

**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ciencias Médicas**

**“CONOCIMIENTO SOBRE BIOTECNOLOGÍA APLICADA A LA SALUD”**

**Estudio realizado en estudiantes de pregrado y postgrado  
de los Departamentos de Pediatría y Ginecoobstetricia.**

**Hospital General San Juan de Dios, Hospital Roosevelt, Hospital Nacional Pedro  
de Bethancourt, Hospital Nacional de Cuilapa e Instituto Guatemalteco de  
Seguridad Social (Pamplona y zona 9).**

**Marzo - abril 2007.**

**Yomara Yarden Bustamante Rivera  
Migdalia Marina Fuentes Pazan  
Blanca Rosa Porras Jiménez  
Silvia María Rivera Tambito  
Javier Yraheta Córdova**

**Médico y Cirujano**

Guatemala, mayo de 2007



**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ciencias Médicas**

**“CONOCIMIENTO SOBRE BIOTECNOLOGÍA APLICADA A LA SALUD”**

**Estudio realizado en estudiantes de pregrado y postgrado  
de los Departamentos de Pediatría y Ginecoobstetricia.**

**Hospital General San Juan de Dios, Hospital Roosevelt, Hospital Nacional Pedro  
de Bethancourt, Hospital Nacional de Cuilapa e Instituto Guatemalteco de  
Seguridad Social (Pamplona y zona 9).  
Marzo - abril 2007.**

**Tesis**

**Presentada a la Junta Directiva de la  
Facultad de Ciencias Médicas de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala**

**Por**

**Yomara Yarden Bustamante Rivera  
Migdalia Marina Fuentes Pazan  
Blanca Rosa Porras Jiménez  
Silvia María Rivera Tambito  
Javier Yraheta Córdova**

**Previo a conferírsele el Título de**

**Médico y Cirujano**

**Guatemala, mayo de 2007**

EL DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

**HACE CONSTAR**

Que los Bachilleres:

SILVIA MARIA RIVERA TAMBITO	199912434
JAVIER YRAHETA CORDOVA	200012328
BLANCA ROSA PORRAS JIMENEZ	200110306
YOMARA YARDEN BUSTAMANTE RIVERA	200110429
MIGDALIA MARINA FUENTES PAZAN	200110441

Han cumplido con los requisitos solicitados por ésta Unidad Académica, previo a optar al título de Médica y Cirujana, en el grado de Licenciatura y habiendo presentado el trabajo de tesis titulado:

**"Conocimiento sobre Biotecnología aplicada a la Salud"**

**Estudio realizado en estudiantes de pregrado y postgrado  
de los Departamentos de Pediatría y Ginecoobstetricia**



**Hospital General San Juan de Dios, Hospital Roosevelt, Hospital Nacional Pedro de  
Betancourt, Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Pamplona y zona 9,  
Hospital Nacional de Cuilapa, Santa Rosa**

**marzo-abril 2007**

Trabajo asesorado por el Dr. Gabriel de Jesús Silva Arévalo, Co-asesor Dr. Carlos Roberto Rizo Fajardo y revisado por el Dr. Erwin Humberto Calgua Guerra, quienes avalan y firman conformes. Por lo que se emite y sella la presente:

**Orden de Impresión**

Dado en la Ciudad de Guatemala, el veintisiete de abril del dos mil siete

  
DR. JESUS ARNULFO OLIVARES  
DECANO  


Guatemala, 27 de abril del 2007

Bachilleres:

SILVIA MARIA RIVERA TAMBITO	199912434
JAVIER YRAHEIA CORDOVA	200012328
BLANCA ROSA PORRAS JIMENEZ	200110306
YOMARA YARDÉN BUSTAMANTE RIVERA	200110429
MIGDALIA MARINA FUENTES PAZAN	200110441

Se les informa que el trabajo de tesis titulado:

**"Conocimiento sobre Biotecnología aplicada a la Salud"**

**Estudio realizado en estudiantes de pregrado y postgrado  
de los Departamentos de Pediatría y Ginecoobstetricia**

**Hospital General San Juan de Dios, Hospital Roosevelt, Hospital Nacional Pedro de  
Betancourt, Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Pamplona y zona 9,  
Hospital Nacional de Cuilapa, Santa Rosa**

**marzo-abril 2007**

Ha sido **REVISADO y CORREGIDO**, y al establecer que cumple con los requisitos exigidos por esta Unidad, se les autoriza a continuar con los tramites correspondientes para someterse al Examen General Público.

Sin otro particular me suscribo.

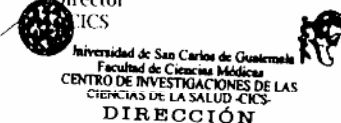
Atentamente,

**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**



Dr. Edgar de León Barillas  
Coordinador

Vo.Ba.  
Dr. Alfredo Moreno Quiñónez  
Director  
CICS



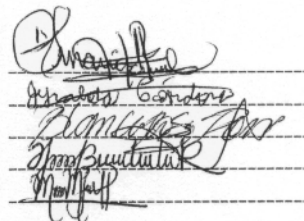
Guatemala, 25 de abril del 2007

Señores  
Unidad de Tesis  
Facultad de Ciencias Médicas  
Presente

Señores:

Se les informa que los Bachilleres:

SILVIA MARIA RIVERA TAMBITO  
JAVIER YRAHETA CORDOVA  
BLANCA ROSA PORRAS JIMENEZ  
YOMARA YARDEN BUSTAMANTE RIVERA  
MIGDALIA MARINA FUENTES PAZAN



Han presentado el Informe Final del trabajo de tesis titulado:

**"Conocimiento sobre Biotecnología aplicada a la Salud"**

**Estudio realizado en estudiantes de pregrado y postgrado  
de los Departamentos de Pediatría y Ginecoobstetricia**

**Hospital General San Juan de Dios, Hospital Roosevelt, Hospital Nacional Pedro de  
Betancourt, Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Pamplona y zona 9,  
Hospital Nacional de Cullapa, Santa Rosa**

**marzo-abril 2007**

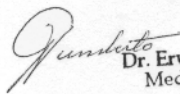
Del cual, los autores, asesor y revisor nos hacemos responsables por el contenido, metodología, confiabilidad y validez de los datos y resultados obtenidos, así como de la pertinencia de las conclusiones y recomendaciones propuestas.

  
FIRMA Y SELLO  
ASESOR

Dr. Gabriel de J. Silva A.  
MEDICO Y CIRUJANO  
Colegiado 4016

  
FIRMA Y SELLO  
CO-ASESOR

Dr. Carlos R. Rizo Figarido  
Pediatra-Neonatólogo  
Colegiado 10,536

  
Dr. Erwin H. Calgua G.  
Medico y Cirujano  
Col. 12,265  
FIRMA Y SELLO  
REVISOR

REG. PERSONAL 10020866

## Tabla de Contenido

Contenido	Página
1. Resumen .....	1
2. Análisis del problema .....	3
2.1 Antecedentes del problema .....	3
2.2 Definición del problema .....	5
2.3 Delimitación del problema .....	6
2.4 Planteamiento del problema .....	6
3. Justificación .....	7
3.1 Magnitud .....	7
3.2 Trascendencia .....	7
3.3 Vulnerabilidad .....	7
4. Revisión teórica y de referencia .....	9
4.1 Tamizaje neonatal .....	9
4.2 Pruebas genéticas .....	11
4.3 Citogenética .....	13
4.4 Alimentos genéticamente modificados .....	15
4.5 Células madre del cordón umbilical .....	17
4.6 Conocimiento .....	20
5. Hipótesis de trabajo .....	21
6. Objetivos .....	21
6.1 General .....	21
6.2 Específicos .....	21
7. Diseño del estudio .....	23
7.1 Tipo de estudio .....	23
7.2 Unidad de análisis .....	23
7.3 Población y muestra .....	23
7.4 Definición y operacionalización de variables .....	23
7.5 Técnicas, procedimientos e instrumentos utilizados .....	25
7.6 Aspectos éticos de la investigación .....	26
7.7 Alcances y limitaciones de la investigación .....	26
7.8 Plan de análisis y tratamiento estadístico de los datos .....	26
8. Presentación de resultados .....	27
9. Análisis, discusión e interpretación de los resultados .....	59
10. Conclusiones .....	83
11. Recomendaciones .....	85
12. Referencias Bibliográficas .....	87
13. Anexos .....	89





## **1. Resumen**

La biotecnología aplicada a la salud tiene importantes implicaciones en la prevención y tratamiento de enfermedades. En el campo de la salud humana, ésta se utiliza principalmente en la identificación de nuevos medicamentos, el diseño de nuevas vacunas, la utilización de terapias de origen celular/genético y nuevas herramientas de diagnóstico. Actualmente no existen en el país estudios previos respecto al conocimiento que los estudiantes de pregrado y postgrado tienen sobre el tema.

Objetivos: Identificar: 1) conocimientos de biotecnología aplicada a la salud en los estudiantes de Medicina 2) fuentes de información disponibles sobre el tema y 3) personas o instituciones con servicios de biotecnología aplicada a la salud en Guatemala.

Metodología: estudio descriptivo sobre conocimientos de biotecnología aplicada a la salud con 515 estudiantes de pregrado y postgrado de los departamentos de Pediatría y Ginecoobstetricia de los hospitales escuela: General San Juan de Dios, Nacional de Cuilapa, Nacional Pedro de Bethancourt, Roosevelt e Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (Hospital de Ginecoobstetricia Pamplona y Hospital General de Enfermedad Común). Se aplicó un cuestionario estructurado a los estudiantes con los temas de tamizaje neonatal, citogenética, alimentos genéticamente modificados, células madre de sangre de cordón umbilical y pruebas genéticas.

Resultados: Existe desconocimiento de todos los temas de biotecnología investigados en los estudiantes incluidos en el estudio. Las fuentes de información más referidas son revistas científicas, libros de texto e Internet.

Conclusiones: Los estudiantes participantes desconocen sobre biotecnología aplicada a la salud.

Recomendaciones: Reforzar la divulgación de biotecnología en los estudiantes de Medicina.



## 2. Análisis del problema

### 2.1 Antecedentes del problema

La Biotecnología es la culminación de más de 8,000 años de experiencia humana usando seres vivos en los procesos de fermentación para hacer productos tales como el pan, queso, cerveza y vino. Estos procesos se han realizado a través de un conjunto de técnicas que modifican organismos vivos o parte de los mismos, transformando sustancias de origen orgánico o utilizando materiales biológicos para su aplicación en el desarrollo de productos y servicios de distintos sectores incluido el sector salud.<sup>10</sup>

A nivel mundial se han dado significativos avances en el establecimiento de instituciones y recurso humano que efectúe investigación y desarrollo en el campo de la biotecnología aplicada a la salud. Guatemala no ha sido ajena a estos avances, de hecho existe un Plan Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología elaborado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el cual tiene la finalidad de impulsar este campo a través de la investigación, además de la divulgación del conocimiento sobre biotecnología en distintos sectores de la población.<sup>10</sup> La iniciativa de la divulgación se sustenta en el Artículo 80 de la Constitución Política en donde se señala que el Estado ha de reconocer y promover la ciencia y tecnología como bases fundamentales del desarrollo nacional, la ley de promoción de desarrollo científico y tecnológico nacional, así como que en la Universidad de San Carlos de Guatemala se promueva el conocimiento en todas las esferas del saber humano, lo cual claramente incluye el conocimiento sobre la biotecnología.

La biotecnología aplicada a la salud tiene importantes implicaciones en la prevención y tratamiento de enfermedades que inciden en la calidad de vida de la población guatemalteca y que además tienen un alto costo para el sistema de salud. En el campo de la salud humana, la biotecnología se utiliza actualmente en cuatro grandes áreas: la identificación de nuevos medicamentos, el diseño de nuevas vacunas, la utilización de terapias de origen celular/genético y nuevas herramientas de diagnóstico. En Guatemala las instalaciones biotecnológicas existentes están enfocadas en la utilización de terapias de origen celular genético y en la aplicación de métodos diagnósticos.

Es importante conocer la historia de la biotecnología pues permite conocer las bases que dieron origen a lo que se cuenta en la actualidad. Por ejemplo, el tamizaje de los recién nacidos para identificar errores del metabolismo, inició con las ideas del Dr. Garrold en 1902, quien señaló la posibilidad de la herencia de defectos químicos específicos en el metabolismo. La fenilcetonuria, anomalía descrita en 1934, fue la primera enfermedad que se buscó identificar en forma temprana durante la infancia, inicialmente a través de tamizaje de la orina, utilizando cloruro férrico. En 1961, el Dr. Robert Guthrie desarrolló la prueba de tamizaje mediante la recolección de gotas de sangre en papel filtro para la detección de fenilcetonuria. Posteriormente Hiroshi Naruse e Irie, en Japón implementaron la medición de Hormona Estimulante del Tiroides (TSH) para el diagnóstico temprano de hipotiroidismo congénito.

En el año de 1963, el Dr. Guthrie reportó los resultados del diagnóstico de errores congénitos del metabolismo en la etapa perinatal con el uso de un método rápido, que se podría utilizar como prueba de tamizaje. A raíz de estos hallazgos, se incrementó el interés por la implementación de las pruebas de tamizaje neonatal a nivel mundial. Uno de los primeros países en aplicar las pruebas de tamizaje neonatal fue Estados Unidos de Norteamérica en donde se le conoce con el nombre de screening (en el idioma inglés).<sup>15</sup>

En Guatemala, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, en colaboración con el Ministerio de Energía y Minas, y el Organismo Internacional de Energía Atómica, establecieron en el Hospital General San Juan de Dios el Programa de Tamizaje Neonatal para Hipotiroidismo Congénito.<sup>21</sup> Por medio del Acuerdo Ministerial 788-2002 el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, establece como obligatorio dicho tamizaje a todos los recién nacidos atendidos en los hospitales, maternidades y centros de atención de la red nacional hospitalaria y servicios de salud. Actualmente el Doctor Gabriel Silva (Genetista del Hospital Roosevelt) refiere haber realizado 150 pruebas de las cuales un 15% han sido positivas para hipotiroidismo congénito.

En relación a las pruebas genéticas, se registra que las primeras se realizaron en 1970 en Estados Unidos con la finalidad de identificar a los portadores de la enfermedad Tay-Sachs en la población hebrea

Ashkenazi. Antes de la existencia de la prueba de ácido desoxirribonucleico (ADN), el criterio para la detección de portadores se basaba en la determinación de la actividad de la enzima hexoseaminidasa A, la cual tenía la desventaja de que no se diferenciaba de la actividad de la hexoseaminidasa B, asociada a la enfermedad de Sandoff. Otro inconveniente consistía en que la prueba se afectaba por el uso de anticonceptivos y embarazo. Con el advenimiento de la prueba genética, se logró reducir un 90% de los nacimientos afectados por la enfermedad de Tay-Sachs. Posteriormente se refinaron las pruebas logrando desarrollar métodos para la determinación de la actividad enzimática en leucocitos y líquido amniótico, con lo que se lograron hacer pruebas genéticas prenatales.

En el año 1988 Myerowitz y colaboradores lograron clonar el gen HexA, con la finalidad de detectar la enfermedad de Tay-Sachs haciendo uso de pruebas moleculares y de ADN.

