

# **POLÍTICA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE EL SALVADOR**

**Alberto Chiquillo**

Conacyt  
San Salvador  
El Salvador

Después de conocerlos a ustedes, un par de minutos nada más, me he quedado capacitando sobre que debiéramos mostrarles y de que debiéramos de hablar, y he llegado a una pequeña conclusión, primero les vamos a dar por escrito un texto preliminar que hemos diseñado de política nacional de Ciencia y Tecnología. No creemos ese documento definitivo porque debe ser ampliamente discutido y debe recopilar mayor cantidad de opinión de los distintos sectores involucrados, pero es un documento de trabajo, algo definido que les podemos mostrar.

La primera parte contiene la ley de creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, en la segunda sección van a encontrar el texto de Política Nacional de Ciencia y Tecnología, y luego, al final, una pieza de material impreso que es un vídeo show de esa misma política para esa presentación; ahora déjenme entrar en el tema.

Qué es el CONACYT en primera instancia, quién es el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología? Nosotros tenemos una ley de constitución que nos convierte en la autoridad superior en este país en el área de Ciencia y Tecnología, nuestro trabajo es formular la política nacional, dirigir esa política y tenemos algunas condicionantes, debemos orientar ese desarrollo y esa política a un desarrollo sostenido, económico y social. Adicionalmente a esa tarea, tenemos otra que no está escrita en la lámina y se refiere a la normalización, estandarización, control de calidad, certificación de calidad. Es un aglutinamiento de dos sectores muy grandes, Ciencia y Tecnología por un lado, en sí una combinación, y el área de estandarización. Es poco común pero se ha dado en nuestro país, es parte de la ley constitutiva, parte de la ley que nos rige, a la vez somos asesores del gobierno de El Salvador en el desarrollo de Ciencia y Tecnología. De esta pequeña descripción tenemos una tarea muy grande que desarrollar.

El CONACYT está compuesto por representantes de cuatro sectores principales, el sector público-gubernamental, el sector empresarial, con tres representantes de cada uno de éstos dos, el sector académico, principalmente universidades, con dos representantes, y el sector profesional con dos representantes.

Tenemos una multitud de representaciones de sectores que a veces presentan dificultades de trabajo, porque los intereses de trabajo son distintos y no solo eso, tenemos diversidad de orientaciones políticas; eso hace el trabajo más interesante por un lado, pero a la vez más difícil. Lo curioso, en quince meses de trabajar con este equipo, lo curioso es que cuando se trata de dilucidar problemas nacionales, el grupo se aglutina y se orienta a un objetivo nacional que trasciende intereses particulares, en gran parte de los casos.

Internamente, en el CONACYT estamos organizados de una manera simple, tenemos una Junta Directiva, un Director Ejecutivo, y cuatro departamentos, Financiamiento

de Proyectos del Desarrollo, Proyectos de Desarrollo y el Área de Normalización, ven ustedes de nuevo Ciencia y Tecnología en diversos proyectos de financiamiento y en el otro extremo el área de estandarización, que está formando parte del CONACYT por ley, más el área administrativa.

Esta es una imagen de cómo queremos ser; en CONACYT queremos ser una institución pequeña, queremos trabajar con terceros. Vamos a trabajar con contratos, significa que necesitamos personal de elevada calidad, por la misma razón necesitamos financiamiento adecuado. En nuestro gobierno existen escalas de salarios que se convierten en limitantes para obtener al personal mejor calificado; hemos logrado a pesar de todo que gran parte de nuestro equipo más reciente tenga grado de maestría, que hablen inglés y que trabajen en computadora, lo hemos conseguido y es un pequeño equipo que está empezando a funcionar y está colaborando mucho en la realización de este seminario. Ese es nuestro ideal, procuramos mantenernos lo más apegados posible a esta idea, y con esto tiene que ver también el deseo de crear una red de profesionales salvadoreños que estén en el exterior, y tomo esto porque en esta sala se estaba conversando sobre este tema. Nosotros no necesitamos repatriar, pero sí podemos consultar con nuestros profesionales donde quiera que estén. De ahí nuestro interés a la conexión Internet y a la red mundial. La repatriación, y en esto el doctor Castillo talvez tiene otras ideas, él insiste más en la repatriación, la vemos como un complemento posible, pero no como un objetivo imprescindible.

Es posible mejorar a este país, con ayuda que hay fuera, de parte de salvadoreños que se supone que le van a tener más cariño a esta tierra, y que no necesitemos que vivan acá, tenemos fondos para que vengan al país, para que vengan a estarse con nosotros una, dos semanas y regresen donde están trabajando y continúen allá. En cierta forma nos conviene que estén allá, porque ellos ya echaron raíces en países extranjeros más avanzados que nosotros, están en punta de lanza en cuanto a conocimiento e investigación, tienen ataduras y no pueden venir a establecerse definitivamente acá, por eso mismo vemos que para ellos es una gran forma, una forma muy excelente de expresión, de cooperación hacia su país de origen, sin tener que abandonar sus compromisos hechos en el exterior; básicamente vemos que no es imprescindible traer a la gente y repatriarla, pero sí es necesaria la comunicación con ellos y su participación en los problemas nuestros.

Ayer comentamos con el doctor Enrique Martín del Campo, de UNESCO, que nosotros acá en El Salvador, debíamos extender este concepto a nuestros vecinos, a Honduras, a Guatemala, a Nicaragua, Costa Rica, Panamá, y que cuando nuestros expertos no sean suficientes para resolver los problemas nuestros, entonces recurramos a los de nuestros vecinos, y si no hay en esta zona, recurramos a los más avanzados hasta que lleguemos a los muy avanzados. En esta forma nosotros le damos acceso a nuestra propia gente, es importante que nosotros le demos opción a nuestros propios profesionales de que se embeban de nuestros problemas y les busquen solución; esto tiene que ver mucho más con que reforcemos el concepto de nosotros mismos, nuestra capacidad técnica y científica para resolver nuestros problemas; esto tiene un concepto filosófico de trasfondo.

El CONACYT acaba de nacer; hemos intentado no crear una infraestructura de organización supercompleja, sino que estamos tratando de que cada uno de estos elementos que aparecen ahí como departamentos se conviertan en embriones de trabajo. Cada una de las personas que está ahí, jefes recién llegados, en junio de este año, está comenzando a desarrollarse para entender el problema y digerirlo a fondo antes de que les creamos subjefes y subsubjefes, y multitud de opciones bajo su control. Es una forma de proceder y la otra es tener asistentes en la Dirección Ejecutiva, tenemos una opción para comprobar si realmente tienen habilidad para el trabajo o no, y luego tenemos que estar dispuestos a cambiar; si alguien no nos funciona tendremos que sustituirlo. Las exigencias cambian, de modo que nosotros tenemos que jugar con un concepto distinto de movilidad. Dentro de este

preámbulo, nosotros nos proponemos proceder de la manera que está escrita en la gráfica, de forma evolutiva hacia algo más complejo.

Estamos pensando cómo conocer a fondo nuestro campo geotérmico, cómo resolver nuestro problema ecológico en el embalse del Cerrón Grande, o cómo sacarle mejor provecho a la naturaleza tan rica que tenemos. Para ello nosotros debíamos ser expertos en química, en energía solar, pero no son cosas que no están a nuestro alcance. Lo podemos soñar y más adelante, acercarnos a microchips, pero no debiera ser nuestro punto principal de acento y, otro concepto más, el tiempo es importante. Cuánto me va a tomar a mi desarrollarme en biotecnología? 15 años, y cuando esté desarrollado va a ser biotecnología lo importante como que es ahora o no?, nadie me lo puede decir.

Cuánto me va a tomar a mi desarrollar todo eso, comprar equipo, hacer un sistema basado en microelementos, cuantos años de trabajo y de inversión? y cuando llegue 15 ó 20 años después ya iré a estar yo fuera de lugar. Qué conclusión sacamos de esto? aquí lo que hay que acentuar es lo básico, es el conocimiento fundamental, es la esencia de ese conocimiento la que nosotros necesitamos no las aplicaciones en primera instancia. Cuando la gente tenga ese conocimiento preciso de lo que es fundamental, ellos van a crear las soluciones y yo estaré muerto.

## DISCUSIÓN

P/ A qué nivel político está situado el CONACYT, es decir, dentro del organigrama del gobierno? Ustedes tienen metas cuantitativas de inversión en Ciencia y Tecnología, metas que quieren alcanzar en los años, por ejemplo de formación de investigadores? quisiera, con base en mi experiencia en Colombia, recomendar que tengan mucho cuidado con la administración de los recursos. En Colombia, desafortunadamente, muchas instituciones han hecho más fácil conseguir el dinero que gastarlo; entonces hay que apropiarse la legislación para que los mecanismos administrativos sean lo más ágiles posible en cuanto a importación, compra de equipo, etc..

Alberto Chiquillo

Tengo la impresión, y ustedes perdonenme si me equivoco, no se sientan tocados en su persona por favor, de que los excelentes investigadores en general son malos administradores. Se requiere una habilidad especial adicional al ser un buen investigador para lograr administrar fondos abundantemente, o sea, uno le tiene que dar interés al dinero que le dieron en cierta cantidad y utilizarlo en un término razonable, de acuerdo a objetivos, a la vez que es un excelente investigador loco por el átomo y el microchip, por ejemplo.

Esa mezcla es difícil de generar, y por esa misma razón es difícil crear otro personaje, que se llama administrador de proyectos, que no sabe nada de Ciencia y Tecnología o muy poco, que sólo sabe administrar, porque este tipo no entiende cuáles son los problemas ni la mentalidad del investigador. Entonces tenemos que ir buscando la forma de utilizar los investigadores en la administración y darle otra forma de expansión científica y técnica para que no se asfixien y no se ahoguen en lo administrativo, sino se frustran. Estoy de acuerdo en que hay que hacer un seguimiento de los fondos porque es muy fácil pedir para una investigación y luego encontrarse con que no gasta ese dinero. En América Latina ese es nuestro gran problema: tenemos que andar detrás del investigador para que se gaste los fondos que pidió y esto que solo pidió veinte, veinticinco mil dólares por año, pero no se los puede gastar. Además me obligan a prever lo que voy a hacer dentro de dos años. Yo quiero hacerlo mañana, pero cuando vengo a recibir los fondos han transcurrido dos años y ya

estoy en otra cosa, pero tengo que gastarme lo que me dieron. Esto no es simple, pues el financiamiento y el seguimiento de proyectos no es una cosa simple, pero valga el comentario pues de que en el fondo se trata de la dificultad de combinar las características que requiere administrar fondos y a la vez ser un buen investigador. Con respecto a lo otro, nuestra posición dentro del gobierno es en el Ministerio de Economía. Somos una entidad autónoma descentralizada.

Autónoma en el sentido de que nosotros tomamos nuestras propias decisiones, lo hacemos en consulta con muchos sectores, pero somos autónomos, y debo decirles hasta cierto punto con mucha satisfacción, que ya tengo 15 meses de haber regresado de Estados Unidos, y hemos sido completamente respetados en cuanto a nuestras decisiones. Lo que estamos haciendo y como lo estamos haciendo, no ha recibido ninguna injerencia directa o ningún efecto de fuerza.

No recuerdo con precisión la segunda pregunta, las metas cuantitativas no las hemos establecido aún; el trabajo de diez años de previsión ha sido cualitativo y más bien si hemos establecido cifras, son cifras imaginarias todavía, lo que nosotros creemos en nuestro mejor saber y entender, lo cual puede estar muy equivocado.

Lo que pensamos hacer es involucrar a expertos de países avanzados que nos ayuden a dilucidar lo que nosotros queremos hacer, a cuantificar cifras, a establecer cantidades de dinero para un proyecto específico. Ahí necesitamos ese apoyo de la mayor experiencia.

Hemos partido de un concepto, primero nosotros hacemos nuestro ejercicio en casa y buscamos analizar nuestros problemas, y entenderlos y cuando tenemos algún esquema de solución, lo discutimos con quienes vienen de otro país con otra experiencia. Nuestro punto de vista es que si nosotros no sabemos qué es lo que vamos a hacer, cómo lo van a saber otros que no conocen nuestro país, y, ustedes perdonen, tendrán mucha experiencia en muchas cosas, pero el local, la localidad es bien importante, cómo se comporta la gente y cuáles son las condiciones locales, de modo que sí podemos hacer uso de esa gran experiencia y ponerla en servicio de una búsqueda de soluciones realista.

P/ En todos los países de Latinoamérica ustedes tienen CONACYT, Ciencia y Tecnología juntos, eso no ofrece alguna oportunidad, para conseguir financiamiento para sus proyectos para el gobierno a través de organismos internacionales y la industria y el sector privado?

Alberto Chiquillo

No veo una manera fácil de conseguir el dinero del sector privado, pero para conseguir el financiamiento de Organismos Internacionales hemos propuesto y estamos proponiendo concentrarnos en el área de Ciencia Aplicada y Tecnología más que en la de ciencia, por si tratamos de enfatizar la ciencia, en vez de la tecnología, posiblemente vamos a unas restricciones de nuestro propio gobierno, personas que no pueden ver, que tan lejos puede ir la ciencia, porque para ellos, viendo esto como posición política va a ser demasiado tardía para cuando los resultados surjan, así que para corto término, mi respuesta es que no podemos contar con el apoyo, por lo menos no de una manera completa.

P/ Doctor Chiquillo, en primer lugar permítame felicitar al CONACYT por su intermedio, por el esfuerzo que están realizando y a usted por la claridad con que lo ha relatado. En el Perú hemos atravesado un período terrible de desorden, parecido en cierta forma al que ustedes también han vencido y estamos reagrupándonos con la idea de ganar el tiempo perdido, recuperarlo en la forma más eficiente. Para intercambiar experiencias y quizá posibles soluciones, el primer problema que nosotros enfrentamos es el de reconstruir la Universidad que ha sido completamente desvestida de sus mejores investigadores, de sus

mejores profesores, en los 10 años de crisis que hemos tenido. Probablemente se han perdido más del 80% de los profesores buenos y, como para cualquier programa de Ciencia y Tecnología, es fundamental el personal, el personal hay que formarlo. Por tanto nuestra primera prioridad estará dirigida a tratar de formar o recuperar nuevos profesores, ofrecerles condiciones dignas para poder retenerlos en la Universidad, porque de nada sirve formarlos o recuperarlos y no poder retenerlos por el tiempo que necesitamos para que funcionen, esto es por toda la vida. Esa es nuestra preocupación fundamental y desde luego es muy difícil porque en el interim han surgido alrededor de 15 nuevas universidades privadas, para un total de 53 universidades, que no solamente han sustraído profesores de las universidades estatales, sino han acentuado la división social que existe en el Perú. Las universidades privadas cobran pensiones altas, y ahora tenemos al estudiantado peruano dividido entre los pobres que no pueden pagar y los otros que sí pueden pagar.

Así se destruye a la universidad como un lugar de encuentro, donde la gente aprende a respetarse por lo que sabe, por lo que puede hacer y no por lo que sus padres tienen. Este es entonces, un desafío que posiblemente, por lo que he oído aquí, en los pocos días que llevo, es parecido al que ustedes enfrentan.

Alberto Chiquillo

Muchas gracias por sus comentarios. Realmente pensamos que la capacitación es un elemento central, pero aquí, hemos tenido que tomar una decisión, incluso al hablar a ustedes.

Si tenemos un objetivo 50 años plazo, qué hago?, describo todo el camino que hay que hacer, las 10, 15, 20 etapas que hay que recorrer o solo describo las primeras de todas las líneas de trabajo que hay que realizar? mi decisión ha sido, mejor describamos todas las líneas iniciales de trabajo y cuál es el primer paso que hay que dar en cada una de ellas y el resto dejémoselos a los que vienen. Es un punto de decisión, capacitación, sí, pero si yo oriento mi actividad a resolver problemas reales del sector productivo y capacito en ese campo, entonces mi visibilidad como institución del gobierno o privada es mucho mayor.

El resultado es palpable o es bueno o es malo, sirve o no sirve, el éxito depende si sirve o no sirve y eso asegura a una institución para continuar su trabajo. Por lo tanto, el esfuerzo lo concentro en lo que surge como actividad inmediata visible, vendible, a nivel incluso político. Tengo que mencionarlo porque los fondos no vienen de otra parte, los fondos son decisión política y si yo no respondo a esos esquemas del momento, entonces no tengo fondos y no hay investigación, ni hay capacitación. En lo que no estamos de acuerdo es en capacitar por capacitar, es decir, en establecer cifras generales, necesito 100 biólogos, o necesito 25 físicos, etc., no pensamos que ese sea el camino, dicho de otra manera, pensamos que si hay que ir resolviendo problemas tenemos que aprender haciendo.

P/ Yo quisiera saber Doctor Chiquillo, qué importancia da el CONACYT a la transferencia tecnológica a través de los documentos de patentes de inversión ?.

Alberto Chiquillo

Yo diría que esa es parte de nuestro estudio. Dentro de lo que es el CONACYT existe una sección, les dije de estandarización; esa sección comprende también análisis de patentes, y esto que les voy a decir tiene que ver con otra idea; en un país como éste, qué hacemos?. Seguimos la trayectoria de desarrollo que ha seguido el mundo tecnificado hoy o damos saltos, en algunas cosas?, la respuesta inmediata es, tenemos que saltar, no podemos hacer todo, es decir, quemar las mismas etapas, pero, y aquí está un pero muy grande, para dar un salto efectivo, hay que estar bien preparado, hay que educar bien; qué significa educar bien?

definámoslo, no lo vamos a hacer aquí nosotros, pero sí es un conocimiento preciso, un conocimiento básico, fundamental, bien transmitido; esa es la base para poder continuar, sino al intentar dar un salto, me caigo.

P/ Un minuto para hacer un comentario para que mi pregunta cobre sentido. Ciertamente los problemas de nuestros países son tan urgentes que reclaman sino soluciones, por lo menos acciones prontas y este proceso de Ciencia y Tecnología, obviamente es complicado por dos razones. Primero, porque estamos jugando con la primera libertad de una persona, que es la libertad de pensar y segundo porque estamos contrastando un sistema de economía de desarrollo centralizado donde pensamos que podemos utilizar en forma utilitaria la mente de las personas y una economía abierta donde la creatividad se manifiesta espontáneamente. Entonces en forma específica mi pregunta es: usted conceptualiza el CONACYT como el canal para que la comunidad científica salvadoreña sepa qué es lo que está pensando el gobierno o el canal para que el gobierno sepa qué es lo que la comunidad científica está pensando o esperanzadoramente como el mecanismo para que esos dos casos tengan un espacio y una oportunidad de pensar con calma y objetividad, a pesar de que los problemas urgentes requieren acciones no menos urgentes?.

