analfabetismo científico. 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:

- ¿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 científico<sup>2</sup> y crítico y una actitud científica<sup>3</sup> respecto a los avances científicos y tecnológicos modernos?

Éstas son algunas preguntas básicas que he tratado de resolver y que dan lugar a la propuesta que aquí se presenta. El propósito ha sido lograr que los estudiantes perciban la necesidad de hacer ciencia, pero hacerla con ética y con

*1 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. <http://www.slideshare.net/hemose26/qu-es-y-por-qu-hay-que-superarel-analfabetismo-cientifico-presentation>*

*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).*

*3 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 está 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 J, 1989, p. 36).*

*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*

pensamiento humano. Se trata de permitir un acercamiento real y oportuno al bagaje científico mundial, de despertar en los estudiantes la cultura científica y la necesidad que tiene nuestro país por nuevos científicos como hombres y mujeres que participen en el mundo y que comprendan su papel en él.

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 porque, 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)<sup>4</sup>

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 este 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”. (Gil y Vilches, 2004, p. 264)

Ahora bien, los docentes y directivos docentes de nuestra institución, buscamos que nuestros estudiantes logren, de alguna manera, consolidar esa

*4 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,2008:110). 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.*

cultura científica de la que hemos hablado, y así, la investigación se convierte en el eje central de nuestro proyecto. Es interesante cuando ellos desarrollan capacidades para proponer sus propias hipótesis, trabajarlas y defenderlas poniendo en juego al menos, algunas estrategias metodológicas.

Investigar no es fácil. Aún hay muchas otras cosas que faltan por ver y comprender<sup>5</sup>. Es nuestra obligación como docentes impulsar la investigación de carácter científico<sup>6</sup>, fomentando en nuestros estudiantes el preguntarse, proponer, buscar respuestas y hacer experimentación. Si no logramos despertar en ellos esa necesidad por saber y conocer<sup>7</sup>, será nuestro país quien vea las consecuencias, por cuanto al preparar de manera adecuada a nuestros estudiantes. Una vez comprendan la necesidad que se tiene de hacer ciencia, el futuro será mas prometedor. No es justo esperar a llegar a la universidad para poder hacerlo. Es posible desde la escuela fomentar la investigación con rigor científico<sup>8</sup>, que sea realizada por los estudiantes, y que no se trate de

*5 Recientemente la publicación del libro El final de la ciencia, de John Horgan, en el que afirma que la ciencia se esta aproximando a los limites de lo que se puede aprender sobre el mundo de lo natural, ha despertado un inusual interés por el hecho de pensar en si la Ciencia tiene un fin o más aún que pasará cuando se llegue a dicho fin. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el conocimiento da lugar a más conocimiento: la energía produce más energía. Por tanto, y mientras dicho final no llegue, se debe buscar más, investigar más. En el desarrollo normal de las actividades con los estudiantes del ciclo V, he podido escuchar y sentir sus preocupaciones, cuando se refieren al hecho de que si ya todo se conoce, para que se debe investigar mas. Los estudiantes, erróneamente, tienen la concepción de que no hay por hacer. Y entonces, es para mí necesario el hecho de hacerles ver que es no es del todo cierto. Y que siempre, una duda o una hipótesis lleva a otros caminos y así mismo a otras preguntas e hipótesis que deben ser desarrolladas. La afirmación de que no todo se conoce aún es necesaria para despertar en ellos el interés por la investigación científica.*

*6 La investigación es un proceso que, mediante la aplicación del método científico, procura obtener información relevante y fidedigna, para entender, verificar, corregir y aplicar el conocimiento. La investigación nos ayuda a mejorar el estudio porque nos permite establecer contacto con la realidad a fin de que la conozcamos mejor. Constituye un estímulo para la actividad intelectual creadora. Ayuda a desarrollar una curiosidad creciente acerca de la solución de problemas, además, contribuye al progreso de la lectura crítica. (Tamayo y Tamayo, 1997. p.38)*

*7 En cuanto a la voluntad y necesidad de saber varios autores e investigadores han expresado las relaciones que se presentan entre estas dos. Nietzsche expresa: “El pensamiento no es un medio de ‘conocer’ sino de designar los hechos, de ordenarlos, de hacer manuable su uso, esto es lo que pensamos hoy sobre el pensamiento; mañana quizá pensamos otra cosa”.*

*8 formar conceptos, especies, formas, fines, leyes - “un mundo de casos idénticos”. No se debe comprender en el sentido de que nosotros seríamos capaces de fijar un mundo verdadero; sino en tanto necesidad de preparar un mundo donde nuestra existencia sea posible, nosotros creamos de este modo un mundo que sea calculable, simplificado, comprensible para nosotros”. Y se hace*

cortar y pegar, o de “fusilar” lo que se puede encontrar. Investigar en ciencia no es solamente hacer por hacer el experimento, investigar implica proponer rutas, explicar resultados; reconocer al otro y respetar sus posiciones frente a una problemática dada; comprender que somos parte del mundo y que nuestras acciones repercuten directamente en él. De alguna manera, todo esto es responsabilidad de la escuela. Lograr alcanzar estos niveles con los estudiantes nos asegura que al momento de llegar a la universidad, tendrán una visión mucho más amplia del mundo científico y del potencial que se tiene para realizarlo.