Dentro del campo de las pruebas genéticas ha emergido la citogenética, que es el estudio de los cromosomas y las enfermedades relacionadas, a éstos.<sup>16</sup> Dicho de otra manera, es el análisis genético de las células.<sup>26</sup> Esta disciplina floreció desde que se introdujeron las técnicas de bandeo de cromosomas por Torbjörn Caspersson y Lore Zech en 1969, quienes proveyeron una forma simple y económica para analizar el número y la integridad estructural de los cromosomas.<sup>26</sup>

En 1931 Barbara McClintock y Harriet Creighton demostraron que la recombinación citológica de cromosomas marcados, se correlacionaba con la recombinación de características genéticas.<sup>7</sup> McClintock continuó su carrera en citogenética estudiando los mecanismos y la herencia de los cromosomas del maíz.<sup>7</sup> Sin embargo, se dice que la citogenética moderna inició en 1956 con el descubrimiento de que un ser humano normal tiene 46 cromosomas (descrito por Tijo y Levan).<sup>7</sup> Previamente se creía que los humanos tenían 48 cromosomas.<sup>7</sup> En la actualidad se ha progresado en el conocimiento de ciertas patologías que se encuentran relacionadas con anomalías cromosómicas. En 1959 Jérôme Lejeune, en París, descubrió que los pacientes con Síndrome de Down tenían una copia extra del cromosoma 21.<sup>7, 26</sup> En 1960 Peter Novell y David Hungerford descubrieron que el “cromosoma Philadelphia”, está asociado a la Leucemia Mielocítica Crónica. Trece años después se demostró que esta enfermedad era el resultado de la translocación de los cromosomas 9 y 22.<sup>7, 16</sup>

En Guatemala, las pruebas genéticas se inician en la década de los sesenta por el doctor Carlos de la Riva, neurocirujano del Hospital Roosevelt, quien transoperatoriamente observó anomalías cerebrales y las estudió haciendo uso de la citogenética. Otros guatemaltecos continuaron aportando conocimiento en este campo, entre los que destacan el doctor Aldo Spatz, doctor Acevedo y doctor Julio Cabrera. Pero no es sino hasta el año 2000 que el doctor Gabriel Silva funda el Laboratorio de Genética en las instalaciones de la Unidad de Cirugía Cardiovascular (UNICAR), donde cuenta con equipo y recurso humano para realizar análisis citogenético.

En la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad San Carlos de Guatemala, el Dr. Alberto García junto con el Doctor César Vásquez, ambos catedráticos de la facultad, realizan desde julio del año 2006, la detección de translocaciones cromosómicas específicas (9:22, 12:21, 4:11 y 15:17) en pacientes con leucemia (Leucemia Linfocítica Aguda especialmente), de la Unidad Nacional de Oncología Pediátrica. La técnica que utilizan para dicha detección es la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) RT (transcriptasa reversa). Dicha prueba se ha realizado en 30 pacientes de los cuales 3 casos han sido reportados como positivos. Se tiene como planes futuros la realización de un estudio que busca identificar valiéndose de ésta técnica los serotipos del virus de papiloma humano implicados en el cáncer de cuello uterino.

Siempre en el campo de la Genética, otra área que se ha desarrollado ha sido la manipulación genética de los alimentos. En 1994 se lanzó al mercado el primer tomate genéticamente modificado.<sup>4</sup> Desde entonces, mundialmente han surgido muchos otros alimentos para el consumo humano que han sido procesados o desarrollados a través de la tecnología de ADN recombinante. Incluso hoy en día se encuentran en el mercado pescado, ganado bovino y pollo modificados genéticamente; en Guatemala la asistencia alimentaria provista por organizaciones internacionales para poblaciones vulnerables consiste, en una buena proporción, de maíz genéticamente modificado y en los mercados se observan algunos productos como leche de soya, que ha sido manipulada genéticamente. Es de esta forma que tanto la población mundial como guatemalteca está consumiendo alimentos genéticamente modificados sin que hasta la fecha lo sepa o conozca de los beneficios y riesgos que conlleva el consumo de los mismos. La única protección existente ante los efectos que esto podría tener es el Convenio de Cartagena que ha

sido ratificado por Guatemala, pero que actualmente se encuentra impugnado en la Corte de Constitucionalidad.

Finalmente la biotecnología tiene un sustancial y progresivo avance en el uso de material biológico para el tratamiento y prevención de enfermedades. De los materiales biológicos conocidos, es en el uso de las células madre en donde más inversión y esfuerzo se están dedicando para el desarrollo de lo que hoy se conoce como medicina regenerativa.

La investigación de células madre comenzó en el siglo diecinueve con el descubrimiento de que unas células podían generar otras células. En 1916 Danchakoff describió por primera vez la existencia de células madre reales que podían generar células sanguíneas.<sup>27</sup> A inicios del siglo veinte algunos médicos administraban médula ósea vía oral a pacientes que tenían anemia y leucemia. Luego estudios en ratones demostraron que la infusión sanguínea de células madre reconstituían la médula ósea. Francia fue la primera en tratar distintos trasplantes debido a un accidente de radiación ocurrido a finales de los cincuenta. En 1958 Jean Dausset identificó los antígenos humanos de histocompatibilidad, descubrimiento crucial para el avance de trasplantes. Para 1990 la expansión rápida en el trasplante de células madre de médula ósea ha tenido como resultado 16,000 trasplantes para tratar inmunodeficiencias y leucemia. En 1988 se realiza el primer trasplante de sangre del cordón umbilical a un niño con anemia de Fanconi, siendo su hermana recién nacida la donadora.<sup>5</sup>

En 1998 James Thompson, de la Universidad de Wisconsin, aisló células de la masa interna celular de embriones y desarrolló las primeras líneas de células madre embrionarias. En el mismo año John Gerhart hizo lo mismo para las células germinales humanas. En 1999 y 2000 investigadores empezaron a encontrar que la manipulación de células madre adultas (células madre de médula ósea y de sangre de cordón umbilical principalmente) podría formar otros tipos de células, por ejemplo: nervios, hepatocitos o tejido cardíaco. Durante el Encuentro Anual de la Sociedad Americana de Neurociencia efectuada en el 2002, la Universidad John Hopkins presentó un trabajo que explicaba que la inyección de células madre en el líquido cefalorraquídeo de los animales lograba devolver el movimiento a unos roedores con parálisis. Los expertos introdujeron células madre neuronales en los roedores paralizados por un virus que ataca específicamente a las neuronas motoras y comprobaron que el cincuenta por ciento recuperaba la habilidad de apoyar las plantas de una o dos de sus patas traseras.

A partir de entonces se ha utilizado este tejido como fuente de células madre para el tratamiento de enfermedades hemato-oncológicas y no hemato-oncológicas para la regeneración de tejidos dañados.

En Guatemala desde el año 2005 se ofrece la posibilidad de criopreservar las células madre de sangre del cordón umbilical en el extranjero (*Cryo-cell* y *New England Cord Blood Bank*). Sin embargo no fue sino hasta el año 2006 en que abrió sus puertas el primer banco de células madre de sangre de cordón umbilical en Guatemala, siendo el 5 de septiembre del mismo año en que se extrajo y procesó la primera muestra de sangre de cordón umbilical por el doctor Byron Calgua y el doctor Erwin Calgua en los laboratorios de *Stem Care*.

## **2.2 Definición del problema**

A nivel mundial y en Guatemala existen importantes iniciativas para el desarrollo de la biotecnología aplicada a la salud, incluso se cuenta con instalaciones y recurso humano que ofrece servicios a la población guatemalteca. Sin embargo, es poco lo que al respecto conocen los estudiantes de pregrado y postgrado de la carrera de Médico y Cirujano en el país, esto en parte debido a que la carrera no incluye dentro de su pensum esta temática. Además, las fuentes de información sobre biotecnología son escasas y poco accesibles por su costo.

Esto lleva a considerar que existe un importante porcentaje de la población universitaria que cursa la carrera de Médico y Cirujano o una de sus especialidades, que desconoce los avances y aplicaciones que tiene la biotecnología en el campo de la salud. La importancia de tener un conocimiento básico sobre biotecnología y de acuerdo a las posibilidades de nuestro país, reside en el hecho que durante la práctica clínica habitual se podría estar realizando un diagnóstico temprano de enfermedades que muchas veces pasan desapercibidas. Al realizar esto se podrían iniciar acciones encaminadas al tratamiento adecuado, mitigación, prevención o manejo para una mejor calidad de vida en las personas afectadas por

enfermedades que han demostrado ser catastróficas y con un costo elevado, tanto en un aspecto económico, social y familiar, como es el caso de las enfermedades que limitan las capacidades cognitivas y psicomotoras del individuo.

De existir un desconocimiento entre la población a estudio sobre las técnicas disponibles en Guatemala, se podría pensar que existe una consecuente pérdida de oportunidad para el paciente de llegar a un adecuado enfoque de atención a sus necesidades de salud, lo que vendría en detrimento de la misma, con su consiguiente impacto negativo en el desarrollo del país y por lo tanto del desarrollo humano.

Lo anterior, provocaría a su vez una limitación en el desempeño de su profesión al médico guatemalteco, con el consiguiente daño a su desarrollo académico y profesional.

### **2.3 Delimitación del problema**

El estudio se realizó en el Hospital General San Juan de Dios, Hospital Roosevelt, Hospital Nacional Pedro de Bethancourt, Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (Pamplona y zona 9) y el Hospital Nacional de Cuilapa. La encuesta se realizó en estudiantes de pregrado (externos e internos) y postgrado (residentes) de Pediatría y Ginecoobstetricia de los hospitales antes mencionados.

### **2.4 Planteamiento del problema**

El desconocimiento sobre la existencia y aplicación de la biotecnología, así como el desconocimiento de las instituciones o personas que trabajan con ella en el país, podría ser la causa de que no se tomen medidas de prevención y diagnóstico temprano de enfermedades, que podrían beneficiar en el mejoramiento de la calidad de vida de la población guatemalteca afectada. Tal podría ser el caso de las pruebas de tamizaje de hipotiroidismo congénito que aunque existe un Acuerdo Ministerial que obliga su realización, en la mayoría de los casos no es realizado a los recién nacidos en la red hospitalaria.

Otra de las principales limitantes de la utilización de los avances biotecnológicos aplicados a la salud ha sido que la divulgación de este tema está enfocado principalmente a la agricultura y no hay hasta el momento políticas enfocadas a la salud o programas docentes que los promuevan, fuera de la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT). Además que las fuentes para obtener información son más bien escasas o a precios elevados que muchas veces superan lo que un estudiante percibe económicamente, por lo que la divulgación sobre biotecnología es limitada provocando mayor desconocimiento sobre el tema. Por todo lo anterior, es importante hacer una primera aproximación a este problema planteándose la pregunta ¿Qué conocimiento tienen los estudiantes de pregrado y postgrado de Pediatría y Ginecoobstetricia que se encuentran en los hospitales escuela del país, General San Juan de Dios, Roosevelt, Nacional Pedro de Bethancourt e Instituto Nacional de Seguridad Social (Pamplona y zona 9) sobre biotecnología: tamizaje neonatal, pruebas genéticas, citogenética, alimentos genéticamente modificados y células madre de cordón umbilical?

### **3. Justificación**

#### **3.1 Magnitud**

Según datos del Instituto Nacional de Estadística nacieron en el año 2006 cerca de 401,557 niños.<sup>10</sup> El 20% de ellos fue atendido en hospitales públicos y el resto fue atendido por médicos particulares y comadronas. Puede entonces estimarse que si el 15% presentara una prueba positiva para hipotiroidismo congénito (según datos proporcionados verbalmente por Dr. Gabriel Silva) entonces se estaría previniendo que 60,000 de ellos desarrollaran un severo retraso psicomotor y cognitivo irreversible. Al no realizarse un tamizaje neonatal en el tiempo oportuno se pierde la oportunidad de mejorar la calidad de vida del paciente. Lo mismo puede decirse de la oportunidad de almacenar la sangre de cordón umbilical rica en células madre adultas que representan una oportunidad para el tratamiento de enfermedades hemato-oncológicas y no hemato-oncológicas o la citogenética, así como las pruebas genéticas las cuales permiten realizar un diagnóstico más acertado de enfermedades que clínicamente son indiferenciables. Finalmente los alimentos genéticamente modificados tendrán un importante impacto sobre la salud de la población guatemalteca vulnerable e incluso sobre su seguridad alimentaria a mediano plazo.

#### **3.2 Trascendencia**

Actualmente en Guatemala existen avances en el campo de la biotecnología aplicada a la salud, sin embargo la mayoría de progresos están siendo mejor aprovechados por el sector agrícola. En el sector salud este campo no ha sido ampliamente divulgado, por lo que el personal médico no es siempre conocedor de los servicios biotecnológicos dispuestos para la prevención, diagnóstico e investigación en el medio. Lo anterior conlleva a pérdidas de oportunidad en pacientes con enfermedades que son costosas para el sistema de salud y conllevan una disminución en la calidad de vida.

Asimismo, en Guatemala sólo el tamizaje neonatal cuenta con un marco legal para su realización existiendo la posibilidad de legislar sobre ésta y otros aspectos de la biotecnología aplicada a la salud.

Los avances biotecnológicos en el campo de la ciencia han ido en aumento en los últimos años. La Genética está evolucionando varios aspectos de la vida. La tecnología de las células madre de sangre de cordón umbilical brinda una gran oportunidad para las familias de tener un almacenamiento de células que pueden ser útiles en caso de algún tumor o leucemia, o bien en caso de necesidad de trasplante. En la actualidad ya se cuentan con abundantes alimentos genéticamente modificados, sin embargo no se cuenta aún con pruebas totalmente seguras de que éstos no representen daños o brinden beneficios a la salud en el futuro.

#### **3.3 Vulnerabilidad**

Al lograr superar la limitante del desconocimiento de los avances biotecnológicos aplicados a la salud en nuestro país y entender los campos en donde es más deficiente el conocimiento, podrían desarrollarse programas de educación sobre biotecnología aplicada a la salud cuyo grupo blanco serían los estudiantes de pregrado y postgrado. Lo anterior redundaría en un mayor uso de este tipo de biotecnología en beneficio de la salud de la población guatemalteca.