Alberto Chiquillo

La tercera claramente. CONACYT no ha venido a resolver los problemas de Ciencia y Tecnología de El Salvador, son ustedes los científicos salvadoreños los que los van a resolver, no yo. Yo como persona no puedo dominar todo el campo del conocimiento, ustedes dispersos sí lo pueden hacer; son ustedes los llamados a resolver los problemas, no yo, yo puedo canalizar fondos y orientar, pero en el fondo son ustedes los que lo deben hacer y por la misma razón son ustedes los responsables, no yo. El gobierno entonces, si ustedes quieren interpretarme como una entidad de gobierno y como un mensaje del gobierno, no tiene una posición impositiva en lo que estamos haciendo en Ciencia y Tecnología. Necesitamos y queremos, lo hacemos, oír la opinión de los involucrados, creemos que es un problema muy complejo. En lo que sí insistimos es que esto no tiene soluciones inmediatas, no existe medicina que nos pueda curar en un tiempo relativamente corto y no hay forma de evitar que esto nos tome tiempo y nosotros estamos dispuestos a reconocer nuestros errores. Si en lo que les digo, lo que está escrito, hay errores, los corregimos, ustedes nos dicen que hay un error de concepto o hay un error en este planteamiento, lo conversamos y si llegamos a un acuerdo, nosotros lo transformamos, incorporando la opinión de los otros a nuestro trabajo.

Nuestra posición es eminentemente centroamericanista. Según conversábamos ayer con el Dr. Enrique Martín del Campo, nosotros quisiéramos generar algunas ideas de proyectos realizables a nivel centroamericano; no tenemos pues la intención de hacerlo solamente como salvadoreños. Esto puedo asegurarles que lo he compartido a nivel de nuestro gobierno muy arriba. La idea nuestra es desarrollar una actividad que sirva a todos y que ayude a todos nuestros vecinos. Ese es un concepto que llevamos dentro, ese es nuestro proceder. Ahora en cuanto a ciencia-tecnología, mientras más nos acercamos a la ciencia, más generalizable es en la región y en el mundo y más dispuestos estamos a compartir, mientras más nos acercamos a la tecnología, más difícil es compartir. Por lo tanto, todo aquello que tienda a ser regional o inclusive superregional o mundial va adquiriendo la calidad de ciencia y cada vez más básica y lo que tiene interés local es la tecnología. Nuestro manejo de las dos cosas no puede ser el mismo, porque cuando llegamos a la realidad, aunque nos ofrezcan el cielo y la tierra no llega a nosotros lo que esperábamos recibir, hasta entonces nos damos cuenta que la realidad es otra. No caemos en ese error nosotros, sabemos muy bien donde estamos y sabemos que en el área tecnológica existe mucho interés individual localizado; estamos conscientes y nosotros no nos molestamos por eso, pensamos que así es y así es, así somos los humanos, ni siquiera grupos determinados, así somos

todos los humanos, cuando podemos sacar un beneficio, lo defendemos con dientes y uñas, cuando podemos compartir sin tocar nuestros intereses, compartimos alegremente y así la ciencia, en donde el conocimiento, realmente, es humano, es un subconjunto en el cual yo puedo compartir sin ponerme en peligro.

En cuanto a los consejos superiores universitarios y a las universidades en sí, en el CONACYT, tenemos que crear una serie de estructuras, pero tenemos apenas, prácticamente 15 meses de estar trabajando y no hemos llegado a ello todavía. Existe un proyecto de reglamento y una ley para crear estructuras que van a incorporar entre otras a las universidades nacionales. Usted hablaba de 53 universidades en Perú; en El Salvador tenemos 58 en formación, en El Salvador con 6 millones de habitantes y 24 mil km<sup>2</sup>. Usted tiene ahí un fenómeno digno de análisis, pero eso solo en El Salvador, a nivel centroamericano existe por supuesto un grupo de universidades que en un momento dado estará representado en forma conjunta como Centro América. Y pensamos que a nivel regional podremos desarrollar algún trabajo en común, es nuestra intención.

P/ Dado el tiempo seré muy breve. El problema de la Ciencia y la Tecnología tendrá que enfrentarse desde su raíz; si nos vamos por el tallo cometeríamos errores; uno es que los gobiernos, no sólo en El Salvador, sino en el área Centroamericana, no han considerado la Ciencia y la Tecnología como una variable de desarrollo, la han considerado como un ente paralelo, de tal manera que el sector empresarial no se ha visto obligado a invertir en investigación. En tanto han estado protegidos con un modelo de importaciones que les ha permitido producir cualquier cosa, menos calidad, porque todo hay que comprarlo. Hay que verlo a esa luz, a la luz de los macros, es un grave problema en el área y que ha sido lastimosamente protegido por organismos como el Fondo Monetario Internacional. No ha habido necesidad de invertir en nada, por que cualquier cosa se vende; eso ha propiciado una relación no correcta entre el sector académico, la industria y el gobierno. Esos son los tres actores principales que deben reunirse, y yo diría que debe de ser a corto plazo, porque cuando no sea a corto plazo ya tenemos colonia. Lo otro es que el gobierno no invierte en la educación; los gobiernos latinos, particularmente El Salvador, no invierten en la educación, le ponen obstáculos al desarrollo educativo, se habla de desarrollo, cuando los docentes de la Universidad de El Salvador, que ha sido intervenida sistemáticamente, ganan trescientos dólares, después de quince años de trabajo. No se sabe de que desarrollo se está hablando, y se boicotean todos los proyectos de desarrollo. Brevemente quiero decir que es importante invertir en la educación y que el sector civil tiene que proponer al país, me refiero a las universidades, al CONACYT, a los gremios profesionales, un proyecto de desarrollo para que en el la Ciencia y la Tecnología sean un factor fundamental. Y creo, para finalizar, que ahí tienen que hablar muy de cerca con la Universidad de El Salvador. Tenemos mucha experiencia en eso, lastimosamente tenemos grandes problemas económicos para comunicar lo que realmente quisiéramos.

Alberto Chiquillo

Quizá mi memoria es lineal y siempre tomo lo último, primero. Me refiero a lo último que decía con relación a la Universidad de El Salvador. Creo que es cierto. Nosotros aceptamos que nuestro trabajo para establecer nuestra propia infraestructura y hacerla funcional no nos ha dado suficiente tiempo para discutir a fondo con cada una de las universidades, no solo con la Universidad de El Salvador. Reconocemos que necesitamos un contacto mayor y lo haremos; esperamos en el transcurso del 95, tener una actividad mucho más cercana con las universidades. En cuanto al nivel de inversión, ciertamente, los niveles de inversión son bajos, relativamente hablando, en el área educativa. Traigo, solo para información, algunos lo saben ya, que el nivel de recaudación de impuestos en este país, lo ha dicho recientemente el Ministro de Hacienda, está en el orden del 9% del Producto Interno Bruto (PIB). En un proyecto que presentó CONACYT para la Ciencia y Tecnología

en El Salvador, y se hizo antes de que yo viniera a este país en junio del 93, se hablaba de que el gobierno debía de dedicarle el 1% del PIB a la Investigación en Ciencia y Tecnología, pero cuando se recauda solamente el 9% del PIB, cómo vamos a exigir que un noveno de lo que se recauda se dedique a Ciencia y Tecnología?.

# **DESARROLLO DE LAS CIENCIAS EN LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**Marina de Tobar**

Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador  
San Salvador

Tanto en las intervenciones del día de ayer como en este día, se han abordado algunos aspectos y espero no resultar repetitiva, dado que hay mucha afinidad en los temas. El tema que me corresponde es “El Desarrollo de la Ciencia en la Universidad de El Salvador”, un tema que a mi manera de ver nos queda un poco grande. Voy a explicar la situación: La ciencia en términos generales en nuestro país, en nuestro contexto histórico, con la experiencia que hemos vivido, prácticamente ha sido perseguida como se persigue a un político que no está de acuerdo con el sistema o con el gobierno que en ese momento está imperando; me atrevería a decir que nos ha tocado trabajar en la clandestinidad, con muchos problemas, con muchos obstáculos, y eso es muy cierto para la Universidad de El Salvador.

La Universidad de El Salvador es la principal institución de educación superior, la más antigua, la que atiende la mayor cantidad de estudiantes. Nosotros atendemos más de la mitad de la población estudiantil universitaria. De tal manera que la universidad es fundamental para el desarrollo económico y social de nuestro país. En el transcurso de los ciento cincuenta y cuatro años de vida de la universidad, se han dado muchas situaciones que nos han impedido o les impidieron a las personas en aquel tiempo, poder cumplir plenamente con las responsabilidades que tenemos con el pueblo salvadoreño, por diferentes causas, ya lo decía ayer el doctor Castillo, desastres naturales, la mano del hombre, terremotos, incendios y, lo que nos ha causado mucho daño, las intervenciones militares, tomas prolongadas por cuatro años o más, lo que nosotros hemos llamado, y creo que ustedes lo conocen, la universidad en el exilio. Tenemos entonces la historia llena de muchos obstáculos, muchos problemas, pero aún así, estamos acá.

Naturalmente esto ha frenado, ha impedido el desarrollo académico y científico de la universidad, y por lo tanto, de nuestro país, lo que incide también a nivel regional. Desde su creación, la formación de profesionales en la universidad ha estado orientada básicamente a la formación de profesionales para carreras liberales, médicos, abogados, ingenieros, etc.. Para que se tenga una idea de la poca importancia que se ha dado al desarrollo de las Ciencias Naturales en la Universidad de El Salvador, baste conocer que en la Universidad, la Facultad de Ciencias y Letras fue fundada en 1870 y fue suprimida a los nueve años. En 1948 el doctor Carlos Llerena, Rector de aquel momento, fundó la Facultad de Humanidades, quince años después, en 1963, fueron fundados los Departamentos de Ciencias Naturales y Matemáticas para luego constituir el primer Instituto de Ciencias Naturales y Matemáticas, que ha habido en el país.

Ese fue un período de mucha producción científica, tuvimos investigadores de otros países que estuvieron apoyando el trabajo nacional. Hay productos de ese trabajo, lamentablemente eso es historia. Pero en 1977, los Departamentos de Ciencias Básicas fueron disgregados en tres Facultades; los departamentos de Física y Matemática en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Biología en la Facultad de Ciencias y Humanidades, y

Química en la Facultad de Química y Farmacia. De esa manera prácticamente se atentó contra el desarrollo que venían teniendo las Ciencias, hasta algunas carreras llegar a estados críticos, tal es el caso de Física y Química, sobre todo.

Cuál es nuestra situación actual? desde esa época de 1977, transcurrieron casi trece años, todo el período crítico de la guerra, hasta que de nuevo el 5 de noviembre de 1991, el Consejo Superior Universitario, creó el Instituto, recreó, por decirlo así, el Instituto de Ciencias Naturales y Matemáticas, y en enero de 1962 se aprobó su funcionamiento como Facultad.

La Facultad tiene como objetivo general la formación científica y tecnológica de los futuros profesionales, que les permita contribuir a la solución de los problemas, y al desarrollo científico y tecnológico del país, así como el de velar porque las disciplinas científicas se impartan adecuadamente en las diferentes Facultades de la Universidad. Además planificar, desarrollar y promover la investigación básica y aplicada en función de las necesidades de nuestra realidad. También tiene como objetivo contribuir al desarrollo del sistema educativo nacional en el área de las Ciencias Naturales y Matemática.

Cuáles son los problemas que enfrentamos en el desarrollo de las ciencias en el país y en la universidad? Lamento en este momento disentir un poco con lo planteado por el doctor Chiquillo, en el sentido de que no hay planes de desarrollo o al menos no se dan a conocer planes de desarrollo que orienten e impulsen el desarrollo de la ciencia y la tecnología para mejorar las condiciones de vida del pueblo salvadoreño, principalmente de las grandes mayorías desposeídas de salud, alimentación y educación. El CONACYT, decía el doctor Chiquillo realmente, es joven aún, nos falta entonces que mantengamos una comunicación más estrecha, porque esas políticas de ciencia aún no las conocemos.

Hay también desinterés del Estado en apoyar el desarrollo de la ciencia y la tecnología, lo que se refleja, entre otras cosas, en la falta de apoyo financiero, otorgamiento de presupuestos que no cubren ni siquiera las necesidades mínimas de funcionamiento, tal como ocurre con el presupuesto que le han venido negando y escatimando a la Universidad de El Salvador, en el cual violando la autonomía de nuestra universidad, se ha venido negando la inclusión de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, como unidad presupuestaria.

Y esto a pesar de que es en la Universidad de El Salvador, en donde funciona la única Facultad de Ciencias en el país. Otro de los problemas es la desvinculación, el divorcio entre los sectores productivos privados, las instituciones gubernamentales y la Universidad, de tal manera que el poco trabajo que se hace carece de trascendencia. No incidimos, el esfuerzo es disperso, aislado, lo cual va en detrimento del desarrollo económico del país, y en beneficio de los países desarrollados, de los cuales somos cada vez más dependientes. No hay conciencia de que el desarrollo de las Ciencias es prioritario, es fundamental para el desarrollo económico y social, y por lo tanto, para el desarrollo humano del que tanto se habla en este momento. En el país no se quiere reconocer que la Universidad de El Salvador es la principal depositaria del conocimiento, de su difusión, de su transformación y que la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas es fundamental para el desarrollo de las ciencias en nuestro país, y tanto, o más grave aún, es que, lamentablemente, al interior de la Universidad se ha bloqueado y en muchos casos, se sigue obstaculizando el desarrollo de las disciplinas científicas básicas.

Desde su creación, en la Facultad se vienen realizando permanentes esfuerzos de sobrevivencia para establecer los cimientos para su futuro desarrollo; no fue sino hasta el mes de julio de presente año, que nos fue aprobada una asignación presupuestaria, insuficiente para cubrir necesidades básicas de funcionamiento, desarrollo y la proyección

que tiene que tener para poder cumplir adecuadamente con los objetivos y funciones que como Facultad de Ciencias le corresponden para dar respuesta a las necesidades de nuestro país. En esta unidad, de manera indiscutible, se concentra el núcleo multidisciplinario más importante para el desarrollo de la ciencia en nuestro país, a pesar de que históricamente se le ha bloqueado. Si a esta Facultad se le hubiese dejado desarrollar, otra sería la historia que tuviéramos en nuestro país, a lo mejor ni guerra hubiera habido, porque sabemos cuál es la base, y cuáles son los problemas que generaron la crisis que vivimos y sufrimos por tantos años.

Con base en lo expuesto, la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática es prioritaria para el desarrollo de El Salvador y tiene que tener un lugar protagónico, pero para lograrlo es necesario que tanto el gobierno, como la empresa privada, e incluso los organismos de gobierno universitario, se convenzan y reconozcan que es vital el apoyo a esta unidad, y crear las condiciones que permitan el desarrollo de la ciencia. De igual manera es necesario el apoyo concreto de la Cooperación Internacional, la relación, mediante convenios, con otras universidades y organismos afines nacionales e internacionales, que permitan ir consolidando y desarrollando a la Facultad, para que cuente con la infraestructura adecuada, equipos y materiales de laboratorio, con personal altamente calificado a diferentes niveles, y en las diferentes disciplinas necesarias para el abordaje y resolución de la multiplicidad de problemas de nuestro país, que son comunes, en muchos de los casos, a la región.

A pesar de la crítica condición de trabajo de la Facultad, se vienen impulsando cambios curriculares, en las ocho carreras que servimos, cuatro de profesorado (para profesores para nivel de educación media), y cuatro de licenciatura. A partir de enero de este año se está trabajando, con el apoyo de la Cooperación Española, en dos maestrías en Matemática, y recientemente se ha iniciado la organización de la Maestría en Educación Ambiental, coordinando esfuerzos con la Facultad de Ciencias y Humanidades, siempre con el apoyo de la Cooperación Española. Se están desarrollando trabajos en coordinación con instituciones gubernamentales, como por ejemplo: con CEL, con ANDA, que es la encargada de proporcionar el agua, en proyectos relacionados con energía solar, con el Centro de Desarrollo Pesquero, CENDEPESCA, en un proyecto financiado por la Comunidad Europea, en la que participan docentes y estudiantes, investigando ecosistemas acuáticos y terrestres de la zona costera, con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y con otras instituciones gubernamentales. Además se trabaja con comunidades rurales en diversos lugares del país, en proyectos relacionados con el medio ambiente, salud, alimentación, contaminación, desarrollo sostenible, etc. En el área de Química se han iniciado algunos proyectos, entre ellos extracción de productos naturales, síntesis de materiales poliméricos a partir de desechos agroindustriales, y el proyecto de seolitas en El Salvador.

Esto es una pequeña muestra de lo que, a pesar de la crisis que tenemos, se intenta hacer en la Facultad de Ciencias Naturales. Se está trabajando en forma coordinada con otras Facultades en proyectos de capacitación a profesores del sistema educativo nacional, lo cual se tiene proyectado ampliar y sistematizar en los diferentes niveles del sistema. Cuáles son los proyectos que creemos que como Facultad necesitamos para impulsar ese desarrollo?, en primer lugar, crear e impulsar maestrías y, a más largo plazo, doctorados en las cuatro disciplinas científicas.

Dada la crisis en que hemos vivido y el olvido en que se tenía a las disciplinas científicas en las Facultades de donde procedíamos, a las disciplinas científicas básicas, que dan servicio a las otras Facultades, no se les dio la importancia necesaria para capacitar, y especializar a esta gente, sino que prácticamente a los compañeros se les ha dejado para que sirvieran al interior de la universidad. Tenemos una crisis en ese sentido, necesitamos urgentemente capacitar a nuestro personal. También necesitamos desarrollar e impulsar la

investigación básica y naturalmente la investigación aplicada, integrar equipos inter y multidisciplinarios para la investigación, con base en las necesidades de nuestro país y de la región, establecer nexos de cooperación mutua con organismos e instituciones gubernamentales y privados, nacionales e internacionales a través de convenios para el desarrollo de la ciencia.

A nivel de la Universidad necesitamos y se está trabajando en esto, crear las condiciones para el desarrollo de la unidad de investigaciones científicas y tecnológicas. Al respecto se han hecho algunos intentos de crear estos centros de investigaciones, pero dada la falta de apoyo, dados los momentos históricos, en los cuales éstos se han intentado, prácticamente se ha fracasado en ese intento.

En esta nueva etapa histórica de nuestro país, estamos de nuevo tratando de impulsar para que el Consejo Superior Universitario, apruebe un Centro de Investigaciones Científicas, y no solo lo apruebe, sino que se busquen las vías de financiamiento, para que realmente pueda funcionar.

Cuál es la idea de este Centro de Investigaciones?, un centro en el cual todos los investigadores de la Universidad puedan realizar sus trabajos, y este proyecto va a ser ampliado en la próxima ponencia, para que ustedes se lleven una idea más concreta de cuál es nuestra aspiración en ese sentido.

De lo que he planteado resulta que hay muchas necesidades, y, a lo mejor vuelva a decirlo, pero lo voy a puntualizar, es urgente la construcción en el más corto plazo de laboratorios y en general de instalaciones adecuadas. Si ustedes tienen o han tenido la oportunidad de hacer un recorrido por el campus, encontrarán un lugar en ruinas, pero esta ruina es nuestro lugar de trabajo, tenemos los laboratorios en nuestra Facultad y en la mayoría de las Facultades, totalmente deteriorados, el poco equipo que tenemos es totalmente obsoleto, porque lamentablemente con las intervenciones militares, fue saqueado todo el material, todo el equipo que nosotros teníamos. El doctor Castillo explicaba ayer que hubo un período presidencial, a pesar que era militar, en el cual se dio apoyo a la Universidad y se logró avanzar un poco en la infraestructura, pero lamentablemente, lo poco que ha quedado de ese período fue destruido y lo otro se lo llevaron. Esto es urgente para nosotros; necesitamos para el desarrollo del país dotaciones de equipo y materiales de laboratorio, e impulsar la capacitación de personal en las diferentes ramas del quehacer científico.