## 2. Origen de la propuesta

Para empezar, es importante comentar el escenario que dio origen a la experiencia. En varias ocasiones, en el Consejo Académico revisamos los resultados que se venían presentando en nuestra institución, en cuanto a los índices de repitencia y deserción de los estudiantes. A pesar de todos los esfuerzos de los docentes, no se evidenciaban resultados que permitieran reconocer dichos esfuerzos o implementar una nueva forma de enseñar. Fue así como en el año 2006, el Consejo Académico (del cual hacía parte) 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, se esperaba que con esto mejorara la actitud de los estudiantes frente a las asignaturas y poder así subir los niveles académicos. Esta primera experiencia se inició en el año 2007 con la firme participación de docentes, estudiantes y padres de familia. Era la primera vez que intentábamos algo diferente a lo que se venía haciendo en el colegio, con el firme propósito de mejorar la calidad y el compromiso por parte de estudiantes y maestros. Los

---

*referencia, a que sencillamente si el estudiantes no siente la necesidad por saber y aprender, sencillamente no lo hará, razón por la cual es necesario despertar dicha necesidad. Bachelard, por otro lado, afirma que en toda acción que realiza el sujeto está presente su cultura y su experiencia; y estos dos elementos diferenciadores son los que determinan el grado de significatividad y el sentido que toma el saber utilizado. Para saber hacer, es imprescindible saber y conocer; es decir, la tercera función intelectual importante en los procesos de aplicación de conocimiento es el dominio de procesos para la concreción de elaboraciones teóricas y abstractas. Saber hacer es la demostración de congruencia entre lo que se dice que se sabe y lo que se hace. (Hessen 1997. p.25)*

*Se llama así a la fidelidad de información en cuanto a los parámetros de la ciencia, que requiere que sea demostrable, documentable, repetible en pruebas de laboratorio, que este soportado y explicado por una teoría matemática que no sea refutable, etc.*

resultados no se hicieron esperar. La disminución en el número de estudiantes que perdían asignaturas o que desertaban del colegio disminuyó sorpresivamente, la forma de trabajo de los estudiantes y el compromiso de docentes también mejoraron. Es la manera, en que los esfuerzos se veían recompensados y todo empezaba a funcionar. Así que era el momento para dar el segundo paso. Entonces, de igual forma que lo hicimos para la semestralización, el consejo académico con el apoyo de los demás docentes se propuso generar la intensificación 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, iniciamos 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. (Secretaría de Educación de Bogotá, 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. (Secretaría de Educación de Bogotá, 2006, p. 20)

Así las cosas, 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.

Aprovechamos el momento por el cual pasaba el colegio, dado que se iniciaba un trabajo en directa relación con Uniagraria, quienes apoyaron el trabajo en Biotecnología . De esta mane, la intensificación en ciencias naturales se formalizó en la construcción de una nueva área, la de biotecnología<sup>9</sup>, que trabajaría en apoyo directo con Química y Física y apoyada por las demás asignaturas <sup>10</sup>. 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.

Esa responsabilidad recayó en mí. Tuve que sentarme a pensar, a divagar, a indagar, cómo lograr que nuestros estudiantes alcanzaran el objetivo primordial que era que se “encarretaran”, que sintieran gusto por la ciencia y la necesidad por investigar. Así las cosas, la asignatura se nutre con el proyecto que hemos denominado “Biotecnología: salud y vida en el CODRE”.

<sup>9</sup> 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 a: “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. <http://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.

<sup>10</sup> 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 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.”

En este punto, es importante tener en cuenta, que el proyecto es propuesto y estructurado por el docente con el apoyo de los estudiantes, para ser presentado y explicado ante el Consejo Académico. Avalado por el mismo, y en virtud de que en primera instancia está orientado solamente para la media, se propone la siguiente estructura metodológica:

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.

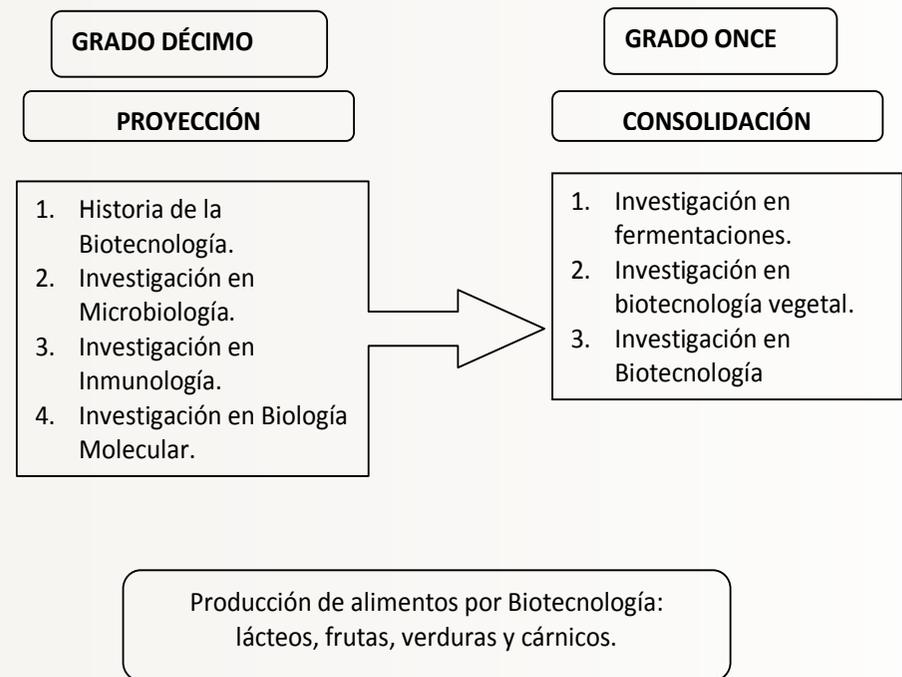


Figura 1. Estructura metodológica del proyecto “Biotecnología: salud y vida en el CODRE”.