## 4 Revisión teórica y de referencia

### 4.1 Tamizaje Neonatal

#### 4.1.1 Definición

El Tamizaje Neonatal se define como el estudio para seleccionar, identificar y clasificar enfermedades en el recién nacido, antes de que éstas se manifiesten; pudiendo aplicar el tratamiento adecuado desde los primeros días de vida para prevenir secuelas como el retraso psicomotor o la muerte.<sup>33</sup>

#### 4.1.2 Referente histórico

La prevalencia mundial del hipotiroidismo congénito según los programas nacionales de detección selectiva neonatal es de 1:4,000 lactantes; la prevalencia es mayor en la raza negra norteamericana 1:32,000 y mayor en los nativos americanos 1:2,000. Las niñas se afectan dos veces más que los niños.<sup>19</sup>

Se han reportado distintos datos sobre la incidencia de hipotiroidismo congénito. Estos datos varían según el lugar en donde se realizó el estudio, el método empleado y condiciones del mismo. Los datos reportados de incidencia de hipotiroidismo congénito en Norteamérica (Estados Unidos y Canadá), muestran incidencias que van de 1:3,000 a 1:3,600 respectivamente. Asimismo en Japón se encontró una frecuencia de 1: 7,700; en Brasil de 1:9,390; en Argentina de 1:4,859; en Cuba de 1 en 2,898; en Chile 1: 2,514, en España 1: 2,468; en Ecuador 1:3,840, y 1 en 1,586 en México.<sup>2, 14, 19</sup>

En Guatemala, del año 1991 al año 2003, 1 de cada 1,500 niños presentó hipotiroidismo congénito, según pruebas efectuadas en el Hospital General San Juan de Dios a 26,000 recién nacidos de la ciudad de Guatemala y varios departamentos.<sup>21, 22</sup>

El tamizaje neonatal se realiza en todos los países industrializados como Estados Unidos, Canadá, Alemania, Francia, Inglaterra, España y Japón desde hace más de 30 años, y en países latinoamericanos como México, Colombia, Cuba, Venezuela, Uruguay, Paraguay, Chile, Argentina, Brasil y Costa Rica que llevan 10 años de experiencia en este programa, con una cobertura del 98% de los recién nacidos.<sup>6</sup>

En México por ejemplo, el tamizaje neonatal comienza a realizarse con la medición de Hormona Estimulante del Tiroides (TSH) y en 1988 se emite la Norma Técnica No. 321 para la prevención de retraso mental producido por hipotiroidismo congénito, por lo que hasta el año 1998 se habían tamizado 547,000 recién nacidos, estableciéndose una frecuencia de 1: 1,586.<sup>2, 21, 33</sup>

#### 4.1.3 Indicaciones<sup>2,33</sup>

Las enfermedades que pueden ser detectadas en el período neonatal son:

- Endocrinopatías: Hipotiroidismo Congénito, Hiperplasia Suprarrenal Congénita.
- Errores Innatos del Metabolismo: Fenilcetonuria, Enfermedad de Orina de Jarabe de Arce, Galactosemia, Homocistinuria, entre otras.
- Otras Enfermedades: Deficiencia de biotinidasa, Fibrosis Quística.

Para realizar un tamizaje neonatal justificable y eficiente se necesita que la enfermedad sea una condición frecuente en la población y que las consecuencias, en el caso de hipotiroidismo congénito, el retraso mental, se puedan tratar tempranamente mediante el diagnóstico oportuno.<sup>21</sup>

Los programas de tamizaje neonatal constituyen una prioridad dentro de la atención en problemas de salud pública ya que, desde hace más de cuatro décadas, el tamizaje ha demostrado ser un procedimiento eficaz en un gran número de países desarrollados.<sup>2</sup>

#### 4.1.4 Técnica

El tamizaje neonatal analiza gotas de sangre fresca capilar, obtenidas usualmente del talón cuando los niños están entre el tercer y séptimo día de vida.<sup>2, 12</sup>

Los recién nacidos que egresan del hospital antes de las 24 horas deberían ser citados para la realización de la prueba de hipotiroidismo congénito, pues de realizarse antes de este tiempo puede aumentar la cantidad de resultados falsos positivos debido al aumento de TSH que ocurre en el nacimiento.<sup>12</sup>

La técnica de la toma de muestra para el tamizaje requiere que se coloquen tres a cuatro gotas de sangre sobre un papel filtro (SM905) específico (tarjeta de Guthrie), que luego se coloca en un medio de cultivo especial que contiene *Bacillus subtilis*, y se deja secar al medio ambiente. Se obtiene así un disco de 3 mm de diámetro de la mancha de sangre, la cual es analizada utilizando la metodología Delphi o de radioinmunoanálisis.<sup>2</sup>

El método diagnóstico utilizando la tarjeta de Guthrie ha sido muy efectivo para prevenir retardo mental en pacientes con fenilcetonuria e hipotiroidismo congénito. Esto se conoce como “Tamizaje Neonatal Básico”. Se han logrado adaptar nuevas técnicas analíticas al estudio de las gotas de sangre neonatal recolectadas en papel filtro, lo cual ha hecho posible la determinación de una amplia gama de moléculas y la detección oportuna de varios padecimientos, tales como hipotiroidismo congénito, fenilcetonuria, galactosemia, entre otras. Aunque individualmente estos padecimientos aparentan ser poco frecuentes, al analizarlos en conjunto representan una importante causa de morbilidad en los recién nacidos; aproximadamente uno de cada mil recién nacidos presenta uno de ellos.<sup>2</sup>

Una de las más recientes técnicas analíticas incorporadas al tamizaje neonatal es el empleo de la espectrometría de masas en tandem, procedimiento que determina con gran precisión el peso y la estructura de átomos y moléculas. Se dice que es “en tandem” cuando se utilizan dos espectrómetros de masa unidos entre sí. El primero dispersa a los diferentes iones moleculares presentes en una mezcla compleja como la sangre; después estos iones son fragmentados y el segundo espectrómetro separa los fragmentos iónicos para su análisis. El resultado es un procedimiento rápido y reproducible. Dada su gran especificidad y sensibilidad no da resultados falsamente negativos. Otros enfoques que han ampliado la gama de trastornos que se pueden descubrir por el tamizaje neonatal, usando la misma tarjeta de Guthrie que se emplea para la detección del hipotiroidismo congénito, son la enzimología, la fluorometría, los ensayos inmunoenzimáticos, el enfoque isoelectrico y el estudio directo del ADN para búsqueda de mutaciones específicas.<sup>2</sup>

#### 4.1.5 Hipotiroidismo congénito (HC)

El hipotiroidismo congénito es un trastorno endocrino resultado de la ausencia o falta de desarrollo de la glándula tiroides, la destrucción de esta glándula, la falta de estimulación de la tiroides por la pituitaria y/o de la síntesis defectuosa o anormal de las hormonas tiroideas. Como consecuencia se produce una disminución de la actividad biológica de dichas hormonas a nivel tisular desde los primeros momentos de la vida.<sup>14, 12, 19</sup>

La hormona estimulante del tiroides (TSH) es una glucoproteína secretada por la glándula hipófisis. La determinación de TSH no es una prueba diagnóstica básica, pero es de ayuda en circunstancias especiales. Las concentraciones séricas libres circulantes de las hormonas T4 y T3 regulan la secreción de TSH, la cual es liberada de la hipófisis anterior a través de un ciclo de retroalimentación negativa. Un segundo control directo de estimulación sobre la producción de TSH proviene del factor liberador de tirotropina (TRH) que se produce en el hipotálamo. Se considera la determinación de TSH en el diagnóstico diferencial del hipotiroidismo para la localización del nivel de disfunción: insuficiencia hipofisiaria, hipotalámica o tiroidea. Muchos estudios concluyen que niños en quienes el hipotiroidismo congénito es tratado con T4 durante la primera semana de vida muestran crecimiento dentro de los límites normales después de los nueve años de edad.<sup>2, 19</sup>

En general los síntomas del hipotiroidismo congénito están ausentes en el nacimiento, incluso cuando existe una agenesia completa de la glándula tiroides.<sup>14, 12</sup> Sin embargo, pueden detectarse signos sutiles

durante las primeras semanas de vida. Las características clásicas aparecen después de 6 semanas e incluyen párpados hinchados, pelo grueso, lengua grande, mixedema y llanto desagradable.<sup>12</sup>

El desarrollo está generalmente retrasado. Los lactantes hipotiroideos se muestran letárgicos y tardan en aprender a sentarse y a ponerse de pie. El grado de retraso físico y mental aumenta con la edad.<sup>14</sup> La manifestación tardía detectada en los programas de tamizaje puede presentarse como un deterioro auditivo importante con retardos en el habla. El pronóstico depende de la edad de inicio del tratamiento.<sup>12</sup>

El tamizaje rutinario para hipotiroidismo congénito en neonatos ha sido considerado como una práctica clínica costo-efectiva desde que el tratamiento temprano con hormona tiroidea de reemplazo demostró que puede prevenir daño cerebral. Con los programas de detección selectiva neonatal del hipotiroidismo congénito, el pronóstico de los lactantes afectados ha mejorado mucho.<sup>15</sup>

El diagnóstico precoz y el tratamiento adecuado desde las primeras semanas de vida producen un crecimiento lineal normal y una inteligencia comparable con la de sus hermanos no afectados.<sup>14</sup>

#### **4.1.6 Aplicaciones en el país**

En Guatemala por medio del Acuerdo Ministerial 788-2002 el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, estableció como obligatorio desde el año 2002 la realización del tamizaje para hipotiroidismo congénito en todos los hospitales de la red nacional, maternidades y centros de atención y servicios de salud, con lo que se espera diagnosticar y tratar a neonatos de todo el país.<sup>21</sup> A pesar de la existencia de dicho acuerdo no todos los hospitales del país, tanto públicos como privados, realizan tamizaje neonatal para detección de hipotiroidismo congénito.

### **4.2 Pruebas Genéticas**

#### **4.2.1 Definición<sup>13</sup>**

Es el análisis del Ácido Desoxirribonucleico (ADN), Ácido Ribonucleico (ARN), cromosomas, proteínas, y ciertos metabolitos humanos que se realizan para detectar con propósitos clínicos, cariotipos relacionados con enfermedades hereditarias, mutaciones o fenotipos. Dentro de los propósitos se incluyen la identificación de riesgo de la enfermedad, la identificación de portadores, y el establecimiento de diagnóstico o pronóstico prenatal y clínico. Se incluyen también el tamizaje prenatal, neonatal y de portadores de enfermedades de origen genético. Las pruebas para metabolitos son útiles solamente cuando existe una alta probabilidad que al determinar un exceso o deficiencia de dicho metabolito puedan existir mutaciones heredables en genes únicos o simples. Las pruebas que se realizan con fines de investigación, así como las pruebas para mutaciones somáticas y con fines forenses no se deberían incluir en esta definición. No se debe limitar esta definición solamente a las pruebas en las cuales se analiza ADN; los laboratorios clínicos continuarán utilizando el análisis de proteínas, enzimas y metabolitos, incluyendo la predicción.

Los resultados de pruebas predictivas no significan necesariamente que la enfermedad se desarrollará inevitablemente o permanecerá ausente, sino que reemplazará los anteriores riesgos individuales basados en datos poblacionales o historia familiar, por riesgos encontrados en el genotipo. Las pruebas predictivas se pueden dividir en:

- Pruebas presintomáticas: las que se realizan para detectar condiciones altamente penetrantes.
- Pruebas predisposicionales: las que se realizan para condiciones incompletamente penetrantes.

Algunas pruebas predictivas genéticas se incluyen en el término genérico de “tamizaje genético” o “screening”, el cual puede ser definido como la búsqueda en una población de personas poseedoras de cierto genotipo que tiene una de las siguientes características:

- Asociación con predisposición y/o manifestación de las mismas.
- Heredabilidad de la enfermedad.
- Producción de otras variaciones que se desconoce si se asocian con enfermedades

El tamizaje de poblaciones se puede definir como la identificación de una enfermedad no reconocida por medio de la aplicación de pruebas, examen clínico y otros procedimientos. El tamizaje no tiene como fin un diagnóstico definitivo.

#### **4.2.2 Indicaciones<sup>28</sup>**

Los objetivos del tamizaje genético son: la identificación temprana de una enfermedad y las decisiones reproductivas informadas. Lo anterior lleva a poder hacer intervenciones que eviten o puedan revertir la enfermedad o aseguren el manejo adecuado de la misma. En lo que respecta a la toma de decisiones reproductivas, cabe decir que en el país actualmente la legislación no permite la utilización de esta tecnología con fines abortivos.

Las enfermedades a incluir en el tamizaje genético deben tener ciertas características, entre las que se pueden mencionar:

- La enfermedad es seria y relativamente común (costo/beneficio)
- Tiene una historia natural bien definida
- Existe un tratamiento aceptable y efectivo disponible

Las características de la prueba incluyen:

- No ser costosa
- Válida y confiable
- Fácil de realizar
- “Aceptable socialmente”

La utilidad clínica del desarrollo de las pruebas genéticas es el desarrollo de intervenciones para prevenir, mitigar o curar la enfermedad en los recién nacidos con genotipos que incrementan el riesgo de sufrir de la misma.<sup>13, 30</sup>

#### ***Razones para referir a un paciente***

Entre las razones que podemos encontrar en la práctica clínica, que nos pueden hacer sospechar de una enfermedad genética, que requerirá la consulta con un genetista se encuentran:<sup>13</sup>

- Problemas de aprendizaje
- Malformaciones múltiples
- Anomalías del crecimiento iniciadas en el período prenatal
- Epilepsia severa sin explicación
- Historia familiar sugestiva
- Asimetría corporal
- Dismorfismos específicos
- Diagnóstico de un síndrome específico sospechado

#### **4.2.3 Técnica<sup>13</sup>**

A la mayoría de los neonatos de los países industrializados se les realiza pruebas para algunos desórdenes que requieren tratamiento inmediato. También se pueden realizar dichas pruebas en niños (para confirmar un diagnóstico, pero generalmente no para predecir afecciones que se instauran en la vida adulta, a menos que una intervención en la infancia sea esencial).

Se recomienda que el uso clínico de una prueba genética se base en la evidencia de que el gen que se examina esté asociado con una enfermedad en particular, que la prueba en si misma tenga validez clínica y analítica y que los resultados sean útiles para las personas a las que se les realiza.

Los genotipos que se detectan con una prueba genética deben demostrar por métodos válidos científicamente que estén asociados con la ocurrencia de una enfermedad.

Para entender esto, es necesario aclarar ciertos conceptos que se aplican en las pruebas genéticas:

**Validez analítica:** para las pruebas basadas en ADN, la validez analítica requiere establecer la probabilidad que una prueba será positiva cuando una secuencia particular (analito) esté presente (sensibilidad analítica) y la probabilidad de que la prueba sea negativa cuando la secuencia esté ausente (especificidad analítica). En contraste, los análisis de enzimas y metabolitos miden variables continuas (actividad enzimática o concentración del metabolito). Un aspecto importante es la exactitud, o probabilidad de que el valor medido esté dentro de un rango predefinido de la actividad o concentración verdadera. Otra medida de la validez analítica es la confiabilidad, o la probabilidad de obtener repetidamente el mismo resultado.

**Validez clínica:** ésta incluye establecer varias medidas de desempeño clínico, entre las cuales están:<sup>13, 30</sup>

- La probabilidad de que la prueba será positiva en personas con la enfermedad (sensibilidad clínica)
- La probabilidad de que la prueba será negativa en personas sin la enfermedad (especificidad clínica)
- La probabilidad que personas con pruebas positivas se enfermarán (valor predictivo positivo) y que las personas con pruebas negativas no se enfermarán (valor predictivo negativo). El valor predictivo positivo depende en la prevalencia de la enfermedad en el grupo o población que se está estudiando, como también en la sensibilidad clínica y especificidad de la prueba.

Las dos características intrínsecas de las enfermedades genéticas, heterogenicidad y penetrancia, afectan la validez clínica.

**Heterogenicidad:** una misma enfermedad genética puede resultar de la presencia (en una dosis genética necesaria) de cualquier o diferentes variantes (alelos) del mismo gen (diversidad alélica) o de varios genes (heterogenicidad de locus). Actualmente no siempre se pueden detectar todos los alelos relacionados con una enfermedad, lo que reduce la sensibilidad clínica de la prueba.

**Penetrancia:** la probabilidad que la enfermedad aparezca cuando un genotipo relacionado con la misma está presente. La penetrancia es incompleta cuando otros factores genéticos o ambientales deben estar presentes.