También es urgente la contratación de personal para que las diferentes disciplinas puedan desarrollarse y atender sus funciones adecuadamente. Es importante y necesario que tanto el gobierno como la cooperación internacional inviertan en proyectos de investigación de interés nacional, que se apoye tanto la investigación básica, como la aplicada.

Hemos tenido casos lamentables. Por ejemplo, se ha transferido a veces tecnología o conocimientos de otros países; solo voy a mencionar un caso, tenemos un pez o pescado que acá comúnmente se llama guapote tigre, el ciclasoma managüense, éste es un pescado que en Nicaragua lo explotaban y, debido a que contiene mucha proteína, se creyó que era la panacea para colmar las necesidades de proteína de nuestro país, y para simple y sencillamente hacer investigación de las especies de nuestros cuerpos de agua, se trasladó a los cuerpos de agua de nuestro país, y éste es un pez carnívoro y diezmó nuestras poblaciones de peces nativos.

Es necesario también que se propicie la capacitación tanto interna como externa, el intercambio con científicos, etc., es necesaria también la recuperación de científicos nacionales que radican en otros países. Ya se ha mencionado que científicos salvadoreños, profesionales a los cuales la Universidad les dio la oportunidad de especializarse, por las

condiciones que se dieron en nuestro país se fueron y no regresaron, y estas personas tienen raíces en otros lugares; algunas podrían regresar, eventualmente para cursos cortos de capacitación etc., porque la recuperación de cerebros con todo y cuerpo, como decía un compañero, va a ser muy difícil.

Con todo este panorama, en la medida en que se apoye e impulse el desarrollo de la Ciencia, naturalmente se minimizará la dependencia de nuestro país de los países desarrollados y ojalá no lleguemos a ser colonia, como prácticamente estamos en este momento, porque lo que es fundamental y urgente es que se apoye el desarrollo de la ciencia y con ello la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, para que verdaderamente haya desarrollo social, económico y humano en nuestro país.

## **DISCUSIÓN**

P/ Una pequeña inquietud, licenciada, es sobre las estrategias de proyección de la Universidad hacia afuera, para poder obtener el apoyo gubernamental y el internacional; no hay duda de que la Universidad tiene que tener un plan de acciones, quisiera que puntualizara algo al respecto.

M. De Tobar

Sí, naturalmente que tenemos proyecciones, hay estrategias. Como Universidad se ha presentado al gobierno todo un plan de desarrollo, en relación con una necesidad de presupuesto escalonado progresivo, que, si bien no cubre nuestras necesidades, ayudaría a que nuestro trabajo se realizara en mejores condiciones o de manera más adecuada. Con los organismos internacionales también se ha presentado toda una planificación, en las diferentes áreas, no solamente de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, sino que también del resto de Facultades de nuestra Universidad. Hay planes de desarrollo, tanto en lo físico como en lo académico, en la investigación y en la parte correspondiente a extensión, proyección social, todo esto interrelacionado con las funciones básicas primordiales de nuestra Universidad.

P/ - Tal vez hoy que salimos de la guerra no hay duda que, como usted bien lo dijo, la Universidad ha trabajado en el exilio y en unas condiciones tremendas. Hoy que vienen las situaciones tan ... a otro clima, a un clima que pudiera traer un trabajo productivo para nuestro país, qué cambios en la estrategia tiene la Universidad?

Marina de Tobar

Lamentablemente a la Universidad de El Salvador siempre se le ha visto como un enemigo del gobierno; el gobierno nos ha visto de esa manera; en los últimos años, y sobre todo en la gestión actual del Doctor Castillo, se está tratando por decir así de abrir brecha con los diferentes Ministerios, con los diferentes organismos gubernamentales, incluso nosotros tenemos proyectado buscar el apoyo mutuo, cooperación mutua, con la empresa privada o sea establecer nuevas rutas, no solo esperar el gobierno o lo que el gobierno nos pueda dar, sino que también buscar formas de autofinanciamiento, mediante una estrecha cooperación con la empresa privada, con el sector productivo. Como Universidad necesitamos esa oportunidad y como país es urgente que lo hagamos para que los esfuerzos no se dispersen, para que el trabajo que se haga vaya en la vía de resolver.

P/ - A mi me gustaría hacer algunos aportes, frutos de la experiencia que yo tengo de cerca de veintitrés años como profesor universitario. Provengo de la Universidad del Valle, en

Colombia, ubicada en el Departamento del Valle del Cauca. El Valle del Cauca, quizás hace 24-25 años estaba en situación similar, aunque no completamente idéntica a la de la Universidad de El Salvador, y me gustaría dejarles como un hito positivo de esperanza un comentario alrededor de ciertos lineamientos que considero fueron fundamentales para que la Universidad del Valle tenga hoy en día uno de los perfiles de desarrollo más importantes del país y con una influencia regional muy significativa. El Departamento del Valle del Cauca tiene una extensión similar a la de El Salvador, con una población algo menor de 4 millones, entiendo que ustedes tienen 6. Las condiciones para el año 70, eran de este corte, una Universidad que impulsó el movimiento estudiantil en Colombia, el grupo guerrillero M-19, con una dicotomía con el sector empresarial y con el gobierno, que la veía como una Universidad izquierdista, peligrosa. Unos elementos sin embargo permanecieron en el tiempo y a mi me parecen fundamentales para que se lograra lo que hoy en día es la Universidad. Uno que creo que fue sustantivo fue la permanencia de ciertos niveles de calidad mínimos y un programa permanente de capacitación del profesorado. En eso ninguna administración de la Universidad se equivocó, utilizando absolutamente todas las opciones y en todas las direcciones, porque las Universidades son eso, universales. Dos, un esfuerzo en el tiempo, y muy concentrado, creo que esto va en la dirección que planteaba el colega que me precedió, de romper una pseudo barrera de diálogo; lo digo como universitario y como académico. Es fundamental el trabajo de la Universidad con el sector político y eso presupone la existencia de académicos, de líderes universitarios, de rectores, que estén dispuestos a saltar esa barrera y acercarse, incluso formar ese grupo político. La verdad es que la experiencia del acercamiento en Colombia, y ahora si ya paso al nivel general, con el sector político ha sido fundamental, con esquemas estructurales que a mi me parecen significativos en el proceso de desarrollo. En el caso de Colombia fueron la creación de COLCIENCIAS, nuestro CONACYT y todo un organismo; por fortuna, no está aquí el presidente, acaba de salir, porque voy a hablar bien de él, de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, Eduardo Posada. Realmente, pocos colombianos entienden el fenómeno fomentador de fermentos que ha tenido esta organización y le doy como ejemplo la creación de la ley de Ciencia y Tecnología en Colombia. Ese fue un empeño de dos o tres personas, científicos de alto nivel, que superaron esa barrera ideológica de tomar contacto con el sector político y conversaron con los congresistas, con los representantes, y a sorpresa varios de éstos tomaron esa bandera, también en la búsqueda de réditos políticos, pero para la Comunidad de Ciencia y Tecnología esto produjo resultados fundamentales. En el caso de la Universidad del Valle, logramos en esa cercanía con la comunidad política, que nos autorizaran una estampilla para inversiones; esa estampilla le va a producir a la Universidad del Valle, en los próximos 10- 15 años, o le está produciendo ya, una suma del orden de 120 millones de dólares. Eso está siendo soportado por los cuatro millones de Vallecaucanos, porque es una ley nacional con aplicación departamental y municipal. Otro ejemplo que quería dar fue impulsado por la Asociación para el Avance de la Ciencia. Se trata del establecimiento de un sistema de fomento para los investigadores, que precisamente comienza a funcionar en octubre de este año, siguiendo esquemas como el Mexicano, el Argentino, el Venezolano, el Chileno. La verdad es que con esa política, con ese principio de conservación de mantener las puertas abiertas a que se forme toda la gente que sea posible, muchos se irán, muchos regresarán, y serán absorbidos por las empresas de la región, porque hay momentos en que no se puede competir, pero en la medida que va creciendo, la Comunidad Nacional de Ciencia y Tecnología debe asumir un papel de generadora de políticas estructurales de mejoramiento de las condiciones de los investigadores. En Colombia, después de décadas en las cuales el salario de los profesores universitarios nunca pasó de los 500 dólares, hoy en día, también en virtud de la revaluación del dólar, estamos llegando a los niveles de 2000, 2500 dólares. Ha sido un proceso de tiempo, de acomodación de recursos humanos, de mantener un vector directriz en el cual un grupo consciente ha asumido no solamente sus responsabilidades investigativas de formación, sino una capacidad de orientar procesos. Conversábamos con Enrique, que sería interesante que las agencias de cooperación internacional que tanto él como yo representamos, asumiéramos

el análisis de este tipo de paradigmas que en un momento dado han impulsado los vectores hacia adelante. Recuerdo haber escuchado, desafortunadamente nunca conseguí el libro, un análisis de cómo, cuáles fueron las transiciones de fase para que el Brasil de hoy día diera los saltos que dio, y en eso incluso, y lo digo sin que esto signifique ningún tipo de aguar a los gobiernos dictatoriales, la dictadura militar en Brasil con todas las defenestraciones que causó, tuvo un corte tecnocrático importante, y buena parte de los efectos hoy en día, partieron de allí, los efectos de congregaciones de las comunidades de los gremios en la Sociedad de Física nacional, el manejo del postgrado. Creemos con Enrique que quizás estudios de casos de Universidades innovadoras, vistas con ciertos análisis podrían ser interesantes.

M. De Tobar

Muchas gracias por sus aportes; para el caso de la situación de los incentivos, desde la rectoría se está tratando de impulsar un proyecto no solamente para los investigadores, sino que también para los profesores, porque ya decían en una charla anterior que el salario máximo que tenemos los profesores es de 400 a 450 dólares, realmente crítico, un salario de hambre prácticamente, escudándose en el cual muchos profesores tienen que salir a buscar otras fuentes de trabajo en detrimento del trabajo de la Universidad. En el área de investigación, también hay un plan de incentivos; el problema es que por el momento no hay dinero para esos incentivos, pero el proyecto está ya escrito, ya está programado, ojalá que en el más corto plazo lo podamos hacer.

P/ - Usted nos ha relatado que en este momento tienen un grave problema de corto plazo, no tienen presupuesto suficiente para lo mínimo, entonces tienen que tomar algunas medidas urgentes. El acercamiento con el gobierno es absolutamente fundamental y con la industria también, con la industria llevan mucho más tiempo, pero creo que al gobierno podrían convencerlo a incrementarles el presupuesto, con algunas iniciativas entre las cuales me atrevería a mencionar la realización de los proyectos que ustedes han mencionado. Usted tiene una lista de 10 proyectos, más o menos, todos de gran importancia práctica, y más probablemente, quizás entre ellos podrían escogerse unos dos o tres, seleccionados sobre todo por el impacto práctico que pueden tener y concentrar las pocas fuerzas que ahora tienen sin pedir más dinero al gobierno en este momento, pidiendo ayuda a la Cooperación Internacional, o a otras fuentes que no sean ni el gobierno ni la industria del país, para poder llevarlos a cabo o por lo menos empezarlos y encaminarlos de manera seria, a fin de que el gobierno se dé cuenta de que ustedes se preocupan por las aplicaciones que atañen al porvenir y al bienestar del país.

M. De Tobar

Sí, nosotros hemos venido haciendo intentos de acercamiento con el gobierno, tenemos proyectos de investigación con entidades gubernamentales; les mencionaba CEL, que es la empresa que proporciona la energía eléctrica; hay cursos de capacitación que nuestros docentes imparten a sus técnicos; tenemos también trabajo con ANDA, que es la empresa que proporciona el agua, les mencionaba el proyecto PRADEPESCA, una relación que tenemos con el Ministerio de Agricultura, con una instancia que se llama CENDEPESCA, auspiciada por la Comunidad Económica Europea, en la que tenemos más de diez investigadores biólogos, con grupos de estudiantes, etc., en donde nosotros estamos haciendo la investigación básica para esos proyectos. Entonces estamos proporcionando al gobierno, y esto no es de ahora, esta relación, si usted quiere se ha dado al margen de que el gobierno central la conozca o no la conozca, porque siempre hemos venido trabajando de esta manera, pero vamos a enfatizar mucho más esos esfuerzos.

P/- No es una pregunta, es una sugerencia. Yo creo que la Universidad de El Salvador tiene más de 150 años de existencia y muchos que de alguna manera han servido al país han sido educados por gente que ha sido educada en la Universidad o por la Universidad misma. Entonces a mí me parece que algunas de las recomendaciones que hemos escuchado son buenas, pero hay que tomar en cuenta toda la historia que ha sucedido en El Salvador, no de 150 años, sino de 150 años que están basados en 500 años, y que está encajada en una situación mundial de un nuevo orden, así se llama, pero es el mismo orden, nada más que más acelerado, y no quisiera que para bien de nuestro pueblo nos bendijera Dios con una dictadura militar porque, aunque en Brasil y también en Colombia, digamos, se han dado grandes pasos en algunas áreas, es a expensas de que ahora podemos ver en esos mismos países una gran destrucción, no solamente del medio ambiente, sino también de lo social y aún mismo de lo espiritual. Yo he estado en esos países y en las comunidades marginales que existen en ellos y he visto la zozobra y la ansiedad de la misma gente, por ejemplo en Colombia, acercándose a mí y diciéndome “usted no es de este país, no ande así, no ande así.” Yo creo que tenemos que tomar todas esas cosas en cuenta y entender la historia del país que está sirviendo de anfitrión. Ahora, he oído varias recomendaciones que están plasmadas dentro de un análisis educativo, y pienso que la Universidad busca la manera concreta de realizar muchas de las recomendaciones que ustedes hacen. A veces ha tocado puertas, algunas veces han tenido que romper con la cabeza las puertas, y las han tenido que abrir y ha habido algún avance. Eso se va a tener que seguir dando. Muchos de ustedes son de universidades, y universidades quiere decir universo, o sea no es solamente el campus y lo que ustedes manejan, sino, todas las relaciones que están alrededor de ustedes. En todos los estudios que se han presentado aquí por la Universidad, siempre se han presentado recomendaciones, sugerencias, sueños, en las mesas de trabajo. A mí me parece que lo que se debe hacer es lo que cada uno de ustedes puede hacer en sus entidades, y aquí de conjunto tomar compromisos serios y hasta poner fechas de seguimiento y de cumplimiento; y así ellos que continúen con el trabajo con el gobierno, en la transformación de la sociedad que implica el gobierno y la legislatura y también que ustedes cooperen, porque la guerra que se ha dado en este país no es una guerra que sucedió aquí nada más, el mundo la permitió y todos estamos enfrascados en buscar y en construir la paz.

# BIOTECNOLOGÍA: OPCIÓN PARA EL SALVADOR?

**Francisco Chávez**

Universidad Centroamericana José Simeón Cañas  
San Salvador

## INTRODUCCIÓN

La Biotecnología se ha planteado en muchas ocasiones y desde hace algún tiempo, como un instrumento que puede contribuir a la solución de muchos de los problemas con los que se ve confrontada la humanidad. Sobre todo en países densamente poblados y con escasos recursos como El Salvador, los procesos biotecnológicos se consideran una alternativa con mucho potencial para el uso eficiente de los recursos provenientes de la agroindustria, la cual sigue representando para muchos de estos países el principal soporte de sus economías.

Aunque los principales avances en Biotecnología se han dado en los países industrializados, la incidencia real y potencial de la aplicación de procesos biotecnológicos en el proceso económico de los países menos industrializados puede ser detectada cada vez con mayor frecuencia. Por un lado, dado que la materia prima utilizada en estos procesos proviene de actividades agrícolas, se consideran como parte de una solución real y sustentable a los problemas alimentarios, ambientales, energéticos, de salud y de aprovechamiento eficiente de la biomasa, con que se ven confrontados los países del llamado "tercer mundo". Por otro lado, la aplicación de procesos biotecnológicos en países industrializados, los hacen menos dependientes de las materias primas producidas por los países menos industrializados, como lo muestra el caso concreto del jarabe rico en fructosa, obtenido del almidón de maíz y que es utilizado en las bebidas gaseosas como sustituto de la sacarosa obtenida del azúcar de caña.

Los avances y logros alcanzados en la Genética y otras áreas de la Biología, incrementaron las expectativas que se tenían, y en muchos países latinoamericanos fueron implementados programas nacionales, con el objeto de investigar y aplicar las biotecnologías en la solución de los problemas mencionados.

Aunque muchos diagnósticos sobre el impacto de las biotecnologías en América Latina no se han cumplido, es indudable que la Biotecnología está afectando y seguirá afectando profunda e irreversiblemente a la Agricultura y a importantes sectores de la industria química y de alimentos.

Por otra parte, y a pesar de que los procesos biotecnológicos han sido utilizados por la humanidad desde el comienzo de su historia, actualmente la aplicación de algunos procesos biotecnológicos, sobre todo por su relación con ciertas técnicas genéticas, cuenta con una oposición sistemática y estable. Esto ha dado lugar a un debate sobre la conveniencia o no de aplicar dichas tecnologías, lo que ha causado en muchas ocasiones en parte de la opinión pública, una connotación negativa de todo lo relacionado con la Biotecnología.

En El Salvador, la producción de bebidas alcohólicas, de vinagre, de queso, de otros productos lácteos y de alimentos fermentados se puede mencionar entre los muchos procesos biotecnológicos que son utilizados desde hace mucho tiempo. Es previsible sin embargo, que

los avances mencionados llevarán, o deberían llevar, a realizar no solo una evaluación de otros procesos biotecnológicos con potencial de aplicación en El Salvador, sino que además de modificaciones en los que son utilizados actualmente.

Al igual que en el caso de otras tecnologías, esta evaluación será mejor realizada, en la medida que se tenga una perspectiva más exacta de todos los riesgos y beneficios que puede traer consigo su aplicación. Desafortunadamente, en muchas ocasiones son emitidos juicios de rechazo o de aceptación de la Biotecnología sin tener conocimiento de la amplitud de los campos de aplicación, de los diferentes grados de riesgos, requerimientos y de los diferentes beneficios que el uso de los diversos procesos biotecnológicos implica.

En este marco, es el objeto de este trabajo presentar ciertos conceptos y consideraciones que permitan tener una mejor visión de los requerimientos, beneficios y riesgos que puede traer consigo el uso de la Biotecnología.

## **2 - EL CONCEPTO DE BIOTECNOLOGÍA**

### **2.1 Breve reseña histórica**

Se cree que el término Biotecnología tiene sus raíces en la industria de las fermentaciones que comenzó con la fabricación de pan, queso, cerveza y otras bebidas alcohólicas. Los descubrimientos de Louis Pasteur publicados en la última mitad del siglo pasado permitieron una nueva forma de enfocar el proceso de fermentación. Pasteur descubrió que tanto el proceso de fermentación, como el de deterioro del vino y de la cerveza, era atribuible a la presencia de microorganismos. Este nuevo conocimiento no solamente se utilizó para evitar o disminuir la contaminación durante el proceso de fermentación y preservar los productos, sino que además llevó a la implementación de un proceso continuo de producción de vinagre con el uso de las bacterias (*Acetobacter aceti*) descubiertas por Pasteur.