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.

### **2. Investigaciones en Microbiología**

De acuerdo con Villanueva, 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.

### **3. 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.

### **4. Investigaciones en Biología Molecular**

La Biotecnología se ha constituido en una ciencia altamente interdisciplinaria. La aplicación de los organismos vivos o de sus componentes a los procesos industriales se basa en el hecho de que los seres producimos 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:

### 1. 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.

### 2. 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

### 3. 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 bioremedación 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 definida 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 2pm a 5pm), dado que al realizarse dentro de la jornada normal, el tiempo sería muy corto para alcanzar a terminar un producto.<sup>11</sup>

### 2.3. La propuesta se materializa

Así las cosas, podría decirse que el proyecto de Biotecnología en el Colegio República del Ecuador IED puede dividirse 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. Las etapas del proyecto se resumen en la figura 2.

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 Manufactura. Así mismo, los resultados finales del proyecto son dos.

<sup>11</sup> Dentro del horario normal de clases, 1 hora normal dura 55 minutos. Para el ciclo V, todas las asignaturas se trabajan en bloque de 2 horas clase.

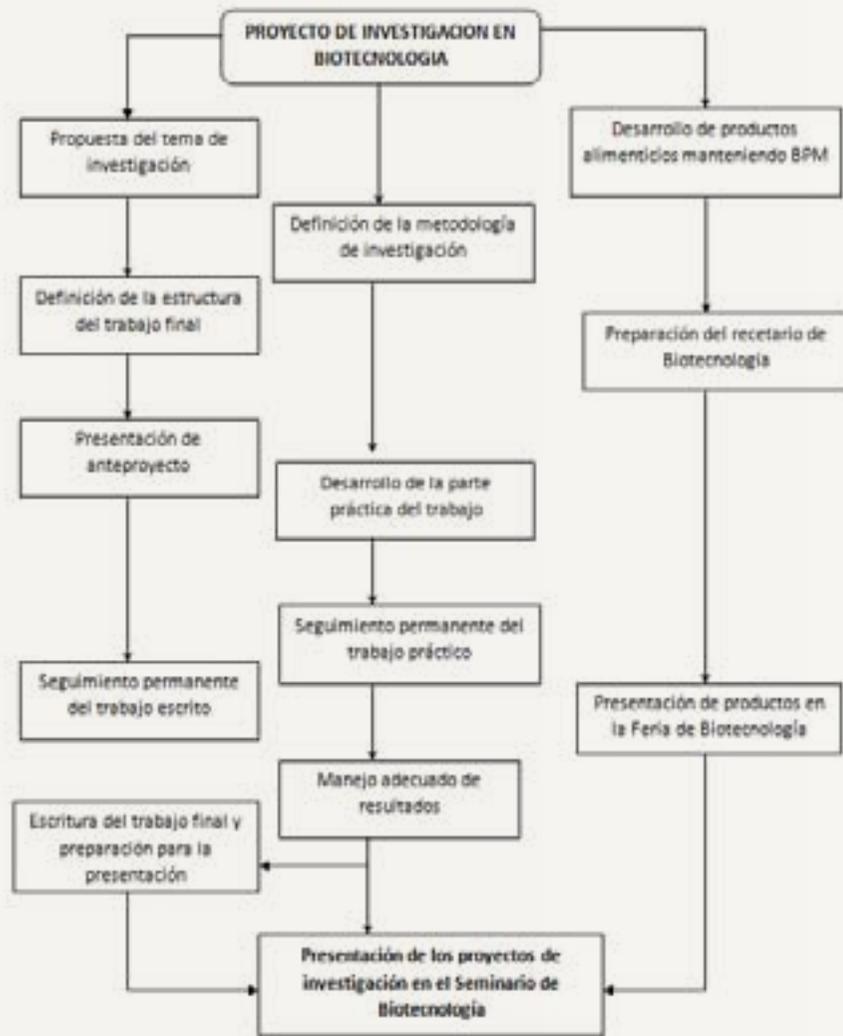


Figura 2. Organización metodológica para el proyecto “Biotecnología: salud y vida en el CODRE”.

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.

### 3.1. Primer componente.

1. 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 científicos <sup>12</sup>. 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. La par-

<sup>12</sup> 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.

ticipación 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.

Por ejemplo, uno de los artículos tratados en la primera clase en el año 2009, fue el de la Producción de ácido cítrico a partir del suero de la leche. (Sánchez et al, 2004, p. 43) El siguiente es un aparte de la grabación de dicha clase. PROFESOR: ¿Bien, una vez leído el artículo, quién me puede decir sobre que se trata?

ESTUDIANTE 1: Habla sobre cómo se puede producir un ácido cítrico

P: Muy bien. ¿Y de dónde se saca esa sustancia?

E.2: Del suero de la leche.

P. Perfecto: ¿Y qué tiene que ver esto con nosotros?

E. 1: Pues, primero porque se hace en Colombia, y segundo porque la idea es aprovechar todo lo que más se pueda de la leche, como el suero.

E.3: Yo pensaba que eso ya no servía y se botaba.

E. 4: ¿...y será que en mi casa puedo hacer eso?

P: Muy bien, la idea de obtener ciertas sustancias que pueden ser empleadas, por ejemplo, en la descontaminación de ríos y quebradas es disminuir el impacto ambiental por que las industrias que trabajan con lácteos botan el

suero de la leche al agua, y esto a futuro podría ser fuente de innumerables problemas

E 1: Profe, o sea que la Biotecnología puede ayudar a la descontaminación del ambiente.