#### **4.2.4 Aplicaciones en el país**

Para implementar un sistema de tamizaje genético se hace necesario contar con recursos para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades y poder comunicar los resultados de una forma eficiente y eficaz. Con lo anterior se puede entonces realizar pruebas más específicas en la población identificada en riesgo.<sup>28</sup>

En el país no se cuenta con estudios previos que puedan orientar sobre la presencia de desórdenes genéticos demostrados por tamizaje genético previo. El costo y disponibilidad de estos recursos en el país es otra limitante para la realización de un programa de tamizaje.

Las pruebas genéticas se pueden realizar en el campo prenatal. En el país se puede realizar en muestreo de vellosidades coriónicas o amniocentesis.

### **4.3 Citogenética**

#### **4.3.1 Definición**

La citogenética es el estudio de los cromosomas y las enfermedades relacionadas, causadas por un número y/o estructura anormales de los cromosomas.<sup>16</sup> O bien, dicho de otra forma, es el análisis genético de las células.<sup>26</sup>

### 4.3.2 Referente histórico <sup>7</sup>

En 1960 Caspersson desarrolló técnicas de bandeo que coloreaban a los cromosomas de forma que se podían diferenciar. Los diagramas que identifican a los cromosomas en base a sus patrones de bandeos son conocidos con el nombre de “mapas citogenéticos”. Estos mapas se convirtieron en la base tanto de la Neonatología como de la Oncología para que con los cariotipos se pudieran ver las alteraciones cromosómicas. Con el tiempo las técnicas se fueron expandiendo para permitir cultivos de amniocitos libres tomados del líquido amniótico, entre otras. En 1980 se dieron avances en la citogenética molecular lo que llevo a dar grandes cambios.

### 4.3.3 Indicaciones

La utilidad de la citogenética molecular es especialmente importante en formas de cáncer como leucemias, en las cuales la citogenética puede determinar las translocaciones cromosómicas que están presentes en las células malignas facilitando así el diagnóstico y susceptibilidad del tratamiento como en el caso del “mesilato de imatinib” en la presencia del cromosoma Philadelphia.<sup>7, 26</sup>

En desórdenes congénitos como el Síndrome de Down, la citogenética puede determinar la naturaleza del defecto cromosómico una simple trisomía, un mosaicismo, translocación “balanceada”, deleción o una inserción en uno o en ambos padres e en el feto.<sup>8</sup>

### 4.3.4 Técnica <sup>7, 16</sup>

Para un estudio de citogenética se pueden cultivar células de médula ósea, sangre, líquido amniótico, cordón umbilical, tumores y distintos tipos de tejido como piel, hígado entre otros. Al cultivo se le agrega un inhibidor mitótico (colchicina, colcemida) el cual impide la división celular al bloquear la formación del huso mitótico y detiene la célula en metafase. Las células son después centrifugadas, se remueve el medio así como el inhibidor mitótico y es reemplazado por una solución hipotónica. Esta solución causa que la célula se expanda, de modo que los cromosomas se extienden y pueden examinarse individualmente. Después se agrega un medio fijador de Carnoy (3:1 metanol y ácido acético glacial), el cual mata las células, lisa los eritrocitos y endurece el núcleo de los restantes leucocitos.<sup>1</sup> Finalmente luego de esperar unos días la muestra está lista para realizar el bandeo y análisis de las preparaciones cromosómicas para detectar los posibles cambios numéricos y estructurales. El análisis de cromosomas se lleva a cabo en un microscopio por un especialista en citogenética. Generalmente se analizan 20 células, las cuales son suficientes para descartar mosaicismos a un nivel aceptable. Después el trabajo es revisado por un médico genetista y un patólogo.

El futuro de la citogenética se enfoca en la citogenética molecular incluyendo técnicas como “arrays” de hibridación genómica y sistemas automatizados de preparaciones de hibridación fluorescente in situ, FISH.<sup>26</sup> Esta última técnica amplía la aplicación del diagnóstico citogenético de los cromosomas en metafase a todas las fases del ciclo celular. Esta nueva forma de “citogenética de interfase” ha transformado la aplicación del diagnóstico con técnicas de citogenética porque permite la directa detección de alteraciones junto con la morfología celular sin necesidad de cultivar las células. Los cultivos celulares son difíciles y llevan tiempo además de que no son aplicables a diagnósticos de tumores sólidos.<sup>14</sup> Este tipo de “citogenética de interfase” ha mejorado los diagnósticos en los casos de cáncer hematológicos y ha fortalecido la interpretación de muestras citológicas como por ejemplo los aspirados de aguja fina o los frotos de Papanicolaou.<sup>26</sup>

### 4.3.5 Aplicaciones en el país <sup>26</sup>

Durante los últimos 40 años la citogenética ha jugado un papel clave en la identificación, caracterización y diagnóstico de anormalidades genéticas en enfermedades humanas. Aún queda mucho por descubrir con ella.

En Guatemala, se pueden realizar las pruebas de bandeo y alto bandeo de cariotipos, FISH y se espera iniciar el otro año micro array – CGH. Éstas se pueden utilizar cuando existen algunas de las indicaciones anteriores. Estas pruebas están disponibles en ciertas instituciones. (Anexo 4)

## 4.4 Alimentos Genéticamente Modificados <sup>4, 32</sup>

### 4.4.1 Definición

Los alimentos genéticamente modificados (GM) pueden definirse como alimentos en los cuales el material genético (ADN) ha sido alterado de un modo artificial. La tecnología generalmente se denomina “biotecnología moderna” o “tecnología genética”, en ocasiones también “tecnología de ADN recombinante” o “ingeniería genética”. Ésta permite transferir genes seleccionados individuales de un organismo a otro, también entre especies no relacionadas. Dichos métodos se utilizan para crear vegetales GM – que luego se utilizan para desarrollar cultivos de alimentos GM.

Los principales productos transgénicos son maíz, soya y algodón. En Estados Unidos el 63% del maíz es natural y el 37% del maíz es transgénico.

Las empresas con más fuerza en venta de semillas transgénicas son: *Du pont, Monsanto y Novartis*.

### 4.4.2 Referente histórico

En 1994, fue lanzado en el mercado norteamericano el primer producto modificado genéticamente: un tomate. Desde entonces, han surgido muchos más y el consumo de alimentos modificados genéticamente se ha convertido en una práctica común. Sin embargo, las personas consumen alimentos modificados genéticamente desde hace relativamente poco tiempo. Por lo tanto, podría haber efectos a largo plazo que pura y simplemente aún se desconocen.<sup>9</sup>

Actualmente hay alimentos comercializados que se producen con alimentos transgénicos, este es el caso en Costa Rica que en el 2003 encontró que estos productos: sopa de lata Campbell's, productos Kraft, Cereal Kellogg's, galletas McCormicks contienen almidón de maíz modificado.<sup>32</sup>

A nivel mundial el área total sembrada de transgénicos aumenta, en 1996 eran 1.7 millones de hectáreas sembradas de transgénicos. En el 2001 la superficie aumentó a 52.6 millones de hectáreas. El 90% se encuentran en Estados Unidos y Argentina, el 9% en Canadá y China.<sup>6</sup>

### 4.4.3 Indicaciones

El objetivo de estos productos es ser más económicos, tener mayores beneficios (en términos de durabilidad o valor nutricional) o ambos. Esta nueva agricultura, basada en productos químicos artificiales la llamaron Revolución Verde. Ejemplos de ésta son maíz que produce su propio insecticida, pollos que nacen sin plumas, tomates que se conservan más tiempo una vez ya cosechados, entre otros.<sup>32</sup>

Los cultivos GM actualmente en el mercado proporcionan un mayor nivel de protección de los cultivos mediante la introducción de resistencia a enfermedades causadas por insectos o virus a los vegetales o mediante una mayor tolerancia a los herbicidas.<sup>23</sup>

### 4.4.4 Técnica <sup>23</sup>

La resistencia a los insectos se logra incorporando a la planta alimenticia el gen productor de toxinas de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (BT). Esta toxina se usa actualmente como un insecticida convencional en la agricultura y es inocua para el consumo humano. Se ha demostrado que los cultivos GM que producen esta toxina en forma permanente requieren menores cantidades de insecticidas en situaciones específicas, por ejemplo, donde la presión de plagas es elevada.

La resistencia viral se logra mediante la introducción de un gen de ciertos virus que causan enfermedad en los vegetales.

#### 4.4.5 Efectos en la salud

Estos alimentos deben de ser investigados para descartar posibles efectos secundarios. La evaluación de inocuidad de los alimentos GM generalmente investiga: <sup>23</sup>

- los efectos directos sobre la salud (toxicidad)
- las tendencias a provocar una reacción alérgica (alergenicidad)
- los componentes específicos con sospecha de tener propiedades nutricionales o tóxicas
- la estabilidad del gen insertado
- los efectos nutricionales asociados con la modificación genética y
- cualquier efecto no deseado que podría producirse por la inserción genética

Aunque no se tienen estudios en humanos sobre las consecuencias que estos productos tienen en la salud, estudios en animales refieren que hay disminución de la resistencia a las enfermedades infecciosas o degenerativas. <sup>4, 32</sup>

En estudios realizados en animales con determinados alimentos GM se observó que dependiendo del transgénico con el cual se alimentara así eran las reacciones secundarias que se observaban. <sup>25</sup>

Otro estudio anotó que ratas alimentadas con papas genéticamente modificadas, presentaron problemas con el crecimiento. Se ha reportado que los niveles de toxinas como la solanina (encontradas en las áreas verdes de las papas), ocurren naturalmente, sin embargo están anormalmente elevadas en las papas genéticamente modificadas. Un ejemplo de consecuencias no anticipadas, es una especie de maíz genéticamente modificado que produce un polen que mata a las mariposas Monarca. El polen natural del maíz no mata a estas mariposas. <sup>1</sup>

Hasta ahora en Estados Unidos no es mandatario anotar en la etiqueta la modificación genética (en Europa es ley). Sin embargo, un gran número de organizaciones están ejerciendo gran presión a congresistas y a la “Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos” (FDA) para que se pase una nueva ley. A pesar de esto la FDA anota que los alimentos genéticamente modificados no necesitan especificaciones en las etiquetas, porque son parecidos a las plantas híbridas que han sido utilizadas por centurias. Este comunicado ha desatado una gran controversia. <sup>1</sup>

#### 4.4.6 Efectos en el medio ambiente <sup>29</sup>

Se han planteado varios riesgos ambientales, de los cuales, dos son de relevancia, la transferencia de genes entre especies (plantas a microorganismos) y la transferencia horizontal de genes (entre microorganismos). Estos temas aunque han sido motivo de preocupación de algunos, principalmente por la presencia de genes marcadores de resistencia a antibióticos, y porque en algunos ensayos de laboratorio se ha mostrado el mecanismo de transferencia, recientemente se ha minimizado su importancia. Esto se debe a la publicación reciente de experimentos a nivel de campo, en donde las probabilidades de transferencia han sido mínimas, por un lado, y por el otro, la reciente publicación de que el comercio de productos transgénicos de maíz a México no ha causado la transferencia de información genética extraña a las razas criollas de maíz sembradas por los agricultores. Esto ha implicado que el riesgo a la biodiversidad, si es que existe, es mínimo aunque posible, siempre y cuando se tengan los cuidados requeridos.

Dentro de las controversias se encuentran la identificación de las patentes de las empresas que fabrican y venden transgénicos quienes privan el derecho de multiplicar, intercambiar y utilizar las semillas. Además hay instituciones que refieren que hay pérdida de la biodiversidad. <sup>32</sup>

#### 4.4.7 Aplicaciones en el país <sup>3</sup>

En Guatemala existen fuertes divergencias entre ambientalistas y científicos sobre el beneficio y riesgo del uso de alimentos genéticamente modificados, situación muy similar a la discusión global sobre este tema. Esto debido a la ausencia de evidencia científica que soporte los puntos de vista de ambas partes.



## 4.5 Células Madre de Sangre de Cordón Umbilical

### 4.5.1 Definición <sup>18</sup>

Las células madre, o células troncales, son un tipo primitivo de células encontradas en todos los animales. Éstas son células indiferenciadas que tienen la capacidad de dividirse indefinidamente sin perder sus propiedades y llegar a producir células especializadas.<sup>24</sup>

Las células madre tienen tres características importantes que las distinguen de los demás tipos celulares:

- Tienen capacidad de división y renovación por largos periodos; por lo que siempre se encontrarán a disposición <sup>17</sup>
- Bajo ciertas condiciones fisiológicas o experimentales, pueden ser inducidas a convertirse en células con funciones especiales, por ejemplo células del músculo cardíaco o células productoras de insulina del páncreas.
- No son especializadas.

#### 4.5.1.1 Fuentes de células madre

##### a) Células madre embrionarias

Su nombre deriva de las células de embrión de huevo que fueron fertilizadas in vitro.

*Desarrollo embrionario* <sup>24</sup>:

El cigoto formado tras la fecundación de un óvulo por un espermatozoide es una célula capaz de generar un nuevo individuo completo. Se trata, pues, de una célula totipotente (capaz de producir un espécimen completo con todos sus tejidos).

Entre los días primero al cuarto del desarrollo embrionario, la célula original va dividiéndose en varias células más. Cada una de estas células, si es separada del resto, es capaz de producir un individuo completo. Son también células totipotentes.

A partir del cuarto día del desarrollo embrionario humano se forma el blastocisto. El blastocisto está formado por dos tipos de células y una gran cavidad interior:

- Capa externa: forma la placenta y las envolturas embrionarias. Es el trofoblasto.
- Masa celular: forma todos los tejidos del cuerpo humano. Se denomina embrioblasto.

Las células de un blastocisto ya no son totipotentes, puesto que una sola de estas células ya no es capaz de generar un individuo completo. Las células de la masa celular interna del blastocisto son células pluripotentes.

Estas células pluripotentes del interior del blastocisto son las células madre embrionarias, y tienen capacidad de originar cualquier tipo de tejido.

##### b) Células madre adultas <sup>18</sup>

El rol primario de las células madre adultas es mantener y reparar el tejido en donde originalmente se encuentran. En un individuo adulto hay tejidos en los que algunas de sus células se dividen activamente, pero en otros no. Entre los tejidos que se dividen activamente están la médula ósea y la piel, en ellos encontramos células madre. Estas células se reproducen y generan células especializadas de sangre y de piel respectivamente. En otros tejidos como la sangre de cordón umbilical se han encontrado también

células madre especializadas. Estas células madre especializadas son muy escasas y difíciles de aislar, sin embargo tienen la ventaja de ser mejor aceptadas por los receptores de trasplante.

En los últimos cinco años han existido avances en la medicina regenerativa gracias al conocimiento proveniente del estudio de las células madre. El mecanismo por el cual se produce la regeneración no está claro aún, pero se cree que las células madre en algunos casos pueden ser capaces de transdiferenciarse en diferentes tipos de tejido, lo que se logra por la fusión con el tejido del hospedero, tomando sus características y facilitando así su regeneración. De aquí se derivan grandes expectativas de terapias innovadoras. Parece que las células madre adultas tienen un gran potencial y quizá más facilidades que las células madre embrionarias puesto que se puede partir de células del propio individuo y, por tanto, con la misma carga genética. Esto solventa, además, los serios problemas éticos de manipular y destruir embriones.

Para obtener una línea de células madre adultas en primer lugar hay que aislar estas células de los distintos órganos del cuerpo, por ejemplo de la médula ósea. A continuación estas células se colocan en un soporte con el ambiente y los nutrientes necesarios para que empiecen a multiplicarse de forma equivalente a las embrionarias. Se trasplanta al individuo enfermo el tejido cultivado o las células necesarias para regenerar el órgano enfermo.