El estudio de las fermentaciones llevó también al descubrimiento de que las reacciones llevadas a cabo en los organismos vivos eran catalizadas por sustancias de gran especificidad llamadas enzimas. Si bien las enzimas ya eran utilizadas, sin conocerse, en la fabricación de queso, de cerveza, en la conservación y procesamiento de otros productos, fue hasta finales del siglo pasado que se produjo un complejo enzimático con aplicaciones específicas (mezcla de amilasas como ayuda para la digestión). A partir de entonces la producción de enzimas por fermentación se ha venido convirtiendo en uno de los pilares más sólidos de la industria de la fermentación.

A principios de este siglo, otros procesos de fermentación fueron adquiriendo mayor importancia. Procesos de fermentación para la producción comercial de solventes orgánicos (alcohol, butanol, acetona, glicerol), de ácidos orgánicos (acético, cítrico, láctico, glucónico) y de levadura pudieron ser implementados gracias a los descubrimientos de Pasteur y otros científicos. Durante este período la tecnología utilizada era relativamente sencilla y se prestaba poca atención a las condiciones de esterilidad.

En 1928 Alexander Fleming observó en uno de sus cultivos de bacterias una contaminación causada por un hongo filamentoso que había provocado una inhibición en el crecimiento bacteriano alrededor de él. En 1930 un grupo de investigadores de la Universidad de Oxford retomó el trabajo de Fleming con el objeto de identificar y extraer la sustancia involucrada. Rápidamente fue detectado que para una producción en gran escala de esta sustancia, se requería de un enorme esfuerzo, que fue asumido en primera instancia

por compañías farmacéuticas británicas, las cuales transfirieron dicho esfuerzo, bajo términos todavía controversiales, a compañías estadounidenses que se encargaron de desarrollar la producción a escala comercial del nuevo antibiótico. Fue durante este período que se realizó lo que muchos consideran el primer intento racional de diseñar un sistema de fermentación que permitiera la ejecución de un proceso bajo condiciones estériles y que permitiera condiciones adecuadas de aireación y ejecución. De hecho, el considerado por muchos como el padre de la Ingeniería Bioquímica, Profesor Elmer Gaden, realizó sobre este tema su tesis doctoral en Ingeniería Química de 1946 a 1948.

La aplicación racional de los principios de Ingeniería a los procesos fermentativos permitió obtener en forma rentable no solo antibióticos como la penicilina, la tetraciclina, la estreptomycin, etc., sino que además, otros productos valiosos como vitaminas, cortisonas, aminoácidos, biopolímeros, enzimas y otros. Especialmente interesante es el aumento considerable de la producción de enzimas por fermentación a partir de la década de los cincuenta. Este aumento se debió principalmente a la aplicación de las proteinasas en la industria de los detergentes y de las amilasas en la industria del almidón.

En 1962 se cambió el nombre de la revista "Journal of Biochemical and Microbiological Technology" por el de "Biotechnology & Bioengineering". Aunque la palabra Biotecnología ya había sido ocupada anteriormente, fue en el primer editorial de esta revista en donde se ocupó por primera vez el término con el significado que actualmente se le da: "la Biotecnología involucra todos los aspectos de la explotación y control de los sistemas biológicos y sus actividades". Las publicaciones realizadas durante el primer período giraban alrededor de estudios, técnicas, esquemas de control, aparatos y métodos para el aprovechamiento de los organismos existentes o sus componentes (enzimas, por ejemplo) e incluían trabajos en ingeniería de las fermentaciones, microbiología aplicada, ciencias ambientales, tecnología de alimentos, ingeniería química y otras ramas de la ingeniería. La revista, cuyo primer editor fue precisamente el Profesor Gaden, no solamente fue la primera publicación con ese nombre, sino que además se mantiene como una de las más prestigiosas en el área de Biotecnología.

Con el reporte del Club de Roma "Los límites del crecimiento" y la crisis del petróleo de la década de los 70, el uso de procesos biotecnológicos para la obtención de energía y alimento volvió a considerarse como alternativa real a la solución de dichos problemas, lo que le dio un nuevo impulso al desarrollo de estos procesos.

Sin embargo, fueron principalmente los avances en Genética los que causaron en la década de los setenta, el especialmente notorio y creciente interés en el desarrollo y aplicación de procesos y productos biotecnológicos. De hecho, a partir de esta fecha se empezó a utilizar el término "nuevas biotecnologías" o Biotecnología moderna, para identificar a los procesos en donde se utilizan estos avances .

Tres períodos importantes pueden ser identificados en el desarrollo de la Genética:

- 1866-1920: Genética clásica: Principios de Mendel, definición de genes, localización de genes en los cromosomas.
- 1944-1966: Dogma central: Identificación del ácido desoxirribonucleico (ADN) como material genético, descubrimiento de la estructura helicoidal del ADN, el código genético fue descifrado.
- 1971- : Ingeniería genética: Desarrollo del ADN recombinado que permite manipular los genes y transferirlos de una especie a otra.

El principio de la Ingeniería Genética se puede aclarar de manera sencilla así: Los genes que determinan todas las características de los seres vivos, pueden ser cortados y mezclados de nuevo para obtener un ADN nuevo (recombinado), con lo cual se puede conseguir, por ejemplo, que una bacteria produzca un compuesto del metabolismo humano, si se le añade el gene correspondiente.

El impacto que el desarrollo de esta tecnología ha causado, es entonces fácil de comprender. Si bien la transferencia y/o expresión de genes de una especie en otra tiene actualmente limitaciones que algunos dudan que puedan ser superadas, las posibilidades de introducir en una especie información genética que no poseía, y obviamente no necesitaba, y que pertenece además a otra especie que no necesariamente está relacionada con ella, ha traído como consecuencia una discusión sobre los riesgos y beneficios que esto puede representar. Esta discusión, que no se limita, y no debe limitarse, al campo puramente técnico-científico, ha llevado en muchas ocasiones a una regulación, e incluso prohibición, del uso de la Ingeniería Genética para ciertas aplicaciones.

En todo caso, es una realidad que productos provenientes de microorganismos recombinados están siendo producidos desde inicios de los ochenta (insulina, interferón, hormona del crecimiento, TPA, etc.) y el número de productos obtenidos con esta tecnología, así como la cantidad de esfuerzo invertido en investigación en esta área, se encuentra en un aumento continuo.

Con la implementación de estas aplicaciones, el concepto de Biotecnología se vio asociado cada vez más estrechamente con el de Ingeniería Genética, utilizándose por muchos como sinónimos o entendiendo a la Biotecnología como las aplicaciones de la Genética.

Otros avances científicos y tecnológicos como el desarrollo de técnicas de inmovilización de enzimas, el cultivo de tejidos vegetales y animales *in vitro*, la producción de anticuerpos monoclonales y otros, se incluyen además entre los que se consideran los avances biotecnológicos logrados en los últimos años. Estos avances han involucrado la participación de otras ramas científicas como la inmunología, la botánica, la biología molecular, la bioquímica, etc., lo que resalta el carácter multidisciplinario de la Biotecnología.

## **2.2 Definiciones de Biotecnología**

Por todo lo anteriormente mencionado, no es difícil entender que una definición de Biotecnología, que sea aceptada por todos, no haya podido ser formulada, y quizás nunca lo pueda ser. Etimológicamente, Biotecnología implica todas aquellas técnicas productivas que comprenden los sistemas biológicos, sin embargo cabe la pregunta: ¿qué es biológico?, una enzima u otro producto bioquímico aislado del organismo que lo produce, es todavía biológico o no? y, las enzimas o genes producidos artificialmente?.

A pesar de que se formuló antes de que se conocieran las técnicas del ADN recombinado, la fusión de células y otros adelantos que forman parte de las llamadas "nuevas biotecnologías", la definición dada en el primer editorial de la revista "Biotechnology & Bioengineering" sigue siendo válida debido a su amplitud. Ejemplos de definiciones más específicas son las dadas por la Organización para la Cooperación Técnica y el Desarrollo (OECD): "Biotecnología es la aplicación de principios científicos y técnicos en el procesamiento de materiales por medio de sustancias biológicas para la producción de bienes y servicios", la del "Canadian Government Task Force on Biotechnology": "Biotecnología es la utilización de procesos biológicos, sea a través del uso de microorganismos, plantas, células animales o sus constituyentes para la obtención de bienes

y servicios" y la de la Federación Europea de Biotecnología: "Biotecnología es el uso integrado de Bioquímica, Microbiología e Ingeniería Química con el objeto de utilizar técnicamente el potencial de los microorganismos, células y tejidos vegetales y animales o parte de ellos". Esta última definición es considerada por muchos como incompleta, pues no incluye explícitamente a biólogos, genéticos, químicos, matemáticos y otras ramas de la ingeniería que han participado en el desarrollo de los procesos biotecnológicos. Más completa es la definición: "Biotecnología es el uso integrado de las ciencias naturales y de las ingenierías con el objeto de utilizar técnicamente el potencial de los microorganismos, células y tejidos vegetales y animales o parte de ellos".

Aún con las muchas definiciones propuestas, y aceptadas por diversos sectores, siempre existe controversia acerca de lo que debe considerarse como parte de la Biotecnología; son biotecnologías el cultivo de plantas y la crianza de animales?, o sólo ciertas técnicas asociadas con ellas?, si es así, cuáles y porqué?, y de las aplicaciones de la Genética en la Medicina, cuáles son biotecnologías?.

Las definiciones planteadas dejan claro sin embargo, el hecho de que Biotecnología no es una rama científica propia, sino más bien el resultado de la integración de diferentes especialidades. Por este motivo, rigurosamente hablando, no puede decirse que haya biotecnólogos, sino más bien personas que desde su especialidad se dedican en alguno o varios de los diversos campos de aplicación de la Biotecnología.

Obviamente la dificultad encontrada en la formulación de una definición de Biotecnología, también dificulta la discusión sobre cuáles biotecnologías podrían o deberían ser implementadas. Para tratar de acotar la discusión, es conveniente partir de la clasificación de la Biotecnología en:

**a) Biotecnología clásica**

Basada en la utilización de las propiedades naturales de organismos existentes. Incluye: Tecnología de las fermentaciones, fitomejoramiento, producción de vacunas, productos naturales, química fina, tecnología de aprovechamiento de la biomasa, aplicaciones microbiológicas en el saneamiento de agua y suelo, biodegradaciones, etc. Los avances de los últimos años han permitido mejorar el conocimiento, el monitoreo, la ejecución, el control y la optimización de los procesos y productos considerados parte de la Biotecnología clásica. Además muchos de los avances y descubrimientos realizados en lo que se conoce como Biotecnología Moderna, han impulsado mejoras substanciales en los procesos más identificados como pertenecientes a la Biotecnología clásica.

**b) Biotecnología moderna ("nuevas biotecnologías")**

Basada principalmente en la utilización de la Ingeniería Genética (ADN recombinado) y en la tecnología de fusión de células. Incluye: el uso industrial de organismos recombinados y productos de la fusión de células. Estas tecnologías son del tipo "ciencia-intensivas", en donde el desarrollo y la investigación presupone no solo la existencia de un apoyo logístico que incluya la dotación de la infraestructura física correspondiente y otros medios (comunicación, información, estructuras administrativas, etc.), sino que además, la existencia de una masa crítica científica de alto nivel.

Es la conveniencia o no de la aplicación de las llamadas "nuevas biotecnologías" la que ha sido y sigue siendo objeto de controversia. Un mejor entendimiento de las técnicas alrededor de las cuales giran estas "nuevas biotecnologías", sobre todo de la Ingeniería Genética, permitirá tener una idea más clara del motivo de esta controversia.

## 2.3 La Biotecnología moderna

Como ya se ha mencionado anteriormente fueron las técnicas de Ingeniería Genética desarrolladas a principios de la década de los setenta, las que le dieron a la Biotecnología una nueva dimensión y ampliaron su rango de aplicación. Para comprender mejor en qué consisten estas técnicas, es conveniente aclarar algunos conceptos y mencionar algunos descubrimientos que dieron origen a estas técnicas.

La capacidad de los organismos vivos de transferir sus características a las siguientes generaciones fue una de las primeras observaciones científicas realizadas por el hombre. Sin embargo, fue hasta 1865 que con los experimentos de Mendel se estableció que las características hereditarias (se manifestaran o no) eran transferidas por unidades discretas que se denominaron posteriormente genes.

En 1868 era descubierta la existencia en el núcleo de las células, de una sustancia rica en fósforo, a la cual se le denominó ácido nucleico. Investigaciones realizadas en la década de los años veinte, llevaron a comprobar la existencia de dos ácidos nucleicos: el ácido ribonucleico (ARN) y el ácido desoxirribonucleico (ADN).

Posteriores descubrimientos, y sobre todo, la hipótesis de la estructura helicoidal del ADN formulada por Watson y Crick en 1953, permitieron llegar definitivamente a la conclusión de que el ADN era la sustancia que formaba el material genético.

Watson y Crick dedujeron que la molécula de ADN consiste en dos cadenas complementarias de polinucleótidos con la forma de una doble hélice. Cada una de estas cadenas está formada por únicamente cuatro bases nitrogenadas (nucleótidos): Adenina (A), Guanina (G), Citosina (C) y Timina (T). El número total de nucleótidos y el orden de ellos en la cadena es variable de especie a especie.

La complementariedad de la doble hélice de ADN se manifiesta en el hecho de que cada nucleótido de una cadena está unido con el nucleótido adyacente en la otra cadena, de una manera específica: la Adenina con la Timina y la Guanina con la Citosina. Conociendo esta especificidad en la unión de los nucleótidos en las cadenas del ADN, la función de duplicación que como material genético debe poseer puede ser explicada de forma simplificada: en el proceso de replicación, las cadenas que forman la hélice se separan y cada una de ellas sirve como "templado" para formar otra doble hélice de acuerdo a las ya mencionadas reglas de apareamiento entre los nucleótidos, de tal forma que al final de la replicación se tienen dos hélices idénticas.

Por otro lado, la secuencia de los nucleótidos en el ADN contiene toda la información genética que se transfiere de generación a generación, es decir, las instrucciones para la síntesis de los ácidos nucleicos y de las proteínas. Una secuencia de nucleótidos del ADN (un gene), se utiliza como "templado" para formar una cadena de Ácido Ribonucleico mensajero (m-ARN) siguiendo la regla de apareamiento entre aminoácidos, con la diferencia que en el ARN el nucleótido Uracilo sustituye a la Timina, que no forma parte de los nucleótidos del ARN. Después de este proceso denominado *Transcripción*, la información contenida en el m-ARN es utilizada, involucrando una serie de compuestos, como los ribosomas y el ARN de transferencia, para formar una proteína (*Traducción*), de tal manera que una secuencia de tres nucleótidos (codón) corresponde a un aminoácido en la proteína formada, cuya secuencia de aminoácidos (estructura primaria), y por consiguiente sus propiedades y funciones, estará entonces determinada por la secuencia de nucleótidos del gene correspondiente. La total identificación del código genético se logró de 1961 a 1966.

Con estos conocimientos y otros desarrollados paralelamente se aceleró significativamente el desarrollo de lo que hoy se conoce como Ingeniería Genética. Algunos acontecimientos relevantes que muestran este desarrollo son:

- En 1967 se sintetizó por primera vez "in vitro" la información genética de un virus.
- En 1969 se logró la purificación de un gene a partir del Genoma (información genética total de un organismo) de una bacteria.
- De 1970 a 1974: se sintetizó por primera vez un gene artificial. Se trabajó con los Plasmidos (pequeñas moléculas de ADN, existentes en las bacterias y algunas levaduras) como vehículos para transferir información genética, lográndose resultados con la transferencia de genes en *E. Coli*.
- En 1975 más de cien científicos reunidos en Asilomar, California, decidieron poner algunas limitaciones en los trabajos de investigación que deberían ser realizados.
- 1976 a 1985: se fundó "Genentech" la primera compañía encargada de comercializar productos resultados de la investigación genética. Se logró transferir genes de Insulina y de la Hormona del crecimiento Somatostatina, en *E. Coli*, convirtiéndose en los primeros productos obtenidos por microorganismos modificados genéticamente que fueron comercializados.

Asociados a estos avances en la Ingeniería Genética, han sido formulados muchos argumentos en contra de su uso. Algunos de estos argumentos no hacen distinción alguna entre los diferentes grados de aplicación y de riesgo que tienen estas tecnologías, lo cual es un signo de que estos argumentos no se basan en el riesgo de su aplicación, sino más bien en las implicaciones que estas técnicas tienen con respecto al dominio del hombre sobre la naturaleza, pues con las técnicas genéticas ya no se le da oportunidad a la variación espontánea al azar de la naturaleza. Si bien estos argumentos pueden ser considerados sin sustentación científica, no dejan de ser reales e importantes para que una tecnología sea aceptable y aceptada.

Gran parte de las discusiones del uso de la Genética ha girado también alrededor de su aplicación en el ser humano, pues de hecho, esto implica el debate de valores éticos importantes. Por ejemplo, los productos biotecnológicos han permitido predecir en los primeros meses de embarazo la presencia en el feto de Mongolismo, con lo que muchas mujeres se deciden por una interrupción de su embarazo. Es de esperarse que otros diagnósticos puedan también ser realizados, y en ese sentido se plantea la pregunta respecto a qué vidas tienen valor y quién decide acerca de eso?, sobre todo, cuando es una enfermedad que puede o no manifestarse hasta cuando el hombre haya alcanzado su edad adulta.

También se discute alrededor de las consecuencias que puede tener un organismo recombinado en la naturaleza. En este sentido, se hace mención a ejemplos como las abejas africanizadas, el desequilibrio causado por conejos en Australia y otros. Por otro lado, también se manejan argumentos que sostienen que los organismos recombinados no pueden tener un efecto notorio sobre los sistemas ecológicos existentes. En todo caso, han sido planteados, y aceptados por muchos, lineamientos de seguridad que minimizan el riesgo de una liberación de organismos recombinados, y que regulan su uso en pruebas de campo.

Avances menos espectaculares y discutidos, aunque igualmente importantes se han dado también en el campo de la técnica de fusión de células y en el cultivo de tejidos, particularmente en la producción de anticuerpos monoclonales utilizando hibridomas.

La fusión de células es otro de los métodos utilizados para transferir información genética de una célula a otra. Esto es un proceso que involucra la mezcla completa de dos Genomas diferentes y por supuesto no es sencillo de lograr. El caso particular de los hibridomas para producir anticuerpos monoclonales fue descrito por primera vez en 1975 y consiste en la mayor parte de los casos reportados en fusionar linfocitos B obtenidos de ratones inmunizados, con células de mielomas que tienen la característica de poder reproducirse "por siempre". Los anticuerpos monoclonales se han convertido en instrumentos imprescindibles en los laboratorios de investigación. Los anticuerpos monoclonales tienen además un amplio campo de aplicación, sobre todo lo que se refiere al diagnóstico clínico y a otras aplicaciones médicas.