P: Claro, Francisco, y no solamente haciendo nuevas sustancias más efectivas y menos contaminantes, sino aplicando otra serie de procesos que ayudan, por ejemplo, a la descontaminación del aire, del agua o del suelo. Es un tema muy interesante e importante que actualmente ha sido muy trabajado por la Ingeniería Ambiental.

E 1: ¿O sea que si estudio Ingeniería Ambiental puedo hacer todo esto?

De esta temática, 4 grupos<sup>13</sup> escogieron como temas de investigación Biotecnología Ambiental. 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.

*13 La Secretaría de Educación del Distrito precisa que esta competencia consiste en “trabajar en coordinación con otros según acuerdos y metas establecidas para lograr un objetivo compartido. Trabajar en equipo supone identificar las fortalezas y debilidades del conjunto y no sólo de las partes y buscar mecanismos para mejorar continuamente la dinámica que se da entre las personas que lo conforman. (Barrio, 2005, p. 22).*

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.

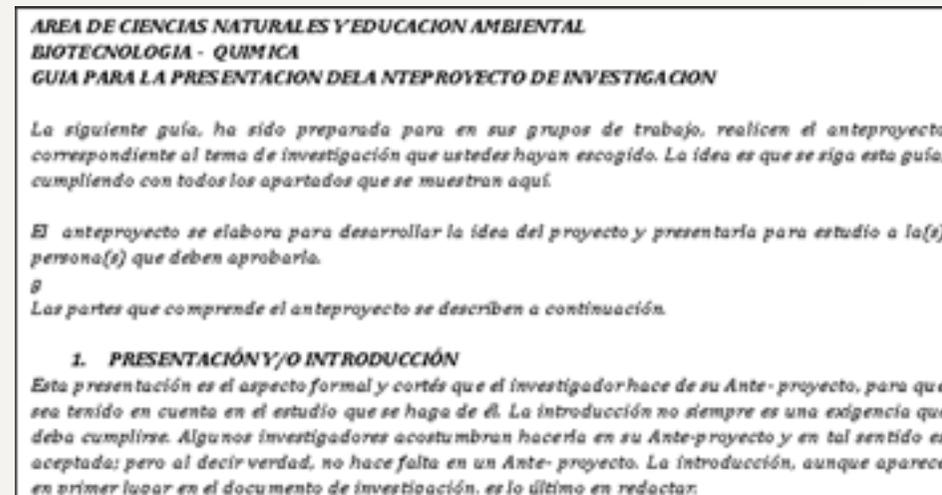


Figura 3

Apartado de la guía para la formulación del anteproyecto, una vez puesto en común con todos los grupos de trabajo. La guía consigna la forma en que se debe presentar la introducción, el planteamiento del problema, la descripción de éste, la delimitación del problema, la formulación del proble-

ma, los objetivos generales y específicos, la justificación, el marco teórico, la metodología, los recursos, los resultados, las conclusiones, el presupuesto, el cronograma y la bibliografía.

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 propuesta (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 salen aproximadamente 8 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, Invima, Sena de Mosquera, Instituto de Medicina Legal y 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 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 presente (2010), ya se han realizado visitas a la Planta de Lácteos de Alpina y a Bavaria. Se han programado otras cuatro visitas para el II 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).

Terminado el trabajo práctico<sup>14</sup> y realizado el tratamiento de resultados que amerite cada caso, se inicia la escritura del trabajo final y de 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 3 días, se llevó a cabo la presentación de los trabajos realizados.

### 3.2. 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 a 5pm) siempre bajo criterios de asistencia, manejo y producción, y desarrollo del producto. Las prácticas se dividen en cuatro grupos: lácteos, frutas, verduras y cárnicos<sup>15</sup>.

<sup>14</sup> Se hace referencia al trabajo de laboratorio que realiza cada grupo de acuerdo a la temática escogida por el grupo. 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.

<sup>15</sup> 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.

Una vez los productos son preparados, cada grupo diseña marquillas y logos e incian 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 enseñanza <sup>16</sup>.

## 2.4.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:

- **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 mí 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.

La siguiente es el ejemplo del acta de revisión del anteproyecto para el grupo de trabajo Manejo de residuos hospitalarios.