#### c) Células madre del cordón umbilical <sup>11</sup>

Estas son células que se encuentran en la sangre del cordón umbilical y en la gelatina de Warthon. Recientes investigaciones, específicamente las realizadas para el trasplante de células madre del cordón se han basado en la hipótesis de que las células contenidas en la sangre de cordón umbilical están menos maduras que las células de la médula ósea y la sangre periférica adultas, por lo consiguiente el riesgo de enfermedad de injerto contra huésped después del trasplante de la misma es menor.

La sangre de cordón umbilical es un elemento rico en células madre hematopoyéticas y recientemente se ha reportado el aislamiento de otro tipo de células madre, las células mesenquimatosas (MSC). Éstas son células multipotentes, las cuales producen factores de crecimiento dentro de la médula ósea pudiendo crear un medio ambiente adecuado para la hematopoyesis normal.

En varios estudios de laboratorio se ha demostrado la habilidad de estas células para, promover el injerto, suprimir la respuesta de las células T responsables de la respuesta alogénica y reemplazar células estromales dañadas. Además pueden diferenciarse en líneas de tejido conectivo (hueso y cartílago) así como adipocitos. <sup>5</sup>

Existen muchas ventajas del trasplante (tanto autólogo como alogénico) de células madre del cordón umbilical para el tratamiento de enfermedades hemato-oncológicas, dentro de ellas se encuentra su inmediata disponibilidad, su bajo potencial de transmisión de enfermedades infecciosas, el corto tiempo y mínimo riesgo en su recolección. Esta es una alternativa para los pacientes que no tienen un donador compatible de médula ósea o que están demasiado enfermos para poder esperar donadores de la misma.

#### d) Otras fuentes de células madre

Las células madre también pueden obtenerse de la médula ósea y sangre periférica.

### **4.5.2 Referente histórico**

En España, la Clínica Universitaria de Navarra ha regenerado un corazón infartado implantando células madre del propio paciente. El paciente tenía múltiples infartos. Se le extrajeron células del muslo, se seleccionaron y purificaron las células madre. Después de cultivarlas durante tres semanas se inyectaron en el músculo infartado. La recuperación fue buena.

Un trabajo de la Universidad John Hopkins en Baltimore, presentado durante el Encuentro Anual de la Sociedad Americana de Neurociencia en el 2002, explicaba que la inyección de células madre en el líquido cefalorraquídeo de los animales lograba devolver el movimiento a unos roedores con parálisis. Los expertos introdujeron células madre neuronales en los roedores paralizados por un virus que ataca específicamente a las neuronas motoras y comprobaron que el cincuenta por ciento recuperaba la habilidad de apoyar las plantas de una o dos de sus patas traseras.

### 4.5.3 Indicaciones <sup>5</sup>

El estudio de las células madre permitirá conocer los mecanismos de especialización celulares así como qué mecanismos hacen que un gen sea activo y haga su trabajo y qué mecanismos inhiben la expresión de ese gen.

Las células madre pueden servir para probar nuevos medicamentos en todo tipo de tejidos antes de hacer las pruebas reales en animales o en humanos.

Las células madre tienen aplicaciones en terapias celulares, medicina regenerativa o ingeniería tisular. Muchas enfermedades son consecuencia de malfunciones celulares o destrucción de tejidos. Uno de los remedios, en casos muy graves, es el trasplante. Las células madre pluripotentes estimuladas a desarrollarse como células especializadas ofrecen frecuentemente la posibilidad de reemplazar células y tejidos dañados.

Además se podrán emplear para casos de Parkinson y Alzheimer, lesiones medulares, quemaduras, lesiones de corazón o cerebrales, diabetes, osteoporosis y artritis reumatoide.

El trasplante de células madre hematopoyéticas es usado para el tratamiento de cáncer hematológico y linfomas pero también para otras enfermedades inmunológicas.

### 4.5.4 Técnica <sup>31</sup>

Recolección: la recolección puede realizarse después de un parto natural o por cesárea y no se modifica el procedimiento de un parto para recolectar la sangre del cordón, ya que la recolección ocurre después de que el cordón ha sido pinzado y cortado.

Este procedimiento deber durar de 10-15 minutos después del nacimiento, de lo contrario se pierden cantidades significantes de células madre. Por lo anteriormente mencionado es importante dar consejería antes del parto, por lo general se recomienda realizarla a las 34 semanas de gestación, para firmar el consentimiento informado.

Existen dos métodos de recolección, uno de ellos es a través de bolsas de sangre la cual se logra insertando una aguja a la vena del cordón umbilical a gravedad. El otro método es llamado de jeringa en el cual se extrae sangre del cordón umbilical con una jeringa que contenga anticoagulante y luego se deposita en la bolsa recolectora.

Separación: la sangre obtenida en el cordón umbilical es centrifugada para separar las células rojas, leucocitos y plasma de las células madre, para luego ser almacenadas.

Almacenamiento: Las células madre del cordón deben estar bien protegidas cuando son congeladas a temperaturas criogénicas (-196 grados centígrados).

El almacenamiento se puede realizar en compartimentos criogénicos (fundas o viales). Existen tanques de cuarentena como medida preventiva durante el diagnóstico inicial de cada unidad. Se utilizan tanques de almacenaje basado en nitrógeno líquido para evitar cambios de temperatura en unidades ya almacenadas.

La duración de las células madre criopreservadas puede ser de hasta 15 años según un estudio realizado en el año 2004, sin embargo existen experiencias de transplante con células que han sido preservadas por más de 25 años y se ha probado que a pesar del tiempo han conservado su potencial de regeneración.

#### **4.5.5 Aplicaciones en el país**

En Guatemala desde el año 2005 se ofrece la posibilidad de criopreservar las células madre de sangre del cordón umbilical en el extranjero (*Cryo-cell* y *New England Cord Blood Bank*). Sin embargo no fue sino hasta el año 2006 en que abrió sus puertas el primer banco de células madre de sangre del cordón umbilical en Guatemala, siendo el 5 de septiembre del mismo año en que se extrajo y procesó la primera muestra de sangre de cordón umbilical por el doctor Byron Calgua y el doctor Erwin Calgua en los laboratorios de *Stem Care*. (Anexo 4)

#### **4.6 Conocimiento <sup>8</sup>**

El conocimiento científico se caracteriza por ser un conocimiento intencional y temático, a diferencia del conocimiento ingenuo (el cual es no causal y es atemático). Es consiguientemente crítico-sistemático, es decir que el conocimiento no es una simple causalidad-tangencial con el ser, sino que es un elemento de penetración en el ser, dentro de un control de principios absoluto.

El conocer científico es pragmático, pero a la vez es temático y sistemático; busca un fin concreto, pero dentro de un sistema o teoría o hipótesis, y bajo el control crítico (no directamente gnoseológico) del mismo conocimiento, por una depuración metodológica de la investigación científica.

El “error” hay que definirlo necesariamente con relación a la verdad formal, y se caracteriza por su falsa certeza. El error se puede definir como una deformidad positiva de la mente cognoscente con su objeto de manera que se afirme como verdadero lo que es falso (lo que incluye a su vez la afirmación como falso de lo que es verdadero). Se debe aclarar que el error no es formalmente una ignorancia, aunque la ignorancia se mezcle en algún grado en todo error.

## **5. Hipótesis de trabajo**

Los estudiantes de pregrado y postgrado de Pediatría y Ginecoobstetricia de los hospitales: General San Juan de Dios, Roosevelt, Nacional Pedro de Bethancourt, Nacional de Cuilapa e Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (Pamplona y zona 9) desconocen sobre la biotecnología y sus distintos campos aplicados a la salud en Guatemala, así como de las instituciones o personas que se encargan de ella en el país.

## **6. Objetivos**

### **6.1 Objetivo General**

Explorar el conocimiento en estudiantes de pregrado (externos e internos) y postgrado (residentes) de los hospitales: General San Juan de Dios, Roosevelt, Pedro de Bethancourt, Nacional de Cuilapa e Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (Pamplona y zona 9) en los departamentos de Pediatría y Ginecoobstetricia sobre cinco campos de biotecnología aplicada a la salud en Guatemala (tamizaje neonatal, pruebas genéticas, citogenética, alimentos genéticamente modificados y células madre de sangre de cordón umbilical).

### **6.2 Objetivos Específicos**

Identificar:

- 6.2.1 Los conocimientos que poseen los estudiantes de pregrado y postgrado sobre tamizaje neonatal en los hospitales a estudio.
- 6.2.2 Los conocimientos que poseen los estudiantes de pregrado y postgrado sobre pruebas genéticas en los hospitales a estudio.
- 6.2.3 Los conocimientos que poseen los estudiantes de pregrado y postgrado sobre citogenética en los hospitales a estudio.
- 6.2.4 Los conocimientos que poseen los estudiantes de pregrado y postgrado sobre alimentos genéticamente modificados en los hospitales a estudio.
- 6.2.5 Los conocimientos que poseen los estudiantes de pregrado y postgrado sobre células madre de sangre de cordón umbilical en los hospitales a estudio.
- 6.2.6 Las fuentes de información sobre biotecnología que son usadas por los estudiantes de grado y postgrado de Pediatría y Ginecoobstetricia de los Hospitales escuela.
- 6.2.7 Las instituciones o personas que actualmente prestan servicios en el campo de la biotecnología aplicada a la salud en Guatemala.



## 7. Diseño del estudio

### 7.1 Tipo de estudio

Descriptivo

### 7.2 Unidad de Análisis

Respuestas de los estudiantes de pregrado (externos, internos) y postgrado (residentes) de Pediatría y Ginecoobstetricia, de los hospitales escuela a estudio.

### 7.3 Población y Muestra

Para el presente estudio se contabilizó una población de 551 estudiantes, pero participaron voluntariamente 515 estudiantes de pregrado y postgrado de Pediatría y Ginecoobstetricia de los hospitales escuela, General San Juan de Dios, Roosevelt, Nacional Pedro de Bethancourt e Instituto Nacional de Seguridad Social (Pamplona y zona 9). (Anexo 1)

No se realizó muestreo.

### 7.4 Definición y operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Indicadores
Conocimiento sobre tamizaje neonatal	Acción de conocer (acto por el cual un sujeto aprehende un objeto y éste, a su vez, se refleja en la conciencia del sujeto; dicha relación se expresa en forma de concepto) en lo que respecta a tamizaje neonatal.	Respuesta dada a las preguntas 1 a 5 del cuestionario, por los estudiantes de pregrado y postgrado.	Nominal	<p>Respuesta a pregunta 1: Es el estudio para seleccionar, identificar y clasificar enfermedades en el recién nacido, antes de que éstas se manifiesten, para prevenir secuelas.</p> <p>Respuesta a pregunta 2: Todas las anteriores son correctas</p> <p>Respuesta a pregunta 3: Por el riesgo de falsos positivos, ya que la hormona se encuentra elevada por el estrés del parto.</p> <p>Respuesta a pregunta 4: Dentro del tercer a séptimo día de vida del recién nacido.</p> <p>Respuesta a pregunta 5: Sí</p>
Conocimiento sobre pruebas genéticas	Acción de conocer (acto por el cual un sujeto aprehende un objeto y éste, a su vez, se refleja en la conciencia del sujeto; dicha relación se expresa en forma de concepto) en lo que respecta a pruebas genéticas.	Respuesta dada a las preguntas 6 a 8 del cuestionario, por los estudiantes de pregrado y postgrado.	Nominal	<p>Respuesta a pregunta 6: Cualquiera de las anteriores.</p> <p>Respuesta a pregunta 7: Todas las anteriores.</p> <p>Respuesta a pregunta 8: Reemplazar los riesgos individuales basados en datos poblacionales o historia familiar por riesgos basados en el genotipo.</p>

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Indicadores
Conocimiento sobre citogenética	Acción de conocer (acto por el cual un sujeto aprehende un objeto y éste, a su vez, se refleja en la conciencia del sujeto; dicha relación se expresa en forma de concepto) en lo que respecta a citogenética.	Respuesta dada a las preguntas 9 a 11 del cuestionario, por los estudiantes de pregrado y postgrado.	Nominal	<p>Respuesta a pregunta 9: Se encarga del estudio de ADN y ARN de cada cromosoma y Es el estudio de los cromosomas y las enfermedades relacionadas, causadas por un número y/o estructura anormales de los mismos.</p> <p>Respuesta a pregunta 10: Cariotipo y alto bandeado y FISH y bandeado estándar.</p> <p>Respuesta a pregunta 11: Sí (citarlos)</p>
Conocimiento sobre alimentos genéticamente modificados	Acción de conocer (acto por el cual un sujeto aprehende un objeto y éste, a su vez, se refleja en la conciencia del sujeto; dicha relación se expresa en forma de concepto) en lo que respecta a alimentos genéticamente modificados	Respuesta dada a las preguntas 12 a 15 del cuestionario, por los estudiantes de pregrado y postgrado.	Nominal	<p>Respuesta a pregunta 12: ADN recombinante.</p> <p>Respuesta a pregunta 13: La técnica utilizada para desarrollar alimentos genéticamente modificados es la misma que la usada para la vacuna de la hepatitis "B"</p> <p>Respuesta a pregunta 14: Todos los anteriores.</p> <p>Respuesta a pregunta 15: Sí (citarlos)</p>
Conocimiento sobre células madre de sangre de cordón umbilical	Acción de conocer (acto por el cual un sujeto aprehende un objeto y éste, a su vez, se refleja en la conciencia del sujeto; dicha relación se expresa en forma de concepto) en lo que respecta a células madre de sangre de cordón umbilical.	Respuesta dada a las preguntas 16 a 19 del cuestionario, por los estudiantes de pregrado y postgrado.	Nominal	<p>Respuesta a pregunta 16: Son células indiferenciadas que tienen la capacidad de dividirse indefinidamente sin perder sus propiedades y llegar a producir células especializadas.</p> <p>Respuesta a pregunta 17: Todas son correctas.</p> <p>Respuesta a pregunta 18: Transplante alogénico o autólogo para el tratamiento de enfermedades hematológicas y Medicina regenerativa.</p> <p>Respuesta a pregunta 19: Sí (2 instituciones)</p>
Fuentes de Información sobre biotecnología	Recursos bibliográficos en papel o electrónicos que sirven de consulta para los estudiantes de pregrado y postgrado.	Respuesta dada a la pregunta 20 del cuestionario, por los estudiantes de pregrado y postgrado.	Nominal	<p>*Revistas científicas</p> <p>*Libros de texto</p> <p>*Tesis</p> <p>*Forma parte del pensum de estudios</p> <p>*Otros</p>
Personas o instituciones que prestan servicios en el campo de la biotecnología aplicada a la salud.	Individuo de la especie humana; establecimiento que desempeña una función que presta servicios en el campo de la biotecnología aplicada a la salud.	Individuo de la especie humana; establecimiento que desempeña una función que presta servicios en el campo de la biotecnología aplicada a la salud en Guatemala identificados durante el trabajo de investigación.	Nominal	Personas e instituciones listadas en el Anexo 4



## **7.5 Técnicas, procedimientos e instrumentos utilizados**

### **Técnicas**

#### **Cuestionario estructurado**

En el estudio, cuatro preguntas (No. 1 a 4) buscaban explorar el conocimiento sobre tamizaje neonatal, esperando encontrar respuestas respecto a definición, aplicaciones y técnica del mismo. Se consideró que se conocía el tema sólo si las cuatro respuestas eran correctas. Luego se seleccionaron las respuestas de este grupo para relacionarlas con la identificación de hospitales que realizaran tamizaje neonatal rutinariamente en el país (pregunta 5).