Los logros alcanzados en Ingeniería Genética dieron lugar a un interés creciente, que aún se mantiene, para impulsar la investigación en Biotecnología. Estos esfuerzos de investigación han traído como consecuencia un acelerado crecimiento en el número de institutos, programas y publicaciones (no todas de igual calidad) en todas las áreas que involucra la Biotecnología. El conocimiento generado ha permitido mejoras substanciales, no solo en el desarrollo de biotecnologías modernas, sino que además en los procesos considerados de Biotecnología clásica.

### **3 - CAMPOS DE APLICACIÓN DE LA BIOTECNOLOGÍA**

Aunque lo descrito en la sección anterior solo constituye un resumen muy breve de algunos elementos importantes en lo que respecta al concepto de Biotecnología, se puede inferir de lo descrito anteriormente la variedad de campos de aplicación de las biotecnologías.

Por otra parte, la naturaleza multidisciplinaria de la Biotecnología, así como las diferentes concepciones de su definición, hacen que existan algunas diferencias de opinión con respecto a que si determinada aplicación pueda ser referida como Biotecnología o no. Sin embargo, en lo que sigue se hará una descripción breve de lo que generalmente es aceptado como algunas aplicaciones de la Biotecnología en diversos campos.

#### **3.1 Biotecnología y Agricultura**

En países como El Salvador, las aplicaciones de la Biotecnología en el campo de la Agricultura son quizás las que tienen el mayor potencial de aplicación e incidencia directa en la resolución de problemas de alimentación, energía, etc.

Las posibles aplicaciones van desde la fijación de nitrógeno por microorganismos hasta la Ingeniería Genética de plantas. Estas aplicaciones varían con respecto a los requerimientos de recurso humano calificado, soporte financiero y tiempo requerido.

Desde el momento en que se descubrió que ciertos microorganismos eran capaces de fijar el Nitrógeno atmosférico y convertirlo en nitrógeno utilizable por algunas plantas (principalmente se realizan experimentos con leguminosas y *Rhizobium*), se ha intentado optimizar esta relación. La producción de abono orgánico, técnicas de composteo y producción de forraje también son tecnologías que están siendo utilizadas e impulsadas con relativamente pocos recursos.

Con respecto al cultivo de tejidos vegetales, logros significativos han sido alcanzados en lo que respecta a las técnicas de micropropagación y su aplicación en el cultivo de plantas. Acá debe incluirse también el cultivo de células vegetales, no para reproducir la planta en su

totalidad, sino para la producción de algún producto específico. Estos productos obtenidos abarcan tanto metabolitos primarios (Enzimas, Carbohidratos, etc.), como metabolitos secundarios, que pueden ser utilizados como productos farmacéuticos, aditivos para alimentos, etc.

La parte referente a la tecnología involucrada en el trasplante de embriones ha sido mejorada significativamente en los últimos años, mientras que la producción comercial de anticuerpos monoclonales ha sido posible gracias a los avances en el cultivo de tejidos o células animales.

Otra parte de las restantes tecnologías involucran la utilización de las técnicas de Ingeniería Genética mencionadas anteriormente y requieren de un mayor conocimiento y recursos físicos. El desarrollo de técnicas de control biológico o de biopesticidas constituye una de las áreas en donde mayor esfuerzo se ha realizado en los últimos años, dadas las consecuencias que ha tenido sobre el entorno el uso de pesticidas químicos.

La aplicación de la Ingeniería Genética en plantas es, por la naturaleza de la información genética contenida en ellas, más complicada que la aplicación en microorganismos unicelulares. A manera de ejemplo, los intentos de transferir los genes de microorganismos capaces de fijar el nitrógeno, se han visto dificultados por el hecho de que tienen que ser transferidos varios genes, incluyendo genes promotores que tienen que ser adaptados al metabolismo de la planta. Algunos resultados se han conseguido en incorporar en plantas algunas resistencias específicas contra herbicidas, sin embargo esto ha sido muy criticado pues podría generar un mayor uso de pesticidas, por lo que se propone como alternativa, introducir en la plantas resistencia contra las enfermedades. Desafortunadamente, el conocimiento de los mecanismos bioquímicos utilizados por las plantas para resistir las enfermedades es más limitado.

### **3.2 Biotecnología y Productos farmacéuticos**

Aunque una indicación clara de la importancia de los procesos biotecnológicos en la producción de medicamentos puede ser intuida de la gran diversidad de antibióticos descubiertos y desarrollados desde el descubrimiento de la Penicilina (alrededor de 6000 han sido descritos), es importante mencionar algunas otras aplicaciones significativas que se han realizado en esta área, sobre todo en lo que se refiere a la prevención, tratamiento y diagnóstico, como resultado de las aplicaciones de la Ingeniería Genética:

- a) La tecnología del ADN-recombinado ha permitido modificar la estructura viral a nivel molecular para la producción de vacunas "vivas", que permiten conseguir la necesaria atenuación en su patogenicidad para poder ser utilizadas como vacunas. También ha sido usado para desarrollar vacunas ("killed") que solo contienen la parte del virus o bacteria patógena que puede inducir la producción de anticuerpos (Ejemplo: vacuna contra la Hepatitis B).
- b) Aunque menos espectacular que en la prevención y en el tratamiento, avances han sido logrados con el uso de proteínas recombinadas para el diagnóstico de enfermedades.
- c) Hormonas como la insulina, la hormona de crecimiento y otras son producidas ya comercialmente por microorganismos recombinados.

Sin embargo, no solo los avances en Ingeniería Genética han despertado un interés creciente del uso de procesos biotecnológicos en la obtención de fármacos. La ya mencionada micropropagación, el cultivo de tejidos y células vegetales, el descubrimiento de

nuevos productos naturales y un mejor conocimiento de las biotransformaciones, también han despertado un interés considerable en la industria químico-farmacéutica.

### **3.3 Biotecnología y Productos industriales**

El uso de microorganismos para la obtención de productos de uso industrial es una de las aplicaciones clásicas de la biotecnología. La obtención por fermentación de solventes orgánicos como etanol, butanol y acetona ha sido utilizada comercialmente desde ya hace algún tiempo, aunque la síntesis de estos productos a partir de derivados del petróleo, ha impedido un interés continuo en el desarrollo de mejoras en los procesos utilizados. Es a partir de la crisis del petróleo de los años 70 y de los descubrimientos de los años 80, que algunos avances notorios se han realizado en estos procesos, no solo en lo que se refiere al sistema biológico utilizado, sino que también en la parte de monitoreo, control y optimización tanto del proceso de transformación, como de los procesos de separación involucrados.

Varios microorganismos son excelentes productores de ácidos orgánicos como el ácido acético, láctico, glucónico, cítrico, itacónico, propiónico y otros, aunque sólo algunos de ellos son producidos a nivel comercial por fermentación, puesto que, al igual que en el caso de los solventes orgánicos, algunos de ellos son producidos por síntesis química.

Los aminoácidos son otros productos que los microorganismos, sobre todo las bacterias, son capaces de acumular con la suficiente productividad para ser obtenidos comercialmente por fermentación.

Más recientemente se han empezado a producir comercialmente por fermentación polisacáridos como el Dextrano, Xantano y otros, para su uso en la industria alimenticia como estabilizadores, gelificadores, espesadores, etc., y en otras industrias, en donde son aprovechadas las características reológicas de estos polisacáridos.

El uso de amilasas en la industria del almidón, y el de proteinasas en la industria láctea, del cuero y de detergentes, representan cuantitativamente, la más importante aplicación del uso de procesos de fermentación en la obtención de enzimas por fermentación. Otras enzimas como lipasas, oxidasas, celulasas, etc., aunque en menor escala, también son producidas comercialmente. Además de ellas es importante mencionar la producción de enzimas de restricción y otras enzimas, que se han vuelto instrumentos imprescindibles en la investigación biológica y bioquímica.

Muchos otros productos que se producen actualmente por fermentación pueden ser mencionados: Vitaminas (B12, Ácido Ascórbico, etc.), Lípidos (esteroles, carotenoides, etc.), Coenzimas (ATP, FAD, NAD, etc.), metabolitos secundarios (antibióticos, alcaloides, etc.).

Aunque en algunos más que otros, los avances realizados en la obtención de estos diversos productos no necesariamente están ligados con la aplicación de técnicas de la Ingeniería Genética, sino que muchos de estos avances, han sido logrados gracias al mayor conocimiento de las transformaciones bioquímicas y a los procesos físicos que están involucrados en su producción.

### **3.4 Biotecnología y Tecnología de Alimentos**

Respecto al uso de procesos biotecnológicos, la industria del procesamiento de alimentos es considerada la más antigua y la mayor. Esto es comprensible, no solamente por el hecho de que los productos fermentados son las raíces de la Biotecnología, sino que además, por el hecho de que productos biotecnológicos constituyen parte esencial en el procesamiento de alimentos.

Una clasificación del uso de procesos biotecnológicos en el procesamiento de alimentos puede hacerse en base al fin perseguido por la aplicación de dichos procesos:

- 1) Fabricación de productos de consumo final: Muchos procesos en la industria alimenticia tienen como objetivo obtener productos directamente consumibles, en donde los procesos biológicos tienen como objeto añadir sabor y/o fragancia, posibilitar la preservación de los alimentos o facilitar etapas posteriores. Ejemplos típicos son: los productos lácteos, bebidas alcohólicas, café, cacao, vinagre, salsas, etc. Acá también podría contabilizarse la producción de proteína unicelular y de hongos comestibles.
- 2) Síntesis de aditivos para alimentos: Como ejemplos podrían mencionarse: a) la síntesis de acidulantes (ácido láctico, cítrico y glucónico); b) la síntesis de edulcorantes como la glucosa, la fructosa, aspartamo y otros; c) la producción de saborizantes y fragancia como ácido glutámico, extracto de levadura e hidrolizados de proteínas; y d) la producción de agentes espesantes, emulsificantes, etc., como algunos biopolímeros y biosurfactantes.
- 3) Modificación directa de alimentos o de sus aditivos: En esta categoría se puede mencionar el uso de enzimas como por ejemplo: proteinasas en la texturización de la carne, amilasas en la modificación del almidón y la transformación por invertasa de la sacarosa, en la fabricación de dulces.
- 4) Obtención de productos auxiliares en el procesamiento de alimentos: En esta categoría se incluye la obtención de cultivos iniciales para la industria láctea y cárnica, levadura para panadería, y la producción de enzimas utilizadas para la mejora del proceso y producto (por ejemplo, pectinasa en jugos de frutas, Glucosa-Oxidasa como preservante, etc.)
- 5) Análisis en productos alimenticios: Varios kits enzimáticos para el análisis de alimentos son comercializados actualmente. Por otro lado, muchas de las técnicas cromatográficas desarrolladas (por ejemplo, HPLC) pueden ser utilizadas para este fin.

En cuanto al impacto de las "nuevas" biotecnologías en la tecnología de alimentos, no se considera que la Ingeniería Genética tenga directamente un impacto tan considerable como en otras áreas, sin embargo, con las investigaciones realizadas y con el aumento de conocimiento generado por ellas, sí se cuenta con instrumentos biotecnológicos adicionales (enzimas, microorganismos y otros productos) para mejorar los procesos.

### **3.5 Biotecnología y Energía**

Si bien es cierto que la introducción de recursos fósiles para la generación de energía utilizable por el hombre resolvió en su momento una crisis de recursos renovables, la situación actual indica que se deben realizar cambios de dirección en los sistemas energéticos actuales, debido a los límites en la disponibilidad del petróleo y principalmente, a los límites que impone la capacidad de absorción del ambiente de la gran cantidad de dióxido de carbono y otros gases generados por la combustión de los recursos fósiles.

En este marco, la transformación directa o indirecta de energía solar irradiada, en formas utilizables de energía toma un papel de creciente importancia. De hecho la mitad de la población mundial usa como recurso energético la biomasa obtenida por la transformación de la energía solar por medio de la fotosíntesis. Los avances realizados en Biotecnología hacen aún más prometedor (aunque no el único) el uso de la biomasa o de los procesos fotosintéticos, como fuente de energía utilizable.

Si se considera biomasa únicamente al resultado de la transformación del dióxido de carbono y agua, en compuestos de alto contenido energético mediante el proceso de fotosíntesis, aunque los datos con que se cuenta no son precisos, se estima que el uso anual de energía representa aproximadamente solo 0.1 % de la transformación fotosintética y que la energía almacenada como recursos fósiles es el resultado de únicamente 100 años de fotosíntesis. Esta captura masiva de energía solar se da con un rendimiento global aproximado del 0.1 % y no es sorprendente que aún constituya la fuente de energía más utilizada por el hombre.

Durante el proceso fotosintético puede darse la formación de productos sólidos, líquidos o gaseosos que pueden ser directamente utilizados como combustibles, o biomasa que puede ser transformada en combustible y otros productos por medio de procesos bioquímicos, microbiológicos y/o físicoquímicos.

Para resolver el problema de suministro de biomasa para combustión se han sugerido soluciones tendientes a un aumento en la productividad de los cultivos. Sin embargo, esta solución ha implicado generalmente el uso de insumos agrícolas que representan también una "inversión" energética que establece un límite al rendimiento energético de cultivos determinados y que por lo tanto no constituye una verdadera solución.

El cultivo de tejidos vegetales, la manipulación genética y otras técnicas pueden ser utilizadas para aumentar la productividad de biomasa. Sin embargo, estas tecnologías, al igual que todas las tecnologías, traen consigo un riesgo que debe ser evaluado junto con los beneficios que pueden ser obtenidos. Principalmente riesgoso puede ser introducir una especie, con información genética diferente a la que naturalmente posee, sin considerar las interacciones que va a tener con otras especies en el sistema ecológico correspondiente. Esta situación no solo se da con especies genéticamente modificadas, sino que también con la introducción de especies foráneas en un ecosistema en el cual no existían anteriormente, lo que puede causar un desequilibrio considerable en los sistemas ecológicos nativos. En este sentido deberían preferirse especies nativas en la producción de biomasa para la obtención de energía.

La producción de alcohol a partir de biomasa (materiales lignocelulósicos, celulosa o azúcares fermentables) ha sido considerada por muchos, como una solución al problema de suministro de combustible líquido ya que se puede utilizar directamente o en mezclas con gasolina, en motores de combustión interna adaptados para tal fin. Un programa de producción de alcohol a partir del azúcar de caña, tal como el que se lleva a cabo en Brasil, no puede significar en países como El Salvador una solución total al problema energético, pues el cultivo de la caña de azúcar compite con la producción de alimentos, por la poca tierra disponible. Mejores perspectivas ofrece la transformación de residuos agrícolas lignocelulósicos en alcohol, dado que éstos son producidos en gran cantidad y usualmente no son utilizados o son desperdiciados. Sin embargo, la transformación de estos residuos es costosa y poco rentable, debido a las dificultades asociadas a la separación de la lignina de los carbohidratos que pueden ser hidrolizados y fermentados para la producción de alcohol. La presencia de la lignina constituye una barrera al ataque de los agentes bioquímicos y/o microbiológicos involucrados en la producción de alcohol, por lo que tiene que ser separada utilizando usualmente procesos físicos o químicos con un alto costo energético. Por este

motivo, muchas investigaciones son realizadas con el objeto de mejorar la separación de la lignina y aprovecharla en la obtención de otros productos, de tal manera que el proceso de transformación de materiales lignocelulósicos pueda llegar a tener una mayor eficiencia global.

La producción de biogas y la pirólisis, son otros de los procesos de transformación de biomasa en combustibles que siguen siendo objeto de estudio para mejorar su factibilidad en la solución del problema energético.

Durante los procesos fotosintéticos realizados por algunas especies son producidos aceites combustibles que pueden ser utilizados directamente o en combinación con combustibles fósiles. Más prometedora aún, es la capacidad de muchos microorganismos de producir hidrógeno durante el proceso fotosintético. El hidrógeno es considerado por muchos el combustible del futuro, pues su combustión deja como residuo únicamente agua que puede ser vuelta a utilizar en el proceso de producción del hidrógeno. Para que el uso del hidrógeno como combustible tenga sentido, la energía necesaria para disociar el agua en sus elementos, que necesariamente es mayor que la obtenida como hidrógeno, tiene que provenir de una transformación directa de la energía solar ya sea por celdas fotovoltaicas o por el uso de microorganismos capaces de producir hidrógeno utilizando como fuente de energía la luz solar o algún substrato proveniente del proceso fotosintético. En todo caso, el hidrógeno se plantea como una de las mejores alternativas a mediano, o largo plazo, para la solución del problema energético y algunos países invierten mucho esfuerzo en esta dirección.

### **3.6 Biotecnología ambiental**

Desde hace algún tiempo, la capacidad de degradación que los microorganismos poseen naturalmente, como participantes directos en los ciclos ecológicos de las diferentes sustancias, ha sido utilizada conscientemente para reciclar los desechos provenientes de la actividad humana. Cuando el desperdicio generado en los asentamientos humanos sobrepasó la capacidad de degradación de las comunidades microbianas naturales, existentes en determinado ecosistema, el hombre se ha visto forzado a acelerar esta degradación creando sistemas de tratamientos físicos, químicos y biológicos que incluyan la acción de los microorganismos.

Con el inicio de la revolución industrial, y aún mas con la revolución científica-técnica, se hizo más notorio el cambio causado por la actividad humana en la composición y calidad de las estructuras biológicas y no biológicas naturales. Solamente de 1970 a 1986 se reportaron en el "Chemical Abstract Service" alrededor de dos millones de nuevos compuestos químicos, llegándose a siete millones en total. Aún cuando no todos éstos son producidos comercialmente, se estiman entre 60 y 100 mil los compuestos químicos producidos comercialmente. Puesto que algunos de estos compuestos no existen naturalmente (xenobióticos), la capacidad de la microflora natural de degradar estos compuestos, se ve limitada no solamente por la cantidad de estos productos, que eventualmente aparecen en los desechos, sino que además por el hecho, de que evolutivamente no poseen los mecanismos (o los han perdido) para degradarlos. A pesar de esta dificultad, el tratamiento de los desechos con microorganismos sigue siendo una de las partes fundamentales en el diseño de plantas de tratamiento.

El término Biotecnología ambiental es referido usualmente a la aplicación de los procesos biotecnológicos en el tratamiento de los residuos sólidos, líquidos y gaseosos provenientes de la actividad humana, sean estos desperdicios domésticos o industriales.

Obviamente las biotecnologías aplicadas al tratamiento de desechos, difieren substancialmente de las biotecnologías que tienen como objeto la síntesis de un producto determinado. En el caso de desechos líquidos, por ejemplo:

- a) En el tratamiento se desea transformar las sustancias contenidas en ellos en sustancias menos peligrosas ambientalmente.
- b) Es poco probable que este tipo de tratamiento sea rentable desde el punto de vista puramente económico, pues usualmente las sustancias insolubles que contienen los desperdicios son macromoléculas poco degradables y las sustancias solubles se encuentran en bajas concentraciones. Esto hace que existan muchas mejoras en los procesos tendientes a disminuir los costos del tratamiento.
- c) Las cantidades de desecho a tratar impiden esterilizar el desecho, para después inocularlo con un microorganismo o mezclas definidas de microorganismos. Por otro lado, la compleja composición de los desechos necesita de la presencia de mezclas de microorganismos que actúen e interactúen simultánea o secuencialmente en la degradación de los desechos. La cantidad de xenobióticos puede además sobrepasar los niveles tóxicos para los microorganismos.