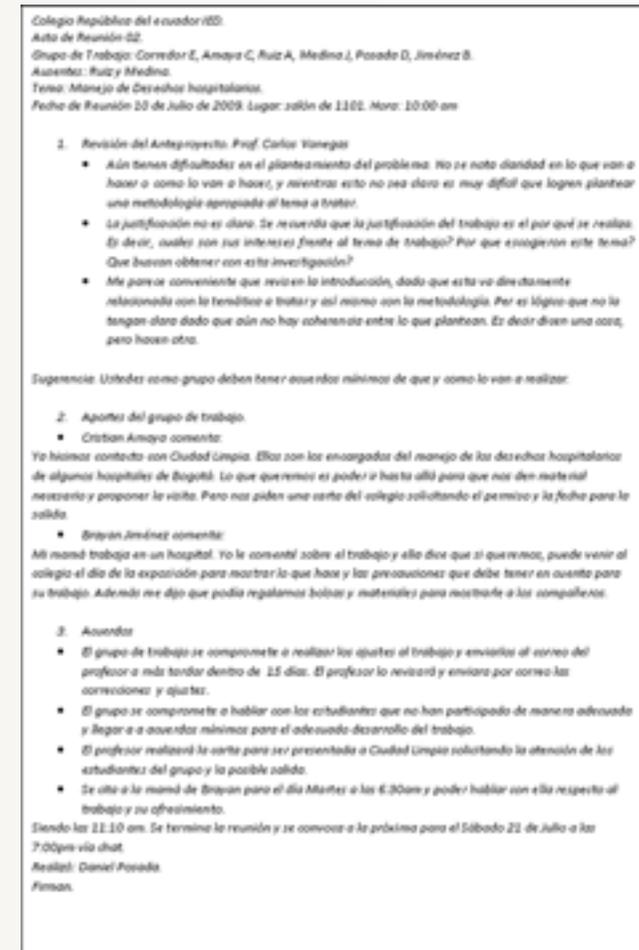


Figura 4. Transcripción del Acta de reunión 02 del grupo de trabajo Manejo de desechos hospitalarios.

En esta acta, se pueden observar dos partes importantes. Primero, están los comentarios que se hacen por parte del maestro al proyecto. Esto implica una exhaustiva lectura del trabajo entregado por los estudiantes. En esta revisión, por ejemplo, se hizo énfasis en el planteamiento y delimitación del problema,

<sup>16</sup> De acuerdo a lo establecido en la Ley 115, uno de los proyectos transversales corresponde al del manejo del tiempo libre. Así pues, qué mejor estrategia para mantener ocupado el tiempo de los estudiantes en una actividad académica que les permite a su vez aprender cosas nuevas para mejorar su calidad de vida. Estas prácticas de carácter agroindustrial se convierten en una estrategia de apoyo a la enseñanza, dado que las actitudes tanto del docente como de los estudiantes es diferente a la que normalmente se da en clase. Es mucho más cercana, más tranquila y de mayor acercamiento, lo que permite que todos los estudiantes prácticamente aprendan sin obligación.

que de alguna manera constituirá el eje central del proyecto. En ocasiones es difícil llevar a los estudiantes dado que la idea es que sean ellos mismos quienes se cuestionen de cómo se sienten y cómo van en el trabajo. Así pues, no se comenta de manera muy específica, sino que se dan pautas de trabajo y se indican posibles caminos a seguir. De igual forma, se hacen las correcciones a la justificación y a la introducción, haciendo énfasis en la relación que debe haber entre éstas y el resto del trabajo. Normalmente se presenta que algunos grupos proponen algo en la introducción, escriben otra en la justificación y el marco teórico no tiene relación. Entonces es necesario volver a encausarlos para que el trabajo fluya.

Segundo, el acta continúa con las apreciaciones de los estudiantes y los aportes que se hacen al trabajo. Se consignan las dudas y aclaraciones en caso de que se hagan. Y se termina con los acuerdos tanto del grupo como del maestro. Estos acuerdos son compromisos establecidos entre maestro y estudiantes para el adecuado desarrollo 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.

## 2.5.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 (8 días) para que los estudiantes entren y hagan sus respectivos comentarios. Personalmente es importante el hecho de que los estudiantes hagan esto, pues 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.

Por ejemplo, la siguiente entrada muestra la opinión de un estudiante frente a la importancia de la Biotecnología para el hombre.



Figura 5. Vista El blog de Biotecnología. Allí podrás ver la transcripción de la entrada del estudiante Arturo Lancheros.  
<http://corebiotecnologia.blogspot.com/>



Figura 6. Vista El Blog de Biotecnología. Se puede observar el video realizado por los estudiantes sobre el bocadillo.



Figura 7. Transcripción de algunas entradas al blog de biotecnología.

## CAPÍTULO 3. EL ENCUENTRO DE BIOTECNOLOGÍA

### 1.1 Encuentro de Biotecnología del Colegio República del Ecuador.

Los días 16 al 18 de Junio de 2009 se llevó a cabo en las instalaciones del colegio el 1ª Encuentro de Biotecnología. Este encuentro realizado por y para los estudiantes, se presentó como una estrategia para que ellos mostraran 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, el encuentro fue planeado de la siguiente forma: El primer día, después de la instalación y la bienvenida al 1ª Encuentro de Biotecnología del Colegio República del Ecuador por parte del Rector y el Coordinador de la institución. Cada día del Encuentro, fue organizado de acuerdo a la temática principal de los trabajos realizados por los estudiantes. Así, en este primer día el eje central fue la Biotecnología Ambiental, por lo que la conferencia magistral fue Manejo de aguas residuales

por el ingeniero ambiental Edwin Andrés Mancilla de la Alcaldía de Soacha.

Los trabajos presentados fueron:

- Aplicaciones biotecnológicas para la descontaminación del Río Bogotá. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales El Salitre.
- Manejo de residuos sólidos: El Relleno Sanitario de Doña Juana

Para el segundo día, la instalación fue realizada por el antropólogo. Andrés Mauricio Romero con la charla magistral Gestión del agua a cargo de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales El Salitre. El eje central fue Aplicaciones biotecnológicas a la salud, y en este marco los trabajos presentados fueron:

- Manejo de aguas residuales a cargo de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.
- Construcción de un filtro casero para el manejo de aguas residuales
- Vacunas, efectos y contraindicaciones en la actualidad
- Investigación y avances de nuevos antibióticos para el beneficio de la humanidad
- Estudio básico del diagnóstico prenatal (técnicas de diagnóstico no invasivas)
- Introducción al estudio del ADN para uso de la medicina forense en relación a actos delictivos.