La pregunta 6 se refiere a las características de los genotipos a incluir dentro del tamizaje genético, la pregunta 7, a las indicaciones para realizar pruebas genéticas en pacientes pediátricos y la pregunta 8 sobre el uso de las pruebas predictivas genéticas.

En el estudio se exploró el conocimiento de citogenética a través de 3 preguntas. En las preguntas 9, 10 y 11 se exploró sobre la definición, disponibilidad de pruebas en el país y existencia de instituciones que realizaran cariotipo.

Cuatro preguntas (No. 12 a 15) buscaban explorar el conocimiento sobre Alimentos Genéticamente Modificados (AGM). La pregunta 12 preguntaba sobre la técnica utilizada en el desarrollo de los AGM, la pregunta 13 buscaba que se identificara que la técnica utilizada para los AGM es la misma que para la vacuna de hepatitis B (entre otros medicamentos genéticamente modificados), la pregunta 14 sobre la existencia de AGM en el mercado y la pregunta 15 sobre la disponibilidad de los AGM en el país.

Las preguntas de la 16 a la 18 fueron destinadas para la exploración del conocimiento acerca de la definición, fuentes y aplicaciones de las células madre. Para esto se consideró que se conocía el tema solamente si se tenían las tres respuestas adecuadas. En la pregunta 19 se exploraba el conocimiento sobre instituciones que realizaran almacenamiento y criopreservación de células madre de cordón umbilical en el país.

En la pregunta 20 se les solicitaba a los participantes identificar las fuentes de información que utilizaban como referencia para biotecnología aplicada a la salud.

Las preguntas que fueron dejadas en blanco, las que fueron contestadas con más de dos opciones o en las que se marcó o escribió que no sabían la respuesta, fueron consideradas bajo la categoría: en blanco/no sabe/nula (EB/NS/N).

### **Procedimiento**

Se recolectaron los datos con el instrumento, previamente validado con estudiantes de tercer año de la carrera de Medicina. Se comunicó previo a la realización del cuestionario a las autoridades respectivas de cada hospital a estudio, de forma que el día de la realización del cuestionario se encontraban presentes la mayoría de los estudiantes. Luego se procedió a leer el consentimiento informado (Ver Anexo 3) a los estudiantes, y quienes aceptaron participar en el estudio dieron su autorización por escrito y luego cada uno de los estudiantes respondió individualmente el cuestionario autoadministrado. A la población que no asistió ese día se le realizó visitas posteriores nuevamente tanto en clases como en sus servicios correspondientes.

### **Instrumento de recolección de datos**

#### **Cuestionario estructurado (Anexo 2)**

## **7.6 Aspectos éticos de la investigación**

Dado que el estudio a realizar no fue de tipo experimental, no se influyó en la integridad de la persona sujeta a estudio. Previo a realizar el estudio se obtuvo la autorización de los hospitales correspondientes, de la jefatura de los departamentos de Pediatría y Ginecoobstetricia así como del Comité de Docencia e Investigación de cada hospital. Se solicitó consentimiento informado a los estudiantes de pregrado y postgrado que aceptaron ser parte del estudio, se les explicó los objetivos del mismo y el uso de la información obtenida. El manejo de los datos que se obtuvieron fue confidencial y su contenido fue utilizado únicamente con fines de investigación.

## **7.7 Alcances y limitaciones de la investigación**

### **Alcances**

Se obtuvo información acerca del conocimiento que los estudiantes de pregrado y postgrado de la carrera de Médico y Cirujano tenían sobre la biotecnología y sus aplicaciones en el campo de la salud. Asimismo, se pudo definir cuáles eran las fuentes de información sobre el tema al que tienen acceso los estudiantes.

### **Limitaciones**

Las limitaciones de este estudio se relacionaron con la falta de disponibilidad de tiempo de algunos sujetos de estudio ya sea por estar de fijo en servicios con demanda alta de atención o por no querer participar.

En el estudio se participaron todos los estudiantes tanto de pregrado como de postgrado, exceptuando los que no quisieron participar y los residentes que estaban en período de vacaciones.

## **7.8 Plan de análisis y tratamiento estadístico de los datos**

Las respuestas obtenidas en el instrumento de recolección de datos se vaciaron en una hoja de datos de Microsoft Excel XP® (Microsoft 2002). Luego se procesó esta información con EpiInfo for Windows™ versión 3.3.2 (CDC 2005) y se obtuvieron frecuencias y porcentajes. Se generaron tablas a las cuales se les modificó solamente el formato.

## 8. Presentación de resultados

Los resultados de la investigación se presentan a continuación en tablas, estratificados por hospital y en consolidado general.

### 8.1 Hospital General San Juan de Dios

**Silvia María Rivera Tambito**

**Tabla 1**  
**Conocimiento de estudiantes sobre Tamizaje Neonatal**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=86)				POSTGRADO (N=55)			
	Ginecoobstetricia (N=45)	Pediatría (N=41)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N=26)	Total	%
Correcta	1	2	3	3.5%	0	2	2	3.6%
Incorrecta	38	36	74	86.6%	24	24	48	87.3%
EB/NS/N*	6	3	9	10.5%	5	0	5	9.1%

FUENTE: Instrumento de Recolección de datos.

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 2**  
**Conocimiento de estudiantes sobre “Tamizaje Genético”**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=86)				POSTGRADO (N=55)			
	Ginecoobstetricia (N=45)	Pediatría (N=41)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N=26)	Total	%
Correcta	23	21	44	51.2%	10	11	21	38.2%
Incorrecta	19	18	37	43.0%	19	13	32	58.2%
EB/NS/N*	3	2	5	5.8%	0	2	2	3.6%

FUENTE: Instrumento de Recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 3**  
**Conocimiento de estudiantes sobre indicaciones para Pruebas Genéticas en pacientes pediátricos**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=86)				POSTGRADO (N=55)			
	Ginecoobstetricia (N=45)	Pediatría (N=41)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N=26)	Total	%
Correcta	37	33	70	81.4%	23	24	47	85.5%
Incorrecta	6	7	13	15.1%	6	2	8	14.5%
EB/NS/N*	2	1	3	3.5%	0	0	0	0.0%

FUENTE: Instrumento de Recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 4**

**Conocimiento de estudiantes sobre el uso de las Pruebas Predictivas Genéticas en la práctica clínica  
Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=86)				POSTGRADO (N=55)			
	Ginecoobstetricia (N=45)	Pediatría (N=41)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N=26)	Total	%
Correcta	4	3	7	8.1%	1	2	3	5.5%
Incorrecta	40	36	76	88.4%	28	24	52	94.5%
EB/NS/N*	1	2	3	3.5%	0	0	0	0.0%

FUENTE: Instrumento de Recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 5**

**Conocimiento de estudiantes sobre la definición de Citogenética  
Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=86)				POSTGRADO (N=55)			
	Ginecoobstetricia (N=45)	Pediatría (N=41)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N=26)	Total	%
Correcta	20	19	39	45.3%	14	12	26	47.3%
Incorrecta	24	19	43	50.0%	14	12	26	47.3%
EB/NS/N*	1	3	4	4.7%	1	2	3	5.4%

FUENTE: Instrumento de Recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 6**

**Conocimiento de estudiantes sobre Pruebas Citogenéticas disponibles actualmente en el país  
Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=86)				POSTGRADO (N=55)			
	Ginecoobstetricia (N=45)	Pediatría (N=41)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N=26)	Total	%
Correcta	12	11	23	26.7%	8	6	14	25.5%
Incorrecta	25	18	43	50.0%	16	13	29	52.7%
EB/NS/N*	8	12	20	23.3%	5	7	12	21.8%

FUENTE: Instrumento de Recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 7**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la existencia de**  
**personas o instituciones que realizan cariotipos en el país**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=86)				POSTGRADO (N=55)			
	Ginecoobstetricia (N=45)	Pediatría (N=41)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N=26)	Total	%
Sí	16	9	25	29.1%	16	16	32	58.2%
No	0	0	0	0.0%	2	1	3	5.5%
EB/NS/N*	29	32	61	70.9%	11	9	20	36.3%

FUENTE: Instrumento de Recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 8**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la tecnología utilizada para el**  
**desarrollo de Alimentos Genéticamente Modificados**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=86)				POSTGRADO (N=55)			
	Ginecoobstetricia (N=45)	Pediatría (N=41)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N=26)	Total	%
Correcta	19	18	37	43.0%	13	12	25	45.5%
Incorrecta	17	14	31	36.1%	10	6	16	29.0%
EB/NS/N*	9	9	18	20.9%	6	8	14	25.5%

FUENTE: Instrumento de Recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 9**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la tecnología utilizada para el desarrollo**  
**de Alimentos Genéticamente Modificados y vacunas**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=86)				POSTGRADO (N=55)			
	Ginecoobstetricia (N=45)	Pediatría (N=41)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N=26)	Total	%
Correcta	8	6	14	16.3%	9	5	14	25.5%
Incorrecta	28	19	47	54.6%	15	12	27	49.0%
EB/NS/N*	9	16	25	29.1%	5	9	14	25.5%

FUENTE: Instrumento de Recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 10**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la existencia de Alimentos**  
**Genéticamente Modificados disponibles en el mercado**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=86)				POSTGRADO (N=55)			
	Ginecoobstetricia (N=45)	Pediatría (N=41)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N=26)	Total	%
Correcta	20	22	42	48.9%	15	10	25	45.5%
Incorrecta	22	15	37	43.0%	14	15	29	52.7%
EB/NS/N*	3	4	7	8.1%	0	1	1	1.8%

FUENTE: Instrumento de Recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 11**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la existencia de Alimentos**  
**Genéticamente Modificados que se consumen en el país**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=86)				POSTGRADO (N=55)			
	Ginecoobstetricia (N=45)	Pediatría (N=41)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N=26)	Total	%
Si	13	15	28	32.6%	10	10	20	36.4%
No	3	1	4	4.6%	1	2	3	5.5%
EB/NS/N*	29	25	54	62.8%	18	14	32	58.1%

FUENTE: Instrumento de Recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 12**  
**Conocimiento de estudiantes sobre Células Madre de Sangre de Cordón Umbilical**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=86)				POSTGRADO (N=55)			
	Ginecoobstetricia (N=45)	Pediatría (N=41)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N=26)	Total	%
Correcta	13	14	27	31.4%	9	6	15	27.3%
Incorrecta	30	27	57	66.3%	20	19	39	70.9%
EB/NS/N*	2	0	2	2.3%	0	1	1	1.8%

FUENTE: Instrumento de Recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 13**  
**Conocimiento de estudiantes sobre instituciones en el país que realicen**  
**almacenamiento y criopreservación de Células Madre de Sangre de Córdon Umbilical**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=86)				POSTGRADO (N=55)			
	Ginecoobstetricia (N=45)	Pediatría (N=41)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N=26)	Total	%
Si	7	19	26	30.2%	5	9	14	25.5%
No	6	2	8	9.3%	1	1	2	3.6%
EB/NS/N*	32	20	52	60.5%	23	16	39	70.9%

FUENTE: Instrumento de Recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 14**  
**Fuentes de información en donde han leído los estudiantes acerca de los temas de biotecnología**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Fuente de información	Pregrado		Postgrado		Total	%
	Ginecoobstetricia	Pediatría	Ginecoobstetricia	Pediatría		
Revistas científicas	28	16	16	14	74	39%
Libros de texto	18	17	9	11	55	29%
Tesis	0	1	0	1	2	1%
Forma parte del pensum	9	3	3	3	18	9%
Otros	10	18	4	9	41	22%
<b>Total</b>	65	55	32	38	190	100%

Fuente: Instrumento de recolección de datos.

## 8.2 Hospital Nacional de Cuilapa

**Yomara Yarden Bustamante Rivera**

**Tabla 1**  
**Conocimiento de estudiantes sobre Tamizaje Neonatal**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=13)				POSTGRADO (N=22)			
	Ginecoobstetricia (N=7)	Pediatría (N=6)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=12)	Pediatría (N=10)	Total	%
Correcta	0	0	0	0.0%	1	9	10	45.5%
Incorrecta	7	6	13	100.0%	10	1	11	50.0%
EB/NS/N*	0	0	0	0.0%	1	0	1	4.5%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 2**  
**Conocimiento de estudiantes sobre “Tamizaje Genético”**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=13)				POSTGRADO (N=22)			
	Ginecoobstetricia (N=7)	Pediatría (N=6)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=12)	Pediatría (N=10)	Total	%
Correcta	4	0	4	30.8%	8	9	17	77.3%
Incorrecta	3	5	8	61.5%	4	1	5	22.7%
EB/NS/N*	0	1	1	7.7%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 3**  
**Conocimiento de estudiantes sobre indicaciones para Pruebas Genéticas en pacientes pediátricos**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=13)				POSTGRADO (N=22)			
	Ginecoobstetricia (N=7)	Pediatría (N=6)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=12)	Pediatría (N=10)	Total	%
Correcta	3	4	7	53.8%	9	10	19	86.4%
Incorrecta	3	1	4	30.8%	3	0	3	13.6%
EB/NS/N*	1	1	2	15.4%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula



**Tabla 4**  
**Conocimiento de estudiantes sobre el uso de las Pruebas Predictivas Genéticas en la práctica clínica**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=13)				POSTGRADO (N=22)			
	Ginecoobstetricia (N=7)	Pediatría (N=6)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=12)	Pediatría (N=10)	Total	%
Correcta	0	0	0	0.0%	1	0	1	4.5%
Incorrecta	7	6	13	100.0%	11	10	21	95.5%
EB/NS/N*	0	0	0	0.0%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 5**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la definición de Citogenética**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=13)				POSTGRADO (N=22)			
	Ginecoobstetricia (N=7)	Pediatría (N=6)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=12)	Pediatría (N=10)	Total	%
Correcta	3	5	8	61.5%	8	5	13	59.1%
Incorrecta	4	0	4	30.8%	4	4	8	36.4%
EB/NS/N*	0	1	1	7.7%	0	1	1	4.5%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 6**  
**Conocimiento de estudiantes sobre Pruebas Citogenéticas disponibles actualmente en el país**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=13)				POSTGRADO (N=22)			
	Ginecoobstetricia (N=7)	Pediatría (N=6)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=12)	Pediatría (N=10)	Total	%
Correcta	2	1	3	23.1%	5	9	14	63.6%
Incorrecta	0	1	1	7.7%	6	1	7	31.9%
EB/NS/N*	5	4	9	69.2%	1	0	1	4.5%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 7**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la existencia de**  
**personas o instituciones que realizan cariotipos en el país**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=13)				POSTGRADO (N=22)			
	Ginecoobstetricia (N=7)	Pediatría (N=6)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=12)	Pediatría (N=10)	Total	%
Sí	1	1	2	15.4%	7	10	17	77.3%
No	0	0	0	0.0%	1	0	1	4.5%
EB/NS/N*	6	5	11	84.6%	4	0	4	18.2%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 8**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la tecnología utilizada para el**  
**desarrollo de Alimentos Genéticamente Modificados**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=13)				POSTGRADO (N=22)			
	Ginecoobstetricia (N=7)	Pediatría (N=6)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=12)	Pediatría (N=10)	Total	%
Correcta	2	3	5	38.5%	7	8	15	68.2%
Incorrecta	2	1	3	23.0%	4	2	6	27.3%
EB/NS/N*	3	2	5	38.5%	1	0	1	4.5%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 9**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la tecnología utilizada para el desarrollo**  
**de Alimentos Genéticamente Modificados y vacunas**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=13)				POSTGRADO (N=22)			
	Ginecoobstetricia (N=7)	Pediatría (N=6)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=12)	Pediatría (N=10)	Total	%
Correcta	0	0	0	0.0%	2	2	4	18.2%
Incorrecta	3	4	7	53.8%	10	7	17	77.3%
EB/NS/N*	4	2	6	46.2%	0	1	1	4.5%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 10**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la existencia de Alimentos**  
**Genéticamente Modificados disponibles en el mercado**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=13)				POSTGRADO (N=22)			
	Ginecoobstetricia (N=7)	Pediatría (N=6)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=12)	Pediatría (N=10)	Total	%
Correcta	3	2	5	38.5%	8	10	18	81.8%
Incorrecta	2	3	5	38.5%	4	0	4	18.2%
EB/NS/N*	2	1	3	23.0%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 11**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la existencia de Alimentos**  
**Genéticamente Modificados que se consumen en el país**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=13)				POSTGRADO (N=22)			
	Ginecoobstetricia (N=7)	Pediatría (N=6)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=12)	Pediatría (N=10)	Total	%
Sí	2	4	6	46.2%	8	4	12	54.6%
No	0	0	0	0.0%	0	5	5	22.7%
EB/NS/N*	5	2	7	53.8%	4	1	5	22.7%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 12**  
**Conocimiento de estudiantes sobre Células Madre de Sangre de Cordón Umbilical**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=13)				POSTGRADO (N=22)			
	Ginecoobstetricia (N=7)	Pediatría (N=6)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=12)	Pediatría (N=10)	Total	%
Correcta	1	0	1	7.7%	6	10	16	72.7%
Incorrecta	6	6	12	92.3%	6	0	6	27.3%
EB/NS/N*	0	0	0	0.0%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 13**  
**Conocimiento de estudiantes sobre instituciones en el país que realicen**  
**almacenamiento y criopreservación de Células Madre de Sangre de Cordón Umbilical**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=13)				POSTGRADO (N=22)			
	Ginecoobstetricia (N=7)	Pediatría (N=6)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=12)	Pediatría (N=10)	Total	%
Si	0	0	0	0.0%	3	4	7	31.8%
No	0	0	0	0.0%	3	3	6	27.3%
EB/NS/N*	7	6	13	100.0%	6	3	9	40.9%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 14**  
**Fuentes de información en donde han leído los estudiantes acerca de los temas de biotecnología**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Fuente de información	Pregrado		Postgrado		Total	%
	Ginecoobstetricia	Pediatría	Ginecoobstetricia	Pediatría		
Revistas científicas	4	4	7	8	23	44%
Libros de texto	1	3	1	4	9	17%
Tesis	0	0	0	0	0	0%
Forma parte del pensum	0	1	0	0	1	2%
Otros	2	2	11	4	19	37%
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>52</b>	<b>100%</b>

Fuente: Instrumento de recolección de datos

### 8.3 Hospital Nacional Pedro de Bethancourt

**Javier Yraheta Córdova**

**Tabla 1**  
**Conocimiento de estudiantes sobre Tamizaje Neonatal**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=66)				POSTGRADO (N=0)			
	Ginecoobstetricia (N=31)	Pediatría (N=35)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=0)	Pediatría (N=0)	Total	%
Correcta	3	2	5	7.6%	0	0	0	0.0%
Incorrecta	26	24	50	75.8%	0	0	0	0.0%
EB/NS/N*	2	9	11	16.6%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 2**  
**Conocimiento de estudiantes sobre “Tamizaje Genético”**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=66)				POSTGRADO (N=0)			
	Ginecoobstetricia (N=31)	Pediatría (N=35)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=0)	Pediatría (N=0)	Total	%
Correcta	17	8	25	37.9%	0	0	0	0.0%
Incorrecta	12	24	36	54.5%	0	0	0	0.0%
EB/NS/N*	2	3	5	7.6%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 3**  
**Conocimiento de estudiantes sobre indicaciones para Pruebas Genéticas en pacientes pediátricos**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=66)				POSTGRADO (N=0)			
	Ginecoobstetricia (N=31)	Pediatría (N=35)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=0)	Pediatría (N=0)	Total	%
Correcta	17	25	42	63.6%	0	0	0	0.0%
Incorrecta	11	9	20	30.3%	0	0	0	0.0%
EB/NS/N*	3	1	4	6.1%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 4**

**Conocimiento de estudiantes sobre el uso de las Pruebas Predictivas Genéticas en la práctica clínica  
Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=66)				POSTGRADO (N=0)			
	Ginecoobstetricia (N=31)	Pediatría (N=35)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=0)	Pediatría (N=0)	Total	%
Correcta	2	2	4	6.1%	0	0	0	0.0%
Incorrecta	26	31	57	86.3%	0	0	0	0.0%
EB/NS/N*	3	2	5	7.6%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 5**

**Conocimiento de estudiantes sobre la definición de Citogenética  
Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=66)				POSTGRADO (N=0)			
	Ginecoobstetricia (N=31)	Pediatría (N=35)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=0)	Pediatría (N=0)	Total	%
Correcta	17	16	33	50.0%	0	0	0	0.0%
Incorrecta	12	17	29	43.9%	0	0	0	0.0%
EB/NS/N*	2	2	4	6.1%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 6**

**Conocimiento de estudiantes sobre Pruebas Citogenéticas disponibles actualmente en el país  
Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=66)				POSTGRADO (N=0)			
	Ginecoobstetricia (N=31)	Pediatría (N=35)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=0)	Pediatría (N=0)	Total	%
Correcta	9	4	13	19.7%	0	0	0	0.0%
Incorrecta	9	16	25	37.9%	0	0	0	0.0%
EB/NS/N*	13	15	28	42.4%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 7**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la existencia de**  
**personas o instituciones que realizan cariotipos en el país**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=66)				POSTGRADO (N=0)			
	Ginecoobstetricia (N=31)	Pediatría (N=35)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=0)	Pediatría (N=0)	Total	%
Si	5	4	9	13.6%	0	0	0	0.0%
No	0	1	1	1.5%	0	0	0	0.0%
EB/NS/N*	26	30	56	84.9%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 8**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la tecnología utilizada para el**  
**desarrollo de Alimentos Genéticamente Modificados**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=66)				POSTGRADO (N=0)			
	Ginecoobstetricia (N=31)	Pediatría (N=35)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=0)	Pediatría (N=0)	Total	%
Correcta	13	18	31	47.0%	0	0	0	0.0%
Incorrecta	9	11	20	30.3%	0	0	0	0.0%
EB/NS/N*	9	6	15	22.7%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 9**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la tecnología utilizada para el desarrollo**  
**de Alimentos Genéticamente Modificados y vacunas**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=66)				POSTGRADO (N=0)			
	Ginecoobstetricia (N=31)	Pediatría (N=35)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=0)	Pediatría (N=0)	Total	%
Correcta	3	5	8	12.1%	0	0	0	0.0%
Incorrecta	18	20	38	57.6%	0	0	0	0.0%
EB/NS/N*	10	10	20	30.3%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 10**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la existencia de Alimentos**  
**Genéticamente Modificados disponibles en el mercado**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=66)				POSTGRADO (N=0)			
	Ginecoobstetricia (N=31)	Pediatría (N=35)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=0)	Pediatría (N=0)	Total	%
Correcta	14	18	32	48.5%	0	0	0	0.0%
Incorrecta	12	15	27	40.9%	0	0	0	0.0%
EB/NS/N*	5	2	7	10.6%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 11**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la existencia de Alimentos**  
**Genéticamente Modificados que se consumen en el país**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=66)				POSTGRADO (N=0)			
	Ginecoobstetricia (N=31)	Pediatría (N=35)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=0)	Pediatría (N=0)	Total	%
Sí	14	14	28	42.4%	0	0	0	0.0%
No	0	2	2	3.0%	0	0	0	0.0%
EB/NS/N*	17	19	36	54.6%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 12**  
**Conocimiento de estudiantes sobre Células Madre de Sangre de Cordón Umbilical**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=66)				POSTGRADO (N=0)			
	Ginecoobstetricia (N=31)	Pediatría (N=35)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=0)	Pediatría (N=0)	Total	%
Correcta	3	6	9	13.6%	0	0	0	0.0%
Incorrecta	27	29	56	84.9%	0	0	0	0.0%
EB/NS/N*	1	0	1	1.5%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula



**Tabla 13**  
**Conocimiento de estudiantes sobre instituciones en el país que realicen**  
**almacenamiento y criopreservación de Células Madre de Sangre de Córdon Umbilical**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=66)				POSTGRADO (N=0)			
	Ginecoobstetricia (N=31)	Pediatría (N=35)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=0)	Pediatría (N=0)	Total	%
Sí	3	3	6	9.1%	0	0	0	0.0%
No	2	3	5	7.6%	0	0	0	0.0%
EB/NS/N*	26	29	55	83.3%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 14**  
**Fuentes de información en donde han leído los estudiantes acerca de los temas de biotecnología**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Fuente de información	Pregrado		Total	%
	Ginecoobstetricia	Pediatría		
Revistas científicas	19	19	38	48%
Libros de texto	8	8	16	20%
Tesis	1	1	2	3%
Forma parte del pensum	3	3	6	8%
Otros	9	8	17	22%
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>39</b>	<b>79</b>	<b>100%</b>

Fuente: Instrumento de recolección de datos

## 8.4 Hospital Roosevelt

**Blanca Rosa Porras Jiménez**

**Tabla 1**  
**Conocimiento de estudiantes sobre Tamizaje Neonatal**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=100)				POSTGRADO (N=68)			
	Ginecoobstetricia (N=37)	Pediatría (N=63)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=30)	Pediatría (N=38)	Total	%
Correcta	1	4	5	5.0%	4	5	9	13.2%
Incorrecta	29	58	87	87.0%	25	33	58	85.3%
EB/NS/N*	7	1	8	8.0%	1	0	1	1.5%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 2**  
**Conocimiento de estudiantes sobre “Tamizaje Genético”**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=100)				POSTGRADO (N=68)			
	Ginecoobstetricia (N=37)	Pediatría (N=63)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=30)	Pediatría (N=38)	Total	%
Correcta	14	33	47	47.0%	12	21	33	48.5%
Incorrecta	22	30	52	52.0%	17	17	34	50.0%
EB/NS/N*	1	0	1	1.0%	1	0	1	1.5%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 3**  
**Conocimiento de estudiantes sobre indicaciones para Pruebas Genéticas en pacientes pediátricos**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=100)				POSTGRADO (N=68)			
	Ginecoobstetricia (N=37)	Pediatría (N=63)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=30)	Pediatría (N=38)	Total	%
Correcta	30	54	84	84.0%	26	32	58	85.3%
Incorrecta	7	9	16	16.0%	3	6	9	13.2%
EB/NS/N*	0	0	0	0.0%	1	0	1	1.5%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 4**  
**Conocimiento de estudiantes sobre el uso de las Pruebas Predictivas Genéticas en la práctica clínica**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=100)				POSTGRADO (N=68)			
	Ginecoobstetricia (N=37)	Pediatría (N=63)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=30)	Pediatría (N=38)	Total	%
Correcta	1	4	5	5.0%	1	2	3	4.4%
Incorrecta	36	59	95	95.0%	28	36	64	94.1%
EB/NS/N*	0	0	0	0.0%	1	0	1	1.5%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 5**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la definición de Citogenética**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=100)				POSTGRADO (N=68)			
	Ginecoobstetricia (N=37)	Pediatría (N=63)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=30)	Pediatría (N=38)	Total	%
Correcta	19	29	48	48.0%	17	19	36	52.9%
Incorrecta	18	33	51	51.0%	12	18	30	44.1%
EB/NS/N*	0	1	1	1.0%	1	1	2	3.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 6**  
**Conocimiento de estudiantes sobre Pruebas Citogenéticas disponibles actualmente en el país**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=100)				POSTGRADO (N=68)			
	Ginecoobstetricia (N=37)	Pediatría (N=63)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=30)	Pediatría (N=38)	Total	%
Correcta	10	22	32	32.0%	12	9	21	30.9%
Incorrecta	16	27	43	43.0%	17	20	37	54.4%
EB/NS/N*	11	14	25	25.0%	1	9	10	14.7%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 7**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la existencia de**  
**personas o instituciones que realizan cariotipos en el país**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=100)				POSTGRADO (N=68)			
	Ginecoobstetricia (N=37)	Pediatría (N=63)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=30)	Pediatría (N=38)	Total	%
Si	9	26	35	35.0%	24	25	49	72.0%
No	0	6	6	6.0%	1	1	2	3.0%
EB/NS/N*	28	31	59	59.0%	5	12	17	25.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 8**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la tecnología utilizada para el**  
**desarrollo de Alimentos Genéticamente Modificados**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=100)				POSTGRADO (N=68)			
	Ginecoobstetricia (N=37)	Pediatría (N=63)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=30)	Pediatría (N=38)	Total	%
Correcta	20	26	46	46.0%	11	16	27	39.7%
Incorrecta	11	28	39	39.0%	13	9	22	32.4%
EB/NS/N*	6	9	15	15.0%	6	13	19	27.9%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 9**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la tecnología utilizada para el desarrollo**  
**de Alimentos Genéticamente Modificados y vacunas**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=100)				POSTGRADO (N=68)			
	Ginecoobstetricia (N=37)	Pediatría (N=63)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=30)	Pediatría (N=38)	Total	%
Correcta	8	11	19	19.0%	9	4	13	19.1%
Incorrecta	22	42	64	64.0%	14	22	36	53.0%
EB/NS/N*	7	10	17	17.0%	7	12	19	27.9%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 10**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la existencia de Alimentos**  
**Genéticamente Modificados disponibles en el mercado**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=100)				POSTGRADO (N=68)			
	Ginecoobstetricia (N=37)	Pediatría (N=63)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=30)	Pediatría (N=38)	Total	%
Correcta	18	26	44	44.0%	14	15	29	42.6%
Incorrecta	17	33	50	50.0%	9	15	24	35.3%
EB/NS/N*	2	4	6	6.0%	7	8	15	22.1%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 11**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la existencia de Alimentos**  
**Genéticamente Modificados que se consumen en el país**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=100)				POSTGRADO (N=68)			
	Ginecoobstetricia (N=37)	Pediatría (N=63)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=30)	Pediatría (N=38)	Total	%
Si	11	26	37	37.0%	15	10	25	36.8%
No	1	1	2	2.0%	0	2	2	2.9%
EB/NS/N*	25	36	61	61.0%	15	26	41	60.3%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 12**  
**Conocimiento de estudiantes sobre Células Madre de Sangre de Cordón Umbilical**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=100)				POSTGRADO (N=68)			
	Ginecoobstetricia (N=37)	Pediatría (N=63)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=30)	Pediatría (N=38)	Total	%
Correcta	3	14	17	17.0%	5	5	10	14.7%
Incorrecta	32	49	81	81.0%	25	33	58	85.3%
EB/NS/N*	2	0	2	2.0%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 13**  
**Conocimiento de estudiantes sobre instituciones en el país que realicen**  
**almacenamiento y criopreservación de Células Madre de Sangre de Cordón Umbilical**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=100)				POSTGRADO (N=68)			
	Ginecoobstetricia (N=37)	Pediatría (N=63)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=30)	Pediatría (N=38)	Total	%
Si	8	16	24	24.0%	6	6	12	17.7%
No	2	7	9	9.0%	7	2	9	13.2%
EB/NS/N*	27	40	67	67.0%	17	30	47	69.1%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 14**  
**Fuentes de información en donde han leído los estudiantes acerca de los temas de biotecnología**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Fuente de información	Pregrado		Postgrado		Total	%
	Ginecoobstetricia	Pediatría	Ginecoobstetricia	Pediatría		
Revistas científicas	22	23	24	21	90	40%
Libros de texto	6	27	9	16	58	26%
Tesis	0	0	2	2	4	2%
Forma parte del pensum	0	9	3	5	17	8%
Otros	15	18	8	12	53	24%
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>77</b>	<b>46</b>	<b>56</b>	<b>222</b>	<b>100%</b>