Una clasificación muy utilizada divide a los procesos biológicos de tratamiento en aeróbicos y anaeróbicos. Cada uno de ellos tiene ventajas y desventajas, que lo hacen apropiado para situaciones específicas. Las investigaciones realizadas han traído un mayor conocimiento (aunque aún incompleto) de los mecanismos con que los microorganismos degradan los desechos, existiendo actualmente una serie de variantes, tanto en cuanto al monitoreo, control y operación de los procesos de tratamiento, como en el equipo utilizado para llevarlos a cabo.

Dada la complejidad y variedad de xenobióticos presente en los desechos, algunos investigadores trabajan con el desarrollo de bacterias recombinadas que permitan su degradación. Sin embargo, existen dos argumentos principales, que indican que los microorganismos recombinados para el tratamiento de desechos no producirán el efecto deseado: 1) Los microorganismos recombinados no podrán competir con los naturales y por lo tanto no sobrevivirán por mucho tiempo, y 2) Los microorganismos recombinados no descompondrán el compuesto tóxico para el que fueron diseñados, en un medio en donde existen otras fuentes de carbono que son más fácilmente asimilables. Aún cuando algunos experimentos han demostrado cierto grado de éxito, todavía existe el problema de la regulación de utilizar microorganismos recombinados en campo, una regulación que es necesaria, dado el poco conocimiento existente del comportamiento de estos microorganismos en la naturaleza.

Los problemas ambientales actuales muestran, cada vez más claramente, que la naturaleza no puede utilizarse como un reservorio infinito de desechos, sin afectar su capacidad para sustentar la vida humana. Esta situación ha dado lugar a que, en los últimos años, muchos esfuerzos estén orientados no solamente a tratar los desechos, sino más bien a evitarlos, o por lo menos a disminuirlos. En este marco, la aplicación de la Biotecnología como "Tecnología limpia", ya ha mostrado ser un instrumento muy valioso, sobre todo en el uso de productos biotecnológicos que mejoran eficiencia de los procesos y/o disminuyen el uso de químicos.

## **4 - CONSIDERACIÓN FINAL**

Con lo presentado en las secciones anteriores, se puede inferir que la Biotecnología implica no sólo una actividad multidisciplinaria, sino que además implica un amplio campo de aplicaciones, con requerimientos variados de recursos humanos, físicos y financieros.

Teniendo en cuenta esta situación, se puede entonces contestar a la pregunta planteada en el título de este trabajo, afirmando que efectivamente la Biotecnología debe considerarse como una opción dentro del desarrollo científico-tecnológico del país, pues, de hecho, algunos procesos actualmente realizados en El Salvador involucran la aplicación de la Biotecnología. Sin embargo, esta afirmación por si sola no basta, pues es necesario también definir además, cuáles biotecnologías son convenientes, en base a una evaluación riesgo/beneficio de su aplicación y tomando en cuenta los recursos disponibles en el país.

La definición de las biotecnologías apropiadas y la forma de implementarlas efectivamente en el aparato productivo del país, requiere del esfuerzo y discusión de todos los sectores que puedan verse involucrados con su aplicación. De alguna manera, esto implica la existencia de una comunidad científica, tecnológica y empresarial, atenta a las condiciones nacionales y a los desarrollos internacionales, y que cuente con los incentivos y el apoyo logístico (información, por ejemplo) necesario para poder ser efectiva en la toma de decisiones.

Este debate ha sido ya realizado, en mayor o menor medida, en otros países latinoamericanos e incluso ha dado lugar a estudios sobre el impacto de la Biotecnología en América Latina, que han sido llamados de "literatura de dramatización". Aunque muchos de los diagnósticos realizados no se han dado, estos estudios han cumplido una innegable función en el sentido de resaltar la importancia estratégica de la Biotecnología. Por otro lado, el hecho de que los impactos previstos aún no se hayan dado, no significa que no se darán, aunque ellos vengán más diluidos en el tiempo.

# SITUATION OF PHYSICS IN EL SALVADOR

## Ethelvina Morillo de Escobar

Solid State and Solar Energy Section, School of Physics  
Faculty of Natural Sciences and Mathematics  
University of El Salvador  
San Salvador

The problems begin with budget assignation, as it is observed in attached information and as it was mentioned by the Rector, Mr. Fabio Castillo, and the Dean of the Faculty, Mrs. Marina Estela Contreras de Tobar.

For the School of Physics, this is the fourth time it is making the effort for recovering the status the School had, or in other words, it is always behind the development of Physical Sciences.

First, it is necessary to give a general view of the country, and it is the following:

- The Country's gross product is 9000 Millions US\$, at a constant Dollar currency price, with an increase of 5% yearly.
- The Country Export is 1700 Millions US\$.
- The Country Import is 2400 Millions US\$. As it can be seen, there is a deficit.
- Per capita income is US\$ 1200 yearly and there is 10% inflation per year.<sup>(1)</sup>

The School of Physics belongs to the Faculty of Natural Science and Mathematics and this faculty was established again in September 5th, 1991. The Schools of Physics and Mathematics were part of the Faculty of Engineering and Architecture since 1977.

The School of Physics was founded in January 1964, as a part of the University Reform and part of its first activity was to study how the school could be organized. A marketing study was made in the country and from that study, the interesting areas were:

- Geophysics
- Radiation Physics
- Physics Teaching
- Solid State Physics
- Solar Energy

These indications reflect the following facts:

- \* For Geophysics studies, El Salvador is a natural laboratory, because it is a volcanic country, with many earthquakes, more or less periodical.
- \* For Physics Teaching, the main problem of this country is education.

- \* In Solid State, this country does not have raw material for heavy industries and the work done is usually for small Industries.
- \* About Solar Energy Section, the School of Physics has been working in this area since 1980, as an answer to the national energetic problem.

The School of Physics is organized in the following way:

#### GEOPHYSICS:

- Seismology
- Geophysics Exploration
- Hydrology

#### RADIATION PHYSICS:

- Radiologic Protection
- X-Ray Fluorescence

#### PHYSICS TEACHING:

- Teacher Training

#### SOLID STATE:

- Ionic Thermo Currents
- Thin Films
- Semiconductor Properties
- X-Ray Diffractometry

#### SOLAR ENERGY:

- Solarimetry
- Low Temperature Thermal Applications
- Photovoltaic Applications

#### HOW A PHYSICIST IS EDUCATED?

- Humanistic Area
- General Physics Area
- Elective Subjects In Physics

#### DEGREE OBTAINED: LICENCIADO EN FISICA (5 YEARS)

The study options are :

- Licenciatura en Física (5 years)
- Teacher for High School in Physics (3 years)

Licenciatura en Física (5 years). Once ended the study subjects, the students prepare a Graduation Project, which could take at least one year of work, and in addition, must work for 500 hours in Social Service to the community, and in these hours, they could work as Assistants in small research works or, working in some communities, using the knowledge acquired studying Physics, in practical works.

About Research, the lately effort has been directed throughout Solar Energy. The first task was making a solar potential evaluation in El Salvador; some students are working in many thermal applications on low temperature as Solar Collectors, Fruit Dehydrators,

Water Solar stills and many other types of solar ovens; other students have been beginning to work with some models in Solar Radiation and Solar Refrigeration by absorption, and in some Photovoltaic applications.

The School, like more generally the University of El Salvador looks forward to three main sectors of activity: teaching, research and social projection. These activities could be done together. The University is working covering the entire program, in spite of the restrictions it has: limited budget, old equipment and few professors, and some activities, as Research, are used also for the development of marginal communities or working with community leaders and with Non-Governmental Agencies (ONG).

With the Centro de Tecnología Apropiada (CESTA), the School of Physics accomplishes periodical practices in which the assistants are teaching, basically, two things: how water purifying could be accomplished, using the Solar Water Still designed, built and tested by the School, and as a second goal, the use of low cost solar ovens, as the way for diminishing the cut of trees, which is very worrying in our country, since, according to CEL<sup>(2)</sup>, wood is the 52.7% of energy used for cooking, as a primary source of energy. The water distiller solves the main country needs, because all country water is contaminated and the people who do not have money for buying drinkable water commercially obtained, suffer of many diseases.

## **PROJECTIONS OF THE SCHOOL OF PHYSICS**

**TEACHERS TRAINING.** The School of Physics needs advanced training for all its personnel. Almost all of them are just graduated, without experience, and they wish to profit by themselves; it is necessary to produce a group with high knowledge and experience, for producing goods and services, for influencing in the Society, with high impact.

**RECOVERING THE QUALIFIED PERSONNEL,** which is in foreign countries and for whose training the University has invested a lot of money.

**REBUILDING THE WORKSHOPS:**

- The Glass workshop
- Electronic workshop
- and to improve the Mechanical workshop.

All this is necessary in order to improve the Research Programs, but it will also be very useful for all the Faculty.

Training the High School Teachers in Physics in their workplaces as a way for increasing the Physics level of the students who could study at the University.

Many High School Teachers do not have the education level the High School requires, for lack of study opportunities; with the above program, this fault will be remedied.

**STARTING THE MASTER DEGREE** in Solar Energy, which is a necessity in our Country, as a consequence of the energy crisis.

**BUILDING UP THE PILOT UNIT,** able to measure Direct Radiation, Diffuse Radiation and Solar Brightness.

There are many questions in this kind of information from persons and Institutions, which want to use the Solar Energy and the School of Physics has equipment whose useful life has finished, and therefore it is necessary to acquire new equipment for this purpose.

FIXING UP THE X-RAYS EQUIPMENT, in which the School of Physics has some experience; it is also for multiple uses.

PROVIDING THE NECESSARY EQUIPMENT for Ionizing Radiation Laboratory.

## **NOTES**

(1) Information given by the Central Reserve Bank of El Salvador.

(2) CEL is the Executive Commission for the Lampa River, Bureau in charge of energy in El Salvador.

# **EDUCACIÓN POPULAR COMUNITARIA COMO ALTERNATIVA PARA MANTENER LA PAZ EN EL SALVADOR**

**Lillian Moncada-Davidson**

Queens College, City University  
New York

Cerca de tres décadas han pasado desde que la educación recibió importancia “como factor clave del desarrollo” económico y social en El Salvador. Es a partir de ese momento que ha llegado a formar parte del discurso político de los diferentes gobiernos. A finales de los sesenta, por ejemplo, el gobierno del General Sánchez Hernández (1967-1972) designó la educación como la piedra angular de los programas de desarrollo, declarando que la educación “se orienta al desarrollo y formación de los recursos humanos que promoverán el cambio socioeconómico del país” (Escamilla, 1981, p. 119). A esto siguió una reforma total al sistema educativo que incluyó la reorganización del Ministerio de Educación, la extensión de la escuela primaria de 6 a 9 años, el reentrenamiento de maestros, y la introducción de los bachilleratos diversificados. A los cambios cualitativos siguieron cambios cuantitativos. En el período comprendido entre 1967 y 1975, por ejemplo, el país experimentó un incremento del 55 % en el número de estudiantes inscritos dentro de los diferentes niveles del sistema educativo; de éstos, 91 % entraron en el sistema estatal y 9 % en el sistema privado (Memoria de Labores, 1974-1975). En números absolutos esto significó un aumento de 398,887 estudiantes en un período de ocho años. La expansión educativa y la prolongación de la escuela primaria, por lo general, se cuentan entre los logros de la reforma de finales de los años sesenta.

Sin embargo, a pesar de estos logros la reforma educativa no logró los objetivos que estableció, los cuales abarcaban más que la expansión de servicios educativos y el incremento de la población estudiantil. Se esperaba en esa época que la educación promovería el desarrollo socio-económico de la nación, optimizaría las condiciones de vida de todos los salvadoreños, sentaría las bases para la construcción de una democracia, y fortalecería la autonomía de la nación frente a otras naciones del mundo (Ministerio de Educación, 1977).

Contrario a las expectativas que se tenían, la historia de las últimas dos décadas nos han presentado un cuadro decepcionante y de desesperanza. Ignacio Ellacuría (1986, p. 858) por ejemplo, notó que al final de los años setenta, la década del progreso económico salvadoreño, 68.1% de la población continuaba viviendo en estado de pobreza. De éstos, 50.6% vivían en extrema pobreza y 17.5 % no podían siquiera satisfacer sus necesidades más básicas.

El sector educativo siguió caracterizado por los altos índices de analfabetismo, deserción escolar temprana, ausentismo y repitencia de grado, así como serios problemas en la calidad del curriculum y del educador. Gallardo y López (1986, p. 200) han reportado el analfabetismo (el mayor indicador de la salud educativa de un país) en un alto porcentaje de 40 % en 1970, manteniéndose más o menos constante durante un período de 13 años. En 1983 el analfabetismo se había incrementado, alcanzando un 42.9 % de la población total. La cobertura escolar se mantuvo baja, para el año 1975 se reportó en 64.9 % para niños de

edad primaria y 47 % para estudiantes de edad secundaria (Gallardo y López, 1986, p. 205). Estas condiciones de vida que se agravaron con los estragos de doce años de guerra civil que sufrió la nación pueden verse en la actualidad a nivel humano, económico y social. En los años '90, por ejemplo, la pobreza crónica se mantiene. Briones (1992) reportó que 70.3 % de la población no logra satisfacer sus necesidades básicas de vida. Las deficiencias educativas continúan siendo un problema serio y el factor más importante a considerar en las discusiones alrededor de la formación de recursos humanos para la producción.

Un equipo de investigación de la Universidad de Harvard que recientemente condujo un estudio sobre la educación en El Salvador en colaboración con la Universidad Centroamericana, reportó que la repetición y deserción escolar se han mantenido sin mucha variación durante un período de diez años afectando a un 50% de la población de edad escolar elemental (Deweese, Evans, & King 1994).

La preocupación por la educación en El Salvador ha llevado a muchas personas interesadas a referir las fallas de la reforma de 1968 a la falta de articulación entre el sistema educativo y el sistema productivo. Otros afirman que la administración educativa fuertemente centralizada ha sido un factor esencial en propiciar servicios inefectivos y una educación inadecuada a la población. No falta quien responsabiliza la participación política del gremio magisterial por el deterioro en la educación.

Dentro de la crisis educativa que ha existido en el país, estas y muchas otras explicaciones siempre resultan atractivas y son fácilmente aceptadas por mucha gente, negando que las raíces de la crisis pueden encontrarse en la condición de pobreza y desventaja en que vive la mayoría de la población. Contrario a la posición usualmente aceptada dentro de la clase empresarial y miembros del gobierno, en un previo estudio reporté que las fallas de la reforma educativa de 1968 en lograr sus metas pueden resumirse en cuatro puntos:

- 1) los planificadores ignoraron los serios problemas sociales que han caracterizado a esta nación por décadas y que han sido la causa principal de los problemas del sistema educativo que trataban de solucionar;
- 2) igualmente no reconocieron el impacto que las estructuras económicas tienen en el desarrollo educativo del país;
- 3) la falta de reformas a las estructuras económicas y productivas existentes que no abrió las oportunidades de trabajo a los nuevos graduados;
- 4) la ausencia de reconocimiento de los educadores como elementos importantes en la concepción y planificación de la reforma.

Ignorar estos factores tuvo efectos no anticipados que vinieron a marcar la historia de El Salvador. La pobreza de la mayoría de los salvadoreños continuó siendo la razón principal para no atender la escuela o retirarse antes de finalizar la educación elemental. Consecuentemente, los bajos niveles educativos que han caracterizado esta nación se mantuvieron. Pese a que hubo logros educativos para muchos estudiantes, entre ellos hubo quienes vieron sus esperanzas frustradas al no lograr incorporarse dentro de las limitadas opciones de trabajo existentes; para muchos de ellos unirse a las filas de la lucha armada fue la única opción. Muchos maestros, al verse marginados del proceso de planificación y toma de decisiones sobre la reforma, quitaron su apoyo, condición que era necesaria para lograr el éxito (Moncada-Davidson, 1990).

En tanto que la pobreza continúa siendo un tema de preocupación en esta década, no es asombroso que el equipo de Harvard en su estudio haya identificado a El Salvador como uno de los países latinoamericanos que presenta los problemas más graves en materia de educación. Esto ha despertado el interés del gobierno y el sector productivo del país, que en años recientes han venido nuevamente a dar a la educación una posición preponderante

dentro de las políticas de desarrollo del gobierno, ligándola con la formación de recursos humanos.

Sin negar la importancia de dirigir esfuerzos con el fin de optimizar la calidad y la cantidad de la educación formal en El Salvador, el propósito de este trabajo es señalar las limitaciones de la educación formal como promotor del desarrollo económico y social. Proponemos, además, alternativas educacionales de carácter inclusivo con el fin de:

1. incorporar a todos aquellos que por su situación de pobreza, de mujer o a consecuencia de la reciente guerra, se quedaron fuera del sistema;
2. satisfacer las demandas de la sociedad moderna de proveer a todos con una educación y potenciar los jóvenes y las mujeres para tomar control de sus vidas e incorporarse al trabajo remunerado;
3. establecer una verdadera democracia en El Salvador como base para sostener la paz.

## **LAS CONTRADICCIONES DE LA EDUCACIÓN**

La fe en la educación formal como estrategia de desarrollo económico y social actualmente prevalente en El Salvador no es distinta a la que precipitó la reforma educativa del final de la década de los sesenta. A principios de los años noventa, por ejemplo, la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES) declaraba que la educación es un factor clave para el desarrollo. FUSADES, como institución de investigación que asesora al gobierno en materias políticas y económicas, sugiere que dentro del modelo de desarrollo centrado en producción de recursos materiales y expansión económica adoptado por el gobierno de ARENA, las inversiones al sistema educativo formarán los recursos humanos necesarios para promover dicho desarrollo. Se espera que esto resultará en la reducción de las desigualdades económicas prevalentes. La educación vista como una "inversión en capital humano de alta rentabilidad social", como lo expresa FUSADES nuevamente, ignora los problemas de pobreza que están a la raíz de las deficiencias educativas que se tratan de resolver.

En este momento en que el plan de gobierno actual incluye entre sus metas "erradicar la pobreza, construir una paz social permanente y fortalecer la democracia" (Plan de Gobierno, 1994-1999), el argumento sobre la educación formal como promotor del desarrollo, que ignora la pobreza a la base de los problemas educativos, incita preguntas interesantes y de suma importancia. Por ejemplo: es posible erradicar la pobreza a través de las inversiones de capital en el campo de la educación formal? es posible reducir los altos niveles de analfabetismo, elevar la calidad de la educación, proveer la masa de niños en necesidad de una educación efectiva y relevante a su realidad dentro de la tremenda pobreza en que vive la mayoría de la población? es posible promover el desarrollo económico y social y crear oportunidades de trabajo a las mayorías a través de corregir únicamente los problemas endémicos del sistema educativo? Aún antes de poder pensar en estas preguntas hay que preguntarse cuán separado puede existir el sistema de educación formal del contexto económico, político, y social de la sociedad dentro de la cual se desenvuelve. Si la educación no puede existir ajena a las realidades de la sociedad, en qué forma pueden corregirse sus deficiencias tradicionales en una sociedad que se caracteriza por las disparidades económicas y sociales críticas en que vive la población? Pese a que estudios conducidos en El Salvador han encontrado que más años de educación significan mayores ingresos para los individuos (Guzmán y Cariola 1994; Briones 1992), la expansión educativa de años anteriores no logró disminuir la pobreza o expandir la producción económica de la nación. Esto fácilmente nos puede llevar a concluir que las inversiones en el sistema de educación formal no necesariamente promueven la distribución equitativa de

recursos, ni se le puede asignar exclusivamente a la educación formal la tarea de formar las bases humanas para el desarrollo social, económico y político del país.