Figura 8. Plegable de invitación al Encuentro de Biotecnología, diseñado por el equipo de trabajo del encuentro.(Parte 1)

Durante el tercer día, el eje central fue la Ética en Biotecnología. La jornada se abrió con la conferencia magistral intitulada ¿Qué son los alimentos transgénicos? Normatividad para Colombia, por la Doctora Adriana Castaño del Invima, y los trabajos presentados fueron:

- Alimentos transgénicos productos obtenidos por manipulación genética para el estudio de la salud y la supervivencia del hombre
  - Bioética e Biotecnología.
- Así mismo, el encuentro se 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.



Figura 9. Plegable de invitación al Encuentro de Biotecnología, diseñado por el equipo de trabajo del encuentro. (Parte 2)

### 3.2. Formación del 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 5 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 las figuras 1 y 2. Para esto, una vez recibidos los resúmenes de los trabajos

a presentar se distribuyeron teniendo en cuenta el tema central del trabajo<sup>17</sup>: 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.

### 3.3. 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 ganancias 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.

Esas etapas de las que hablo consisten en:

#### a. 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 aná-

<sup>17</sup> 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.

lisis 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.



Figura 10. Primera diapositiva de presentación para el proyecto Erase una vez los polos, que trabajó el calentamiento global y el derretimiento de los polos como consecuencia del mismo.

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.

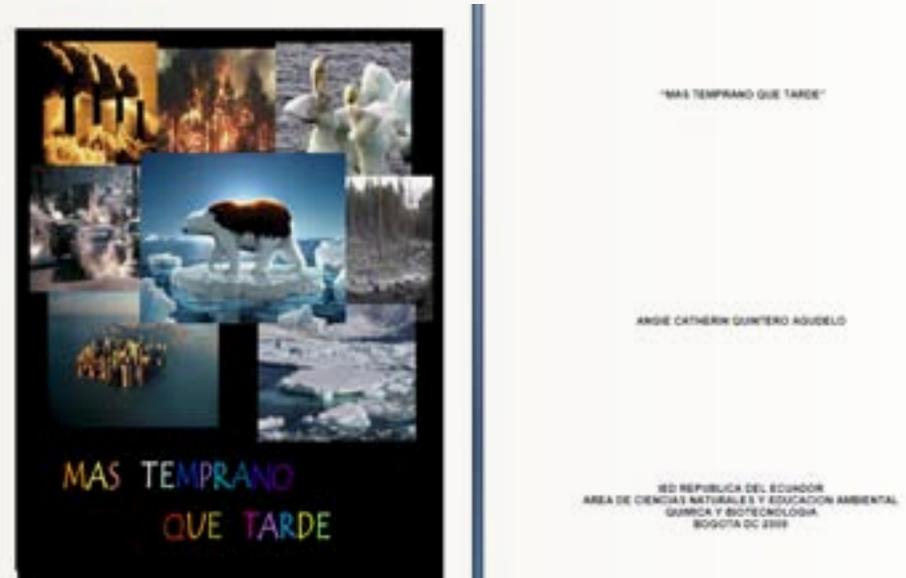


Figura 11. Portada y presentación del Trabajo de la estudiante Angie Quintero.

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. Grado 1002. Año 2009.

### **b. 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.

Anderson Buitrago. Grado 1101. Año 2009.

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

### **c. 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. Todos los grupos y yo, nos reunimos en la sala de audiovisuales, se dan las indicaciones apropiadas y se inicia la presentación de los trabajos. 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 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. Grado 1101. Año 2009.

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.

### **d. Presentación final**

Finalmente, y de acuerdo a los horarios y tiempos establecidos, los estudiantes se presentan 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 co-

legio 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 asistieran 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 realizado sirve y da frutos.

Ana Raquel Agudelo. Madre.

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 entregados (poster, CD y escrito final) se entregaron a la Biblioteca del colegio para que fueran debidamente catalogados, ya que se convierten en material de apoyo para los trabajos siguientes.

De igual forma, se organizó el nuevo equipo de trabajo, en función de la realización del II Encuentro de Biotecnología a realizarse en el año 2010, con una visión mucho más amplia de lo que se hizo por primera vez.

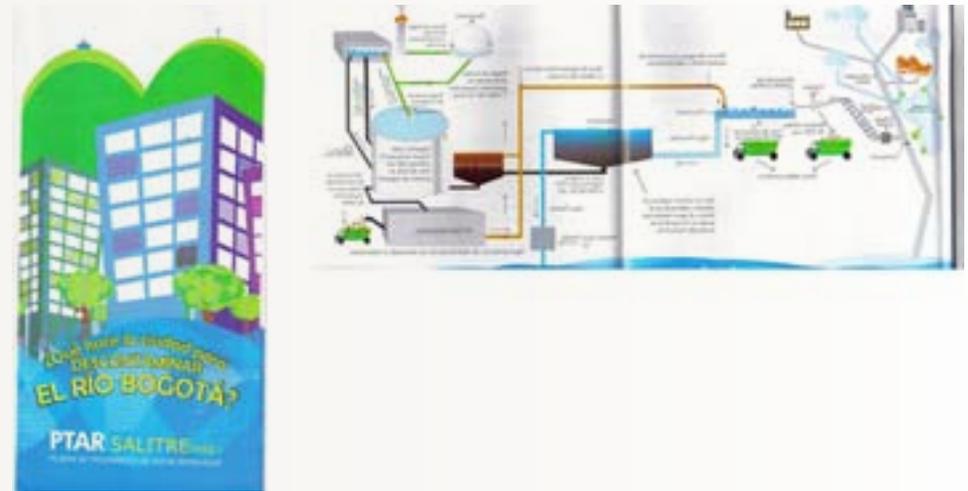


Figura 12. Plegable distribuido por el Acueducto de Bogotá, durante la conferencia Magistral Gestión del agua por la EAAB y la PTAR El Salitre.

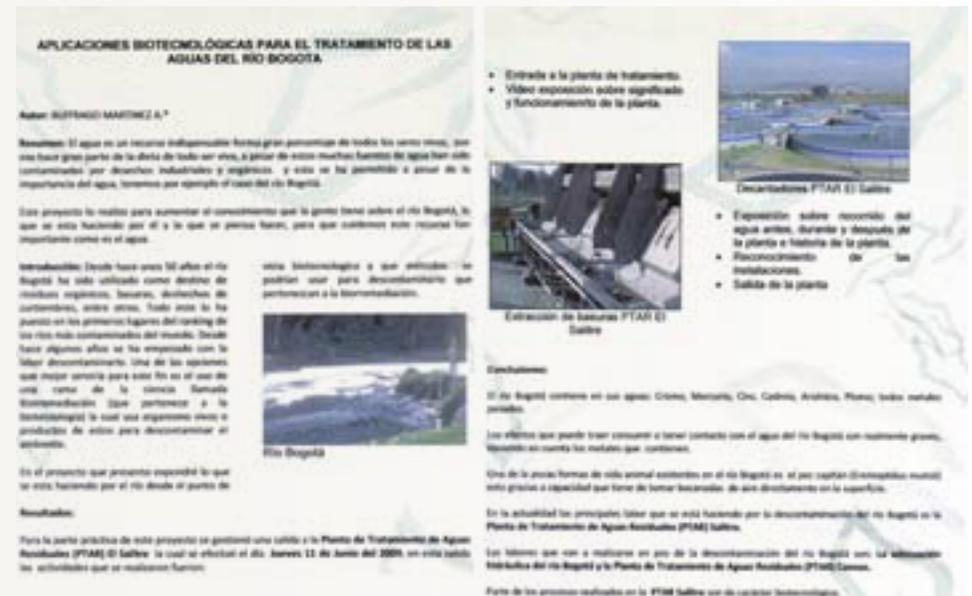


Figura 13. Detalle del Póster para el trabajo Aplicaciones Biotecnológicas para el tratamiento de las aguas del Río Bogotá, presentado por el alumno Anderson Buitrago.

## CAPÍTULO 4 . EL LABORATORIO DE ALIMENTOS

De acuerdo a lo comentado en el capítulo 2, uno de los enfoques del proyecto de Biotecnología, implica la formación en cultura para el trabajo. Esto es, el hecho de que los estudiantes aprendan 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.



Figura 14. Visita del Blog de Biotecnología en la que se observa el tema de trabajo Buenas Prácticas de Manufactura.

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. Es así como por ejemplo, en el año 2009 por iniciativa de los estudiantes que se encontraban en ese momento asistiendo a los laboratorios, y con dineros recolectados por ellos, se compró una estufa industrial; demostrando el interés de ellos por lo que se hace. Otro hecho, es el dinero. Realizar este tipo de prácticas 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 aún teniendo en cuenta que las prácticas se realizan todas las semanas los días martes y jueves de 2pm a 5pm.

Aún así, los estudiantes 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, sino que simplemente todos llegan. 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. Considero que es importante que se tenga en cuenta la historia, pues muchos de los productos que se consumen en nuestras casas, hechos por nosotros mismos no son originarios nuestros sino de otros lugares, y es necesario que se conozca la historia y evolución de los mismos.

De igual manera se da la receta completa y se resuelven las dudas del caso. Terminado esto, los estudiantes inician el trabajo.



Figura 15. Preparación de materiales para el trabajo de laboratorio. Así pues, se han diseñado una serie importante de prácticas de laboratorio de la siguiente manera:

### 1.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 leche, sabajón y leche condensada.



Figura 16. Formulación para el Kumis, preparado en el laboratorio. Imagen tomada del recetario preparado por los estudiantes.

### 2.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, bocadillo.

Veáse por ejemplo para la producción de bocadillo <http://www.youtube.com/watch?v=JBVGH1zDEEg>, o ingrese al blog <http://biotecdelecuador.blogspot.com/>.

### 3.Encurtidos

Dentro de este grupo, trabajamos 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.

#### 4. 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 4 o 5 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 miniempresa, asignándole un nombre al grupo y diseñando 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).



Figura 17. Formulación para la leche condensada, preparada en el laboratorio. Imagen tomada del recetario preparado por los estudiantes.



Figura 18. Portada del recetario preparado por el grupo JORDICA. Este mismo logo fue empleado en las etiquetas de los productos.

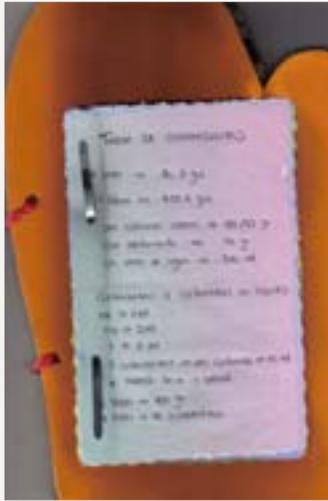


Figura 19. Tabla de conversiones empleada en el recetario del grupo de trabajo “Sabrosuras de casa”.

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. Estudiante Grado 1102.