David Brown (1985), refiriéndose a sociedades menos desarrolladas, ha señalado que la expansión de la educación formal no ha sido consistentemente relacionada con la expansión de la producción económica, y además es irrelevante a la reducción de desigualdades económicas. Basándonos en estas experiencias, es posible preguntarse de dónde proviene en El Salvador la fe de que esta vez sí, será posible lograr el desarrollo socio-económico de la nación focalizando esfuerzos en la educación formal?

## **POLÍTICAS EDUCATIVAS EN LOS AÑOS 90 EN EL SALVADOR**

Contrario a las políticas del Banco Mundial de décadas anteriores que favorecían inversiones de capital hacia el desarrollo de la educación media, técnica y superior, el Banco, en los años 90 promueve las inversiones en educación elemental. La justificación viene de las desilusiones sobre los resultados de las inversiones hechas en materia de educación en países menos desarrollados, donde los altos números de analfabetos de los años sesenta se convirtieron en los desempleados educados de las siguientes décadas, mientras los altos índices de pobreza y la disparidad social se mantenían (Psachoropoulos & Woodhall, 1986). Ahora el banco afirma que las inversiones en educación básica en los países menos desarrollados resultan en un aumento al ingreso individual, y mejoran la productividad y la salud de la gente, especialmente entre la población campesina. Enfatiza que cuando el curriculum promueve habilidades de pensamiento e investigación puede resultar en un cambio de actitud, especialmente entre mujeres, logrando una disminución de la natalidad, mejor nutrición y salud infantil (Lockheed & Vespoor, 1990, p. 188).

Siguiendo los lineamientos del Banco Mundial y los acuerdos de la Conferencia Mundial de Educación para Todos (1990) el programa EDUCO (Educación con Participación de la Comunidad) fue diseñado, y está siendo actualmente ejecutado en El Salvador. El programa, que está dirigido a las poblaciones tradicionalmente ignoradas - las más pequeñas y más pobres de las zonas rurales y aisladas del país - tiene como propósito ampliar la cobertura y mejorar la educación preescolar y del primer ciclo de educación básica. A largo plazo, EDUCO se propone cumplir con el programa de desarrollo del gobierno, sentando las bases para construir el capital humano necesario para satisfacer las demandas que pone el nuevo plan de desarrollo nacional.

EDUCO representa una partida de viejos esquemas, respondiendo a las demandas educativas de los más necesitados y estimulando la participación comunitaria en el desarrollo educativo de sus niños. En un estudio exploratorio que conduje entre los años 1991-1993, se revelaron limitaciones y deficiencias que podrían crear una barrera en lograr su anticipado éxito.

En muchas localidades visitadas, por ejemplo, no encontramos una escuela cerca y accesible a los niños, mucho menos un programa EDUCO. Ninguna de las personas entrevistadas pudo dar una explicación a la situación. Esto sugiere que hay todavía altos números de niños del área rural que son excluidos de la oportunidad de una educación formal. Entre los programas existentes, la calidad varía grandemente en el aspecto físico, la dedicación del maestro, calidad de la educación y atención a los niños, así como el acceso a la galleta alimenticia. Por ejemplo, un aspecto importante de los programas como es la participación de los padres y de miembros de la comunidad interesados en la educación de los niños, no se da con regularidad. En la mayoría de las comunidades visitadas donde

EDUCO existe, la función de los padres está limitada a ser la entidad que extiende el cheque mensual al maestro. Muchos padres expresaron no entender que se esperaba de ellos, y muchos otros consideran que no tienen el tiempo ni los recursos para atender a actividades escolares.

El mayor desafío de EDUCO, en este momento, no solo es aumentar la cobertura de educación parvularia y básica, sino más importante, impartir una educación relevante y efectiva dentro de comunidades en donde las limitaciones sociales, económicas y de oportunidad no solamente se han mantenido estables, sino marcan las críticas diferencias entre el sector urbano y rural así como entre pobres y ricos. La pobreza crónica en que viven las familias rurales salvadoreñas<sup>1</sup>, el analfabetismo, y los bajos niveles educativos, continúan siendo la causa de los persistentes y severos problemas de salud, muchas veces asociados a las deficiencias físicas y mentales que afectan el proceso de aprendizaje en los niños. La Organización Panamericana de la Salud (1993) reportó que malnutrición infantil y problemas severos de salud en El Salvador persisten. Por ejemplo, la malnutrición por falta de proteínas es prevalente en 50.1% de los niños; de éstos, 15.2% sufren de una malnutrición seria o moderada. El retardo del crecimiento (altura por edad) es de 30% en niños de edad escolar. Un cuarto de los niños menores de cinco años sufren anemia nutricional; el 15% de los niños nacen con un peso muy bajo del normal. Dentro de esta realidad de deficiencias económicas y físicas, muchos de los niños para quienes EDUCO fue concebido y diseñado (usualmente de cinco años de edad o más) ya están afectados por falta de cuidados prenatales y cuidados infantiles adecuados cuando llegan a la escuela. Tradicionalmente, los problemas de salud y aprendizaje han representado uno de los mayores obstáculos a la participación y desempeño escolar entre los niños salvadoreños. Consecuentemente, es de esperar que el patrón de rendimiento escolar deficiente - baja productividad académica, repetición, ausentismo y deserción escolar temprana - continuarán mientras la pobreza severa persista.

Igualmente, el estudio reveló que muchas maestras que actualmente trabajan en EDUCO no son especializadas en educación preescolar o parvularia por lo cual desconocen las técnicas necesarias para desarrollar habilidades de pensamiento crítico y de investigación y que facilitan el aprendizaje a niños pequeños. Contrario a los resultados esperados por el Banco Mundial y el Ministerio de Educación de lograr un cambio de actitudes, disminución de la natalidad y mejoras en salud, podemos anticipar muchos fracasos para EDUCO. Esto resultará una vez más en el desperdicio de energías y fondos económicos tan difícilmente recuperables.

Aunque hacer una evaluación exhaustiva de EDUCO es prematuro, es posible asegurar que las condiciones actuales dentro de la cual se implementan muchos de los programas, limitan el potencial que tiene en desarrollar las habilidades cognitivas entre niños económicamente desaventajados.<sup>2</sup> Por lo tanto, es posible argumentar que dentro de este contexto prevalecerán las deficiencias educativas que se están tratando de resolver, así como las diferencias de oportunidad y la disparidad socio-económica que caracteriza a El Salvador.

Esperar productividad escolar dentro de las condiciones de pobreza en que vive El Salvador es negar que la pobreza ha sido constante, y el factor más importante afectando tanto la participación escolar como los bajos niveles de productividad académica entre los estudiantes. Esto, muchas veces, ha resultado en un abandono de la escuela antes de concluir el sexto grado. Igualmente es necesario reconocer que la pobreza en El Salvador ha sido el factor determinante en la crisis política que vivió el país en la última década y su pronta resolución el mayor desafío para la paz. A pesar de esta evidente realidad, constante dentro de los programas de desarrollo (tanto en las décadas pasadas como en las actuales), es la ausencia de un programa económico comprensivo que logre eliminar pronta y

permanentemente las desigualdades económicas y sociales. Un reciente estudio sobre opinión pública conducido por la Universidad Centroamericana, evaluando los cien primeros días del gobierno actual, indicó que la crisis económica, la inflación y el desempleo continúan siendo la preocupación más grande de los sectores menos favorecidos y marginados en El Salvador (Instituto Universitario de Opinión Pública, 1994). Mientras esta condición prevalezca, será imposible elevar los niveles educativos de la nación. Solo satisfaciendo las necesidades más básicas de vida se pueden crear las condiciones a aspirar a una educación.

## **LA EDUCACIÓN Y EL ESTABLECIMIENTO DE LA DEMOCRACIA**

El final de la guerra acentúa la urgencia de establecer paz verdadera y afirmar la democracia. Aunque definida en la constitución como una democracia, este concepto no implicó igualdad de oportunidades para todos los salvadoreños. Si esta vez la democracia tiene que significar más que un término vago e ilusorio, tendrá que entenderse dentro de un contexto que demanda una mayor participación y una mejor distribución para la población total de los beneficios sociales y económicos de la nación.

La eliminación del legado de la violencia de la guerra solo podrá lograrse si se encuentra un equilibrio entre lo que Herbert Gintis (citado por Apple, p.199) llama el derecho de la persona y el derecho de la propiedad. En El Salvador, el derecho a la propiedad que ha prevalecido ha creado un sistema de privilegios que por décadas excluyó a las mayorías de la oportunidad a una educación creando el alto y persistente índice de analfabetismo, bajos niveles educativos y una pobreza extrema.

Hablar de paz dentro de un contexto de desigualdades económicas y sociales extremas es olvidar que la guerra civil de la década recién pasada fue el resultado de la inhabilidad de los gobiernos anteriores de solucionar los problemas de lo que Brock-Utne (1985) define como violencia estructural. En nuestro caso la violencia estructural puede explicarse en términos de la constante injusticia económica y social y la negación de los derechos humanos fundamentales que ha sufrido la población. De allí que sostener la paz exige una solución pronta a la crisis de la pobreza extrema y la desigualdad de oportunidades. El fin de la guerra, por lo tanto, no debe entenderse como el fin de la crisis, sino un oasis en la lucha que continuará hasta que los altos niveles de pobreza y desigualdad de oportunidad persistan.

Dignos de elogio como pueden ser los esfuerzos actuales en educación en beneficio de los pobres, su alto costo les asegura una corta vida ya que dependen en parte de la disponibilidad de ayuda internacional y del deseo de los donantes de continuar financiando programas de desarrollo. Por ejemplo EDUCO y SABE (el proyecto del gobierno con el fin de mejorar la calidad de la educación) son en parte financiados con fondos del Banco Mundial y de la Agencia de Desarrollo Internacional (AID), respectivamente. En vista de las condiciones poco favorables de la economía mundial el acceso a fondos extranjeros es limitado. En este caso se despiertan dudas sobre la posibilidad del gobierno de asegurar la continuación de estos programas. Cabe entonces preguntar como se logrará integrar los altos números de pobres y desaventajados dentro del proceso de reconstrucción nacional. En otras palabras, que estrategias han sido establecidas para inculcar un sentido de ciudadanía y respeto en una generación de jóvenes que han crecido cínicos, cansados y frustrados como consecuencia de la continua injusticia, doce años de guerra civil y constantes abusos a los derechos humanos? La experiencia actual está enseñando un cuadro desalentador de jóvenes que ven sus vidas sin esperanza, con limitadas oportunidades, enojados y unidos a la

violencia organizada y a la destrucción como único recurso en contra de las amenazas de sus vidas, intereses y valores. Puede la sociedad ofrecerles alternativas para sus vidas fuera de la violencia y la destrucción?

Actualmente el modelo económico que el gobierno ha adoptado no favorece a los pobres en un corto plazo. Por el contrario, recrea un modelo de exclusión, un sistema que promueve la creencia en las prerrogativas de la propiedad, que está en oposición a las metas de reducir y eventualmente erradicar la pobreza a corto plazo. Aún cuando se ha aceptado que la educación es la base angular del desarrollo económico a través del cual se logrará la paz y se ha recurrido a la enseñanza de valores morales y cívicos como medida de traer a la nueva generación dentro del ritmo del desarrollo y la reconstrucción social, queda la duda sobre cuales valores dominarán el curriculum. Valores que promueven la libre empresa y el desarrollo individual, o principios de solidaridad que promueven el progreso equitativo para todos? El problema es que aún el principio de solidaridad, tan necesario para lograr una sociedad integrada y justa, está en contradicción con los principios básicos de una economía libre de mercado que promueve la competencia y el individualismo.

En vista de que las condiciones de desigualdad se mantienen y que es dentro de esta realidad que la educación se desarrolla, en la ausencia de reformas que puedan ofrecer una solución pronta a los inmensos problemas de pobreza, qué se puede esperar de la paz que se ha logrado?

No es posible en este momento dar una evaluación adecuada sobre el impacto que las políticas educativas actuales tendrán sobre la sociedad en general. Queda por ver si a través de ellas se logrará promover el desarrollo económico, reducir la pobreza y consolidar la paz sin hacer cambios en las estructuras económicas de la nación.

En este momento histórico que vive El Salvador, las disparidades económicas y sociales persistentes y la inhabilidad que ha existido entre los gobiernos de quebrar ese círculo, reclaman una acción inmediata por parte de la ciudadanía más favorecida a buscar medidas que puedan dar una salida a la desesperación de las mayorías. En la ausencia de cambios estructurales, las necesidades de los más pobres y desaventajados tienen que conciliarse con las políticas neo-liberales del gobierno, ofreciendo alternativas educativas que promuevan el progreso de todos.

Para esta finalidad, proponemos el establecimiento de proyectos alrededor del modelo de desarrollo centrado en gente (*people-centered development*) con programas de educación popular comunitaria que incorpore a los sectores marginados de la sociedad dentro una participación social más activa. Presentamos este modelo como una alternativa a los modelos tradicionales de educación, capaz de responder a la preocupación de quienes, como Brown (1985), han señalado que la educación formal no ayudará mucho al desarrollo de recursos humanos a menos de que difiera fundamentalmente de la educación formal de años anteriores.

## **DESARROLLO CENTRADO EN GENTE Y LA EDUCACIÓN POPULAR COMUNITARIA: UNA ALTERNATIVA PARA MANTENER LA PAZ**

El modelo de desarrollo centrado en gente contrasta fuertemente con el modelo de desarrollo centrado en producción (*production-centered development*) generalmente favorecido dentro de los proyectos de desarrollo, y adoptado por el gobierno de ARENA. Las diferencias entre estos dos modelos radican principalmente en el uso de estrategias para

promover el desarrollo económico y social. El modelo centrado en gente, por ejemplo, promueve el establecimiento de organizaciones auto-reguladas en vez de las organizaciones reguladas a través de un comando jerárquico; promueve el aprendizaje social interactivo en vez de la enseñanza impositiva y autoritaria dominada por el experto; permite un análisis político y económico centrado en las necesidades de las personas; y trata la ecología con primordial importancia en vez de darle una importancia secundaria como frecuentemente otorgan los modelos centrados en producción (Korten, en Brown, 1985, p. 69). De allí que el modelo *centrado en gente* tiene como misión el desarrollo humano potenciado, capaz de participar activamente en el proceso de desarrollo en beneficio de la comunidad.

Creemos que los esfuerzos dirigidos hacia la mejoría en las condiciones de vida de los desposeídos en la región centroamericana, son la única forma de mantener la paz y afirmar la democracia, y la adopción de los modelos de desarrollo *centrados en gente* ofrecen la mejor posibilidad de lograrlo. En tanto que el factor fundamental dentro de este modelo es facilitar una educación para todos, vemos la necesidad de focalizar energías hacia esa dirección. Sin embargo, contrario al modelo centrado en producción que también considera la educación como factor clave de desarrollo, afirmamos que la educación tal como existe actualmente no contribuirá mucho a los programas de desarrollo nacional. Dentro de la sociedad actual, la educación únicamente tendrá un impacto positivo para el desarrollo si difiere profundamente de los modelos educativos que han sido implementados tradicionalmente. La sociedad moderna demanda una pedagogía que promueva el pensamiento crítico e inquisitivo, capaz de cuestionar la posición que cada cual tiene dentro de la sociedad, así como las prácticas educativas autoritarias e impositivas que tradicionalmente han sido impuestas por las estructuras de poder y que han legitimado las diferencias económicas y sociales. En El Salvador, estas prácticas educativas tradicionales generalmente son adoptadas de modelos foráneos que no responden a las necesidades ni las realidades de las comunidades locales.

Como una alternativa a los modelos educativos tradicionales, proponemos el establecimiento de programas de educación popular comunitaria (EPC) dirigidos hacia las poblaciones más vulnerables dentro de la sociedad - mujeres y niños viviendo en extrema pobreza. El interés de dirigir los esfuerzos hacia el desarrollo de la mujer tiene raíces en los resultados obtenidos de estudios conducidos en sociedades menos desarrolladas. Estos estudios encontraron que las inversiones en la educación de la mujer tienen un impacto positivo no solo en la familia, sino también en la sociedad en general (King and Hill, 1992). De allí que se ha llegado a decir que educando a las mujeres se educa una nación.

De acuerdo con quienes ven la importancia de educación para las mujeres que viven en extrema pobreza como requisito fundamental para lograr su participación activa en el desarrollo nacional, nuestros programas van dirigidos a atacar las deficiencias educativas que caracterizan a la población femenina centroamericana. Las filosofías sobre las cuales descansa nuestro proyecto pueden resumirse en dos puntos:

- 1) la creencia de que cada mujer tiene el derecho de participar activamente en su propia educación y desarrollo; y
- 2) la educación será efectiva únicamente si se da en forma integral - la mujer, la niñez y la comunidad en general.

Como una pedagogía dirigida hacia la concientización de los educandos, los programas EPC enfatizan que las mujeres deben lograr entender no solo sus necesidades materiales, económicas, sino también sociales, culturales, psicológicas, y políticas, en sociedades que históricamente les han negado muchas oportunidades más allá de la maternidad y el cuidado del hogar. Dentro de la condición de vida que viven muchas mujeres, el derecho a una educación y un avance socio-económico para sus hijos también es limitado. Los programas de educación popular comunitaria que proponemos deben, por lo

tanto, entenderse como programas de educación integral que llenen las necesidades de la mujer y la niñez en beneficio de la familia y la comunidad en general.

La EPC cabe dentro de los programas de *desarrollo centrado en gente*. Su perspectiva liberadora resulta en el fortalecimiento de los educandos y los educadores, da la capacidad a las personas de tomar decisiones en favor de su desarrollo y el de la comunidad con miras de promover la construcción de sociedades democráticas participativas. Como programa de *desarrollo centrado en gente*, la EPC busca, además, desarrollar conciencia sobre la importancia de lograr el sostenimiento ecológico como necesidad de la vida actual, así como mayor productividad económica para el bienestar total.

Dos elementos esenciales subrayan el proyecto de educación popular comunitaria: primero, es una pedagogía activa y participativa que estimula el diálogo, el análisis sobre situaciones concretas de la vida diaria y la búsqueda de estrategias para resolver problemas urgentes; segundo, es una ideología que desarrolla un sentido de conciencia, que fortalece y valora la identidad de las mujeres, que enseña a respetar y valorar su cultura y a la vez cuestiona tradiciones autoritarias que han trabajado en contra de su desarrollo; así mismo, estimula una aplicación práctica de la enseñanza en la dirección de la organización y cooperación comunitaria. La EPC, en esta forma, tiene una doble misión: a corto plazo, puede alterar los recursos humanos y las relaciones disponibles capaces de transformar la realidad existente; a largo plazo, puede formar las estructuras de conciencia que resulten en cambios dentro de las estructuras sociales, asegurando una sociedad justa y una paz sostenible.