En el momento, algunos estudiantes están realizando y vendiendo productos desde su casa junto a sus padres o familiares.

Nosotros hacemos ahora kumis y yogurt y en frasco de 1 litro y lo vendemos a algunos familiares y conocidos. Esto nos ha permitido tener una entrada extra que es utilizada para los buses de mi hijo a la universidad y otras cosas que el necesite. Realmente ha sido muy beneficioso lo que el profesor Vane-gas les ha enseñado, no solo por la plata sino porque nuestros hijos necesitan aprender cosas que les sirvan, que puedan utilizar. Yo no fui a las clases del profesor, pero mi hijo me traía las muestras de lo que hacían y luego me enseñó. Ahora trabajamos los dos. Madre de Anderson Buitrago. Grado 1101. Año 2009

## CIERRE

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.

Cabe resaltar, que en este momento el colegio se encuentra en el procesos de la reorganización de la enseñanza por ciclos, lo que ha hecho que se revisen los planes de aula y área, así como el PEI, y donde el Proyecto de Biotecnología ha sido un factor importante en el mismo. Por tal, se planean realizar los ajustes necesarios para que la Biotecnología sea enseñada en primera instancia desde grado sexto y esperamos que a futuro desde grado cero.

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.

Es también importante resaltar que este tipo de experiencias sólo buscan estrategias para que los estudiantes aprendan más, pero que los saberes aprendidos en la escuela perdurarán y serán útiles toda la vida.



## BIBLIOGRAFÍA

- Barrio, Nelson (2005). El Aula un escenario para trabajar en equipo. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- Casas, M (2002). Virtualizacion de universidades y programas tradicionales a distancia en Iberoamérica. Virtual Educa 2002. Disponible en: <http://www.virtualeduca.org/virtualeduca/virtual/actas2002/actas02/1106.pdf>. Diciembre 2008.
- Dewey, John (1998). ¿Qué es pensar?, en Cómo pensamos. Nueva exposición de la relación entre pensamiento reflexivo y proceso educativo, Barcelona, Paidós <http://www.slideshare.net/hemose26/qu-es-y-por-qu-hay-que-superarel-analfabetismo-cientifico-presentation>
- Hessen Johannes (1977). Teoría del Conocimiento. Editores Unidos, S.A., México, primera edición,. 183pp
- Ministerio de Educación nacional (1994). Ley General de Educación 115 de 1994. República de Colombia.
- Perkins, D. N. (1992). Technology meets constructivism: Do they make a marriage? In T. M. Duffy & D. H. Jonassen (Eds.), Constructivism and the technology of instruction: A conversation (pp. 45-55). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Secretaría de Educación de Bogotá (2006). Hacia un Modelo de Formación Laboral en Biotecnología. Serie Estudios y Avances. Bogotá, Colombia.
- Villanueva, Julio. La Microbiología como motor de la Biotecnología. Revista electrónica cuenta y razón. <http://www.cuentayrazon.org>.
- Toro, Óscar Julián Sánchez; Ortiz María Cristina; Betancourt, Adriana Lorenza (2004). Obtención de ácido cítrico a partir de suero de leche por fermentación con *Aspergillus* spp.. Revista Colombiana De Biotecnología Vol. VI No.1 Julio 2004 43-54
- Tamayo y Tamayo Mario (1997). El Proceso De La Investigación Científica. Editorial Limusa - Noriega Editores. 4ª edición. México. .pp 34-48
- Unesco (2005). ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe Orealc/Unesco - Santiago. Impreso en Chile por Andros Impresores Santiago, Chile, enero 2005 459p.
- Vaccarezza, L. S. (2008). “Exploraciones en torno al concepto de cultura científica”. En FECYT, Resúmenes del Congreso Iberoamericano de Ciudadanía y Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología. Madrid. P. 110.
- Vilches, Amparo; Gil, Daniel (2004). La Contribución De La Ciencia a La Cultura Ciudadana. Publicado en la revista: Cultura y Educación, 16 (3) 259-272. Universitat de València



# AUTOR



Carlos Alberto Vanegas Prieto nació en Bogotá el 13 de Junio de 1971. Terminó sus estudios secundarios en el Colegio Distrital José María Córdoba. Después de haber adelantado sus estudios como Auxiliar de Enfermería en el SENA (Centro de Servicios Hospitalarios, Bogotá), trabajó en diferentes hospitales de la ciudad, pero la mayor parte del tiempo en el Hospital Universitario de San Ignacio, donde la pasión por el mundo científico le impulsó a continuar preparándose académicamente. Así, ingresó a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas donde culminó sus estudios en Licenciatura en Biología. Su inquietud constante y el ánimo por seguir adelante, lo llevó a adelantar estudios de Maestría en microbiología en la Pontificia Universidad Javeriana.

Desde el año 2000, se ha desempeñado como docente de Ciencias Naturales de la Secretaría de Educación del Distrito, en el Colegio Distrital República del Ecuador en las asignaturas de Biología, Química y Biotecnología, en donde ha desarrollado por los últimos tres años la propuesta Biotecnología: salud y vida en el CODRE.

El profesor Vanegas es también especialista en gerencia de Proyectos Educativos Institucionales de la Universidad Distrital, ha sido docente en el área de Microbiología de las Universidades Javeriana en Bogotá e INCCA, ha trabajado en el ICFES y junto con la Secretaría de Educación del Distrito ha participado en la preparación de los docentes de Ciencias Naturales para el desarrollo de pruebas objetivas, con el taller Aprendiendo a preguntar, aprendemos a evaluar.