En tanto que rechaza los modelos tradicionales de educación impositiva y autoritaria, la EPC es el arma que puede potenciar a las mujeres centroamericanas quienes, por su condición de pobreza y su condición de mujeres, son dos veces oprimidas y explotadas. Históricamente la mujer centroamericana ha recibido un falso reconocimiento que le ha permitido trabajar en favor de su propia opresión.

Siguiendo los principios fundamentales de la EPC, en nuestro esfuerzo de ayudar a las mujeres centroamericanas a ayudarse a sí mismas, se estableció en la ciudad de Guatemala un programa de desarrollo centrado en gente con actividades educativas para mujeres y niños. Lo que sigue es una descripción breve del trabajo que estamos ejecutando en la comunidad de La Esperanza en Guatemala.

## **EDUCACIÓN POPULAR COMUNITARIA. EL PROYECTO DE UPAVIM**

UPAVIM (Unidas para Vivir Mejor), está formado por un grupo de mujeres trabajando juntas hacia un futuro mejor para ellas, sus hijos y la comunidad. Estas mujeres viven en extrema pobreza en la comunidad de La Esperanza, una zona marginada en las afueras de la ciudad de Guatemala.

En Junio de 1993 se inició un programa de educación popular comunitaria siguiendo como parte de un proyecto de *desarrollo centrado en gente*.

La fase inicial del programa fue encontrar, en colaboración con las participantes, un modelo educativo relevante que satisficiera las necesidades personales y de la comunidad. El primer paso fue entablar un diálogo entre las promotoras del programa y las participantes para definir prioridades y formular una estrategia de acción. Las beneficiarias de este programa fueron constantemente estimuladas a tomar la iniciativa en la identificación de

problemas y a participar en el análisis y discusiones; fueron invitadas a tomar parte activa en talleres de trabajo que promovían la búsqueda y posible respuesta a los problemas colectivos. Se discutieron las situaciones reales y urgentes de sus vidas que necesitaban pronta atención por parte de ellas, con el apoyo del grupo. Todo este trabajo les facilitó el aprendizaje de habilidades necesarias para el trabajo cooperativo y las impulsó a tomar decisiones.

Después de largas horas de diálogo, juntas logramos un mejor entendimiento de los problemas individuales de cada mujer, de la familia y de la comunidad. Establecimos las estrategias que según el entendimiento de las participantes son necesarias para mejorar las condiciones de vida de todos.

En tanto que muchas mujeres de UPAVIM ya estaban trabajando en proyectos de artesanías, otras en la clínica de cuidados infantiles (ambos parte del proyecto de desarrollo), las necesidades más urgentes eran el establecimiento de una guardería infantil a la cual confiar el cuidado de sus hijos y la formación de un programa de alfabetización para aquellas mujeres que lo necesitaban.

La guardería infantil se vio como la única posibilidad de liberar a las madres de la responsabilidad de cuidar a sus hijos por unas horas e incorporarse tranquilamente al trabajo remunerado. Con el fin de asegurar una calidad óptima, el establecimiento de la guardería requería de personal especializado que estuviera a cargo del cuidado de los niños. Con ese fin se diseñó un programa de educación de maestras para las mujeres que habían expresado el deseo de trabajar como educadoras. La educación de las participantes se llevó a cabo alrededor del diálogo, que les permitió una evaluación de su posición dentro de la sociedad y de las posibilidades de crecimiento y superación personal. Se cuestionaron las ideologías dominantes impuestas sobre los grupos populares y el impacto que éstas tienen para ellas en su condición de mujeres pobres, así como de sus hijos. Se identificaron pedagogías que mejor respondieran a las características personales y de la comunidad.

Así es como las personas interesadas decidieron recibir el entrenamiento dentro de la filosofía y el método de educación Montessori con la especialidad en el cuidado y enseñanza para niños de 0-3 y 3-6 años de edad.

La formación de maestras, además de la formación pedagógica, incluyó educación en salud con énfasis en nutrición e higiene. Al finalizar la primera parte del entrenamiento y después de haber hecho algunas actividades, colectivamente se tomó la decisión de seleccionar de entre las participantes dos personas quienes mostraron habilidades de liderazgo y habían logrado un entendimiento sólido de los principios y las prácticas educativas. Anticipamos que estas personas cubrirán las posiciones de directora del programa y de maestra titular, respectivamente, para lo cual se ha considerado entrenamiento adicional que les permita llevar a cabo su labor en forma eficiente. Esperamos que a corto plazo estas personas habrán adquirido los conocimientos y la experiencia necesaria para tomar la responsabilidad del programa y continuar los cursos de educación para maestras.

La supervisión continua a cargo de profesionales especializados asegura un desarrollo y una educación efectiva para los niños que asisten a la guardería, así como las mujeres que forman parte del programa de educación. Por ahora, las condiciones del programa solo permiten atender a los hijos de las mujeres que participan en el proyecto global.

La alfabetización de las mujeres está a cargo de las participantes quienes, con las promotoras del programa, organizaron grupos de trabajo alrededor de actividades que les ayudan a aprender a leer, entender el material escrito y escribir. Las presiones de la vida de

las mujeres que viven en extrema pobreza hacen que estos grupos se reúnan con mucha irregularidad. Sin embargo, algunos resultados positivos han sido reportados en la corta vida del programa.

Los resultados de UPAVIM han sido claramente expresados por Verónica Acajábón cuando declaró, “UPAVIM es muy importante para nosotras las mujeres. Para mí es también muy importante porque antes, como mujer, yo sentía que no valía nada. Ahora yo sé que soy importante y que puedo lograr lo que me propongo...Me siento muy bien. La cosa más importante es que puedo ir a mi comunidad y ayudar a otras mujeres como yo a sentirse valoradas, porque ellas también pueden lograrlo...”

El asesoramiento que estamos dando actualmente continuará por un período de dos años. Consideramos que es el tiempo en el cual las mujeres pueden lograr las habilidades necesarias para tomar posesión y control del programa. Por de pronto el programa recibe seguimiento a través de cursos y talleres de trabajo, supervisión y evaluación que se da a través de visitas regulares que las promotoras y directora hacemos a la comunidad.

El programa educacional de UPAVIM forma parte de un proyecto más amplio de desarrollo comunitario que está bajo la dirección de una misionera Estadounidense y es financiado por donaciones que se reciben de los Estados Unidos. Esta experiencia en Guatemala sirve como modelo para los programas de desarrollo y educación para mujeres y niños que hemos programado establecer en El Salvador. Nuestra meta es extender estos programas a otras comunidades de la región centroamericana que reclaman su voz y su reconocimiento.

## **FUNDACIÓN HILDA ROTHSCHILD PARA LA EDUCACIÓN DE LA MUJER Y LA NIÑEZ SALVADOREÑA**

Con ese nombre se estableció recientemente en El Salvador la institución sin fines de lucro, a través de la cual se canalizarán programas de educación y desarrollo para mujeres y niños en las zonas más pobres y aisladas del país. La Fundación Hilda Rothschild (FHR) que actuará como una organización no gubernamental (ONG), estará a cargo del diseño, implementación, seguimiento y financiamiento inicial de los diferentes programas educativos. La dirección y administración de la Fundación es responsabilidad de miembros fundadores quienes donan su tiempo y conocimientos en beneficio de los más necesitados. Las funciones académicas y técnicas serán responsabilidad de profesionales especializados en el campo de la educación, salud y el desarrollo comunitario. Nuestro interés es trabajar en colaboración con otras ONG involucradas en actividades relevantes a nuestro trabajo tanto en el país como en el extranjero. En igual forma, promovemos la participación de voluntarios. Actualmente tenemos un banco de información de personas que han expresado interés de viajar a Centro América y durante su estadía trabajar y formar parte de este proyecto.

Los fondos iniciales de la Fundación han sido obtenidos a través de cuotas de membresía y donaciones individuales, y esperamos aumentarlos con la ayuda de personas particulares, así como de organizaciones nacionales e internacionales deseosas de apoyar nuestros programas.

En la era de la postguerra, estos programas de educación comunitaria responderán a dos necesidades urgentes de atender:

1. La de incorporar dentro del ámbito educativo a todas aquellas personas que por su condición de mujer y de pobreza, agravada por los años de guerra civil que vivió El Salvador durante la última década, se quedaron al margen del proceso educativo formal.
2. La de ofrecer una alternativa a los programas preescolares y de educación básica del Ministerio de Educación.

La atención educativa de los más pobres es una condición necesaria para reducir la pobreza de las comunidades marginadas y mantener la paz. Anticipamos que al ofrecer una filosofía y pedagogía infantil a la base de los programas de desarrollo comunitario integral que difiera de las tradicionales (como las que actualmente se ven en EDUCO), se facilitaría el desarrollo óptimo de los niños y la familia salvadoreña. El desarrollo comunitario integral pondrá las simientes para disminuir y eventualmente borrar la pobreza crónica que ha estado a la raíz de las deficiencias educativas y de la falta de productividad de las mayorías.

Al educar a la mujer y al niño dentro de modelos educativos no tradicionales, nuestra labor está fundamentada en el derecho de cada mujer de tener una educación liberadora que la lleve a adquirir control sobre su vida, así como el viejo refrán africano que dice: para educar a un niño se necesita todo un pueblo. Entendemos que no se logrará una educación infantil efectiva si la madre no se educa, y ella no estará estimulada a ampliar sus conocimientos si su lucha cotidiana no se suaviza. En nuestra experiencia en Guatemala, hemos visto que el esfuerzo de superación de la mujer influye positivamente en el hombre, quien muchas veces asume responsabilidades familiares que había declinado, resultando en un reforzamiento de la familia.

Al inicio de cada proyecto lo más importante es asegurar a cada mujer que el esfuerzo conjunto es lo que nos llevará a encontrar estrategias que le servirán para ayudarse en su vida actual y las dificultades que pueda encontrar en el futuro. Nuestra siguiente labor consiste en corregir las deficiencias educativas que han existido entre mujeres que históricamente han tenido menor acceso a una educación formal. El Banco Mundial (1993, p.101) reportó que del 26 % del total de la población que atiende a la educación secundaria en El Salvador, únicamente 26 % son mujeres. El analfabetismo entre mujeres alcanza un 32 %, comparado con 24 % entre hombres, (La Prensa Gráfica, 1994, p. 16A). Las condiciones de las mujeres se agravan cuando examinamos las cifras dentro del sector rural, donde la pobreza se hace más aguda. En 1989, solo 11.1 % de las mujeres estaban empleadas, 19.4 % desempleadas y 69.5 % subempleadas (Marques 1990). Las grandes deficiencias educativas y de trabajo que sufre esta población no deben entenderse como el resultado de una educación formal deficiente, pero por el contrario, son la consecuencia de la condición de extrema pobreza en que son forzadas de vivir por generaciones y que las previene de asistir a la escuela, aún en los casos cuando geográficamente hay una escuela que les es accesible. Por esta razón, los esfuerzos canalizados a través de la FHR tienen como fin fortalecer a la mujer pobre y ayudarla a ayudarse a sí misma para permitirle lograr una participación social más activa que la lleve a buscar caminos fuera de la pobreza y la desventaja.

Nuestros programas de desarrollo contemplan actividades que van más lejos que la resolución de los problemas vitales más urgentes. Darán apoyo a las estrategias de sobrevivencia que generan ellas mismas; les ayudarán a desarrollar habilidades que les permitan dedicarse al trabajo remunerado; generarán empleo en las guarderías, en los talleres de artesanía, y en otras actividades que den a las participantes un sentido de autonomía. El éxito y la continuidad del proyecto depende precisamente de la capacidad de lograr que las participantes adquieran un sentido de independencia y autonomía.<sup>3</sup>

Las metas que hemos establecido descansan sobre la creencia que, satisfechas las necesidades básicas y fortalecidas por una experiencia positiva, las mujeres, los jóvenes y los niños lograrán la confianza, habilidad y motivación de desarrollarse académicamente.

## **LA EDUCACIÓN MONTESSORI COMO EDUCACIÓN COMUNITARIA**

Los programas de *desarrollo centrado en gente* son programas integrales para mujeres, jóvenes y niños en función de la familia. Forman parte de los programas del establecimiento de guarderías infantiles, centros de educación preescolar y básica, y centros de capacitación de mujeres. Todos estos programas se establecerán dentro de la filosofía y método de educación Montessori.

Como sistema educativo, Montessori nació de la experiencia de la Dra. Maria Montessori quien trabajó en Italia a principios de este siglo con niños que vivían en extrema pobreza. Desde su origen, la educación Montessori ha tenido resultados positivos en muchos países alrededor del mundo, tanto con niños pobres como niños de familias más aventajadas. Esta es una oportunidad para los niños salvadoreños de estar expuestos a una educación que puede asegurarles un desarrollo integral óptimo. Es la oportunidad de crecer y desarrollarse a la par de sus madres con y como parte integral de la comunidad.

### **Porqué la Educación Montessori?**

Montessori debe de entenderse como una filosofía de desarrollo humano que ofrece un método educativo específico. Se trata de un sistema integrado de educación para niños, jóvenes y adultos. Como método de educación centrado en el educando, que intenta satisfacer las necesidades individuales y del grupo, Montessori cabe dentro del modelo de *desarrollo centrado en gente*.

Los principios básicos de solidaridad, respeto e independencia alrededor del cual se desarrolla el aprendizaje son necesarios no solamente en la educación de niños, sino también en la educación de jóvenes y adultos. Montessori es, además, una educación transformativa que se separa de las formas impositivas, dominantes y opresivas de la educación tradicional. Académicos críticos de los sistemas educativos tradicionales han concluido que éstos coartan la creatividad a la vez que promueven la pasividad y dependencia entre los estudiantes. Contrariamente a la escuela tradicional, que aísla el conocimiento académico, frecuentemente ajeno e irrelevante a la realidad del alumno, la educación Montessori construye el aprendizaje sobre las experiencias que los estudiantes y los maestros traen a la escuela.

En este momento de afirmación de la democracia y de la paz en El Salvador, es especialmente importante la creación de un ambiente democrático y participativo de aprendizaje para lo cual la educación Montessori es fundamental. Permite que cada educador y cada educando participe activamente en su propio desarrollo y contribuya al engrandecimiento del grupo y la comunidad. En Montessori, el diálogo y la interacción entre niños, jóvenes y adultos forma parte integral de la dinámica del salón de clase, donde se inculca la responsabilidad hacia sí mismo, los demás y el medio ambiente. En tanto que se centran en principios sólidos de respeto, solidaridad e independencia, las prácticas de la educación Montessori promueven un sentido de autonomía y la autoestima de sus discípulos a través de la autoeducación, que se da dentro de un ambiente de confianza y seguridad.

En la escuela Montessori todos pueden hablar con su propia voz mientras aprenden el verdadero sentido de la democracia, conviviendo y desarrollándose en un ambiente de libertad.

Dentro del espíritu del gobierno de la república de construir un nuevo El Salvador - moderno, democrático y participativo - el apoyo y la promoción de programas de educación popular comunitaria es una respuesta al inmenso problema de pobreza. Tienen el potencial de extenderse a todos aquellos que por décadas han quedado excluidos del sistema educativo formal y a quienes el sistema no logra incorporar. Los programas de FHR auguran el camino hacia la preservación de la paz, pero aún más importante, *dan la primera lección en democracia*.

## NOTAS

<sup>1</sup>La familia salvadoreña campesina no logra cubrir los gastos de la canasta básica. En 1989, el ingreso mensual para una familia era de 402.00 colones y el costo de la canasta básica 566.70 colones. En 1993, aún cuando el ingreso aumentó a 454 colones, era inferior del valor de la canasta básica. "Política Económica y Pobreza Rural en El Salvador", Centro de Investigaciones Económicas y Sociales, vol. 1, 5 (Febrero-Marzo, 1991); Oscar Morales Velado, "Familias Pobres en Zonas Rurales de Oriente y Occidente de El Salvador: Características Sociológicas y Económicas", Centro de Investigaciones Económicas y Sociales 14 (Agosto, 1992).

<sup>2</sup>Un análisis más amplio sobre EDUCO ha sido expuesto en un trabajo de la autora, "The Challenge of Maintaining Peace in El Salvador: The Gains and Limits of Education" a publicarse en *Comparative Education Review*. (Febrero 1985)

<sup>3</sup>Muchos programas de educación popular comunitaria, no obstante su éxito, han desaparecido cuando el grupo profesional se ha ausentado.

## BIBLIOGRAFÍA

Carlos Briones. (1992) *La pobreza urbana en El Salvador*, UCA Editores, San Salvador.

Birgit Brock-Utne (1985) *Educating for Peace: A Feminist Perspective*, (Pergamon Press):1

David L Brown (1985) "People-Centered Development and Participatory Research" *Harvard Educational Review* 55(1): 69-75.

Anthony Dewees, Elizabeth Evans, Carlos King, (1994) "La Educación básica parvularia" *Estudios Centroamericanos*, 547-548: 411-435

Ignacio Ellacuría. (1986) "Factores Endógenos del Conflicto Centroamericano Crisis económica y desequilibrios sociales" *Estudios Centroamericanos*, 456, (Octubre): 856-878.

Maria Eugenia Gallardo & Jose Roberto López, (1986) *Centroamérica, la Crisis en Cifras* (San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y la Facultad Latinoamericana de Ciencias, Sociales.)

- Herbert Gintis (1989) "The Politics of Common Sense: Schooling, Populism, and the New Right" Henry Giroux and Peter McLaren, (ed) *Critical Pedagogy, The State and Cultural Struggle* (State University of New York Press): 34
- Jose Luis Guzmán & Leonor Cariola (1994) "La Educación Media en El Salvador" *Estudios Centroamericanos*, 547-548: 437-468
- Instituto Universitario de Opinión Pública (1994) "La opinión de los salvadoreños sobre los cien días de Calderón Sol: *Estudios Centroamericanos*, 550, Agosto: 781-791
- Elizabeth M. King and M. Anne Hill (1992) *Women's Education in Developing Countries: A Review of Barriers, Benefits and Policy*. (Baltimore, The Johns Hopkins University Press)
- La Prensa Gráfica, 4 de Octubre, 1994, p. 16A
- Marlaine E. Lockheed & Adriaan M. Verspoor (1991) *Improving Primary Education in Developing Countries*. (Washington, D.C.: World Bank)
- Jose Marques (1990) "Toward a Strategy to Address the Basic Needs of the Poor in El Salvador" (FUSADES): 45-55
- Ministerio de Educación, (1977) Documento 3 de la Reforma Educativa, El Sistema Educativo, Fundamentos Doctrinarios, Estructura, Planes y Programas, San Salvador: 11-24
- Lillian Moncada-Davidson (1990) Education as a Mechanism of Social Transformation: The Case of El Salvador, Tesis para el grado de Doctor en Filosofía, Columbia University, New York.
- Plan de Gobierno, Alianza Republicana Nacionalista, 1994-1999. San Salvador, El Salvador, pp. 5-6
- George Psacharopoulos & Maureen Woodhall. (1986) *Education for Development and Analysis of Investment Choices*. (Washington, D.C.: The World Bank)
- The Panamerican Health Organization (HRD/HRC-1/28) (1991) (Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud)
- The World Bank (1993) *Social Indicators of Development*. (Baltimore, The Johns Hopkins University Press)