Fuente: Instrumento de recolección de datos

**8.5 Instituto Guatemalteco de Seguridad Social**  
**(Hospital General de Enfermedad Común y Hospital de Ginecoobstetricia Pamplona)**

**Migdalia Marina Fuentes Pazan**

**Tabla 1**  
**Conocimiento de estudiantes sobre Tamizaje Neonatal**  
**Por grado académico y departamento**  
 (Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=52)				POSTGRADO (N=53)			
	Ginecoobstetricia (N=26)	Pediatría (N=26)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N= 24)	Total	%
Correcta	2	3	5	9.6%	5	5	10	18.9%
Incorrecta	13	16	29	55.8%	23	18	41	77.3%
EB/NS/N*	11	7	18	34.6%	1	1	2	3.8%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 2**  
**Conocimiento de estudiantes sobre “Tamizaje Genético”**  
**Por grado académico y departamento**  
 (Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=52)				POSTGRADO (N=53)			
	Ginecoobstetricia (N=26)	Pediatría (N=26)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N= 24)	Total	%
Correcta	19	12	31	59.6%	12	7	19	35.8%
Incorrecta	7	13	20	38.5%	17	15	32	60.4%
EB/NS/N*	0	1	1	1.9%	0	2	2	3.8%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 3**  
**Conocimiento de estudiantes sobre indicaciones para Pruebas Genéticas en pacientes pediátricos**  
**Por grado académico y departamento**  
 (Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=52)				POSTGRADO (N=53)			
	Ginecoobstetricia (N=26)	Pediatría (N=26)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N= 24)	Total	%
Correcta	19	21	40	76.9%	19	15	34	64.2%
Incorrecta	7	4	11	21.2%	10	9	19	35.8%
EB/NS/N*	0	1	1	1.9%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 4**

**Conocimiento de estudiantes sobre el uso de las Pruebas Predictivas Genéticas en la práctica clínica  
Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=52)				POSTGRADO (N=53)			
	Ginecoobstetricia (N=26)	Pediatría (N=26)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N= 24)	Total	%
Correcta	1	2	3	5.8%	2	3	5	9.4%
Incorrecta	24	23	47	90.4%	27	21	48	90.6%
EB/NS/N*	1	1	2	3.8%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 5**

**Conocimiento de estudiantes sobre la definición de Citogenética  
Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=52)				POSTGRADO (N=53)			
	Ginecoobstetricia (N=26)	Pediatría (N=26)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N= 24)	Total	%
Correcta	12	16	28	53.8%	20	17	37	69.8%
Incorrecta	12	9	21	40.4%	7	7	14	26.4%
EB/NS/N*	2	1	3	5.8%	2	0	2	3.8%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 6**

**Conocimiento de estudiantes sobre Pruebas Citogenéticas disponibles actualmente en el país  
Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=52)				POSTGRADO (N=53)			
	Ginecoobstetricia (N=26)	Pediatría (N=26)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N= 24)	Total	%
Correcta	7	7	14	26.9%	5	6	11	20.8%
Incorrecta	13	13	26	50.0%	21	13	34	64.1%
EB/NS/N*	6	6	12	23.1%	3	5	8	15.1%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula



**Tabla 7**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la existencia de**  
**personas o instituciones que realizan cariotipos en el país**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=52)				POSTGRADO (N=53)			
	Ginecoobstetricia (N=26)	Pediatría (N=26)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N= 24)	Total	%
Sí	17	4	21	40.4%	19	16	35	66.0%
No	0	1	1	1.9%	1	0	1	1.9%
EB/NS/N*	9	21	30	57.7%	9	8	17	32.1%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 8**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la tecnología utilizada para el**  
**desarrollo de Alimentos Genéticamente Modificados**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=52)				POSTGRADO (N=53)			
	Ginecoobstetricia (N=26)	Pediatría (N=26)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N= 24)	Total	%
Correcta	12	15	27	51.9%	9	8	17	32.1%
Incorrecta	9	9	18	34.6%	14	9	23	43.4%
EB/NS/N*	5	2	7	13.5%	6	7	13	24.5%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 9**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la tecnología utilizada para el desarrollo**  
**de Alimentos Genéticamente Modificados y vacunas**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=52)				POSTGRADO (N=53)			
	Ginecoobstetricia (N=26)	Pediatría (N=26)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N= 24)	Total	%
Correcta	2	2	4	7.7%	7	5	12	22.6%
Incorrecta	14	19	33	63.5%	14	11	25	47.2%
EB/NS/N*	10	5	15	28.8%	8	8	16	30.2%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 10**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la existencia de Alimentos**  
**Genéticamente Modificados disponibles en el mercado**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=52)				POSTGRADO (N=53)			
	Ginecoobstetricia (N=26)	Pediatría (N=26)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N= 24)	Total	%
Correcta	11	9	20	38.5%	13	12	25	47.2%
Incorrecta	14	13	27	51.9%	13	9	22	41.5%
EB/NS/N*	1	4	5	9.6%	3	3	6	11.3%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 11**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la existencia de Alimentos**  
**Genéticamente Modificados que se consumen en el país**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=52)				POSTGRADO (N=53)			
	Ginecoobstetricia (N=26)	Pediatría (N=26)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N= 24)	Total	%
Sí	11	9	20	38.5%	10	9	19	35.8%
No	4	1	5	9.6%	3	2	5	9.4%
EB/NS/N*	11	16	27	51.9%	16	13	29	54.7%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 12**  
**Conocimiento de estudiantes sobre Células Madre de Sangre de Cordón Umbilical**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=52)				POSTGRADO (N=53)			
	Ginecoobstetricia (N=26)	Pediatría (N=26)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N= 24)	Total	%
Correcta	10	4	14	27.0%	8	5	13	24.5%
Incorrecta	16	20	36	69.2%	21	19	40	75.5%
EB/NS/N*	0	2	2	3.8%	0	0	0	0.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 13**  
**Conocimiento de estudiantes sobre instituciones en el país que realicen**  
**almacenamiento y criopreservación de Células Madre de Sangre de Córdon Umbilical**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=52)				POSTGRADO (N=53)			
	Ginecoobstetricia (N=26)	Pediatría (N=26)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=29)	Pediatría (N= 24)	Total	%
Si	8	9	17	32.7%	19	4	23	43.4%
No	1	1	2	3.8%	3	1	4	7.5%
EB/NS/N*	17	16	33	63.5%	7	19	26	49.1%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 14**  
**Fuentes de información en donde han leído los estudiantes acerca de los temas de biotecnología**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Fuente de información	Pregrado		Postgrado		Total	%
	Ginecoobstetricia	Pediatría	Ginecoobstetricia	Pediatría		
Revistas científicas	18	13	16	17	64	44%
Libros de texto	8	4	13	9	34	23%
Tesis	0	0	2	2	4	3%
Forma parte del pensum	0	0	4	1	5	4%
Otros	12	11	10	5	38	26%
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>28</b>	<b>45</b>	<b>34</b>	<b>145</b>	<b>100%</b>

Fuente: Instrumento de recolección de datos

## 8.6 Consolidado General

### Hospitales Escuela a Estudio

**Tabla 1**  
**Conocimiento de estudiantes sobre Tamizaje Neonatal**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=317)				POSTGRADO (N=198)			
	Ginecoobstetricia (N=146)	Pediatría (N=171)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=100)	Pediatría (N=98)	Total	%
Correcta	7	11	18	5.7%	10	21	31	15.7%
Incorrecta	113	140	253	79.8%	82	76	158	79.8%
EB/NS/N*	26	20	46	14.5%	8	1	9	4.5%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 2**  
**Conocimiento de estudiantes sobre “Tamizaje Genético”**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=317)				POSTGRADO (N=198)			
	Ginecoobstetricia (N=146)	Pediatría (N=171)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=100)	Pediatría (N=98)	Total	%
Correcta	77	74	151	47.6%	42	48	90	45.5%
Incorrecta	63	90	153	48.3%	57	46	103	52.0%
EB/NS/N*	6	7	13	4.1%	1	4	5	2.5%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 3**  
**Conocimiento de estudiantes sobre indicaciones para Pruebas Genéticas en pacientes pediátricos**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=317)				POSTGRADO (N=198)			
	Ginecoobstetricia (N=146)	Pediatría (N=171)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=100)	Pediatría (N=98)	Total	%
Correcta	106	137	243	76.7%	77	81	158	79.8%
Incorrecta	34	30	64	20.1%	22	17	39	19.7%
EB/NS/N*	6	4	10	3.2%	1	0	1	0.5%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 4**  
**Conocimiento de estudiantes sobre el uso de las Pruebas Predictivas Genéticas en la práctica clínica**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=317)				POSTGRADO (N=198)			
	Ginecoobstetricia (N=146)	Pediatría (N=171)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=100)	Pediatría (N=98)	Total	%
Correcta	8	11	19	6.0%	5	7	12	6.1%
Incorrecta	133	155	288	90.8%	94	91	185	93.4%
EB/NS/N*	5	5	10	3.2%	1	0	1	0.5%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 5**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la definición de Citogenética**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=317)				POSTGRADO (N=198)			
	Ginecoobstetricia (N=146)	Pediatría (N=171)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=100)	Pediatría (N=98)	Total	%
Correcta	71	85	156	49.2%	59	53	112	56.6%
Incorrecta	70	78	148	46.7%	37	41	78	39.4%
EB/NS/N*	5	8	13	4.1%	4	4	8	4.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 6**  
**Conocimiento de estudiantes sobre Pruebas Citogenéticas disponibles actualmente en el país**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=317)				POSTGRADO (N=198)			
	Ginecoobstetricia (N=146)	Pediatría (N=171)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=100)	Pediatría (N=98)	Total	%
Correcta	40	45	85	26.8%	30	30	60	30.3%
Incorrecta	63	75	138	43.5%	60	47	107	54.0%
EB/NS/N*	43	51	94	29.7%	10	21	31	15.7%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 7**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la existencia de**  
**personas o instituciones que realizan cariotipos en el país**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=317)				POSTGRADO (N=198)			
	Ginecoobstetricia (N=146)	Pediatría (N=171)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=100)	Pediatría (N=98)	Total	%
Sí	48	44	92	29.0%	66	67	133	67.2%
No	0	8	8	2.5%	5	2	7	3.5%
EB/NS/N*	98	119	217	68.5%	29	29	58	29.3%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 8**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la tecnología utilizada para el**  
**desarrollo de Alimentos Genéticamente Modificados**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=317)				POSTGRADO (N=198)			
	Ginecoobstetricia (N=146)	Pediatría (N=171)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=100)	Pediatría (N=98)	Total	%
Correcta	66	80	146	46.1%	40	44	84	42.4%
Incorrecta	48	63	111	35.0%	41	26	67	33.9%
EB/NS/N*	32	28	60	18.9%	19	28	47	23.7%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 9**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la tecnología utilizada para el desarrollo**  
**de Alimentos Genéticamente Modificados y vacunas**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=317)				POSTGRADO (N=198)			
	Ginecoobstetricia (N=146)	Pediatría (N=171)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=100)	Pediatría (N=98)	Total	%
Correcta	21	24	45	14.2%	27	16	43	21.7%
Incorrecta	85	104	189	59.6%	53	52	105	53.0%
EB/NS/N*	40	43	83	26.2%	20	30	50	25.3%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 10**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la existencia de Alimentos**  
**Genéticamente Modificados disponibles en el mercado**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=317)				POSTGRADO (N=198)			
	Ginecoobstetricia (N=146)	Pediatría (N=171)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=100)	Pediatría (N=98)	Total	%
Correcta	66	77	143	45.1%	50	47	97	49.0%
Incorrecta	67	79	146	46.1%	40	39	79	39.9%
EB/NS/N*	13	15	28	8.8%	10	12	22	11.1%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 11**  
**Conocimiento de estudiantes sobre la existencia de Alimentos**  
**Genéticamente Modificados que se consumen en el país**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=317)				POSTGRADO (N=198)			
	Ginecoobstetricia (N=146)	Pediatría (N=171)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=100)	Pediatría (N=98)	Total	%
Si	51	68	119	37.5%	43	33	76	38.4%
No	8	5	13	4.1%	4	11	15	7.6%
EB/NS/N*	87	98	185	58.4%	53	54	107	54.0%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 12**  
**Conocimiento de estudiantes sobre Células Madre de Sangre de Cordón Umbilical**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=317)				POSTGRADO (N=198)			
	Ginecoobstetricia (N=146)	Pediatría (N=171)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=100)	Pediatría (N=98)	Total	%
Correcta	30	38	68	21.5%	28	26	54	27.3%
Incorrecta	111	131	242	76.3%	72	71	143	72.2%
EB/NS/N*	5	2	7	2.2%	0	1	1	0.5%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula

**Tabla 13**  
**Conocimiento de estudiantes sobre instituciones en el país que realicen**  
**almacenamiento y criopreservación de Células Madre de Sangre de Cordón Umbilical**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Respuesta	PREGRADO (N=317)				POSTGRADO (N=198)			
	Ginecoobstetricia (N=146)	Pediatría (N=171)	Total	%	Ginecoobstetricia (N=100)	Pediatría (N=98)	Total	%
Si	26	47	73	23.0%	33	23	56	28.3%
No	11	13	24	7.6%	14	7	21	10.6%
EB/NS/N*	109	111	220	69.4%	53	68	121	61.1%

Fuente: Instrumento de recolección de datos

\*En Blanco/No Sabe/Nula



**Tabla 14**  
**Fuentes de información en donde han leído los estudiantes acerca de los temas de biotecnología**  
**Por grado académico y departamento**  
(Guatemala, marzo – abril 2007)

Fuente de información	PREGRADO				POSTGRADO			
	Ginecoobstetricia	Pediatría	TOTAL	%	Ginecoobstetricia	Pediatría	TOTAL	%
Revistas	91	75	166	41.3%	63	60	123	43.0%
Libros de texto	41	59	100	24.9%	32	40	72	25.2%
Tesis	1	2	3	0.7%	4	5	9	3.1%
Forma parte del pensum	12	16	28	7.0%	10	9	19	6.6%
Otros	48	57	105	26.1%	33	30	63	22.0%
<b>TOTAL</b>	<b>193</b>	<b>209</b>	<b>402</b>	<b>100.0%</b>	<b>142</b>	<b>144</b>	<b>286</b>	<b>100.0%</b>
<b>OTROS</b>								
Internet	21	19	40	10.0%	20	14	34	11.9%
Congresos	4	17	21	5.2%	5	5	10	3.5%
Televisión	13	9	22	5.5%	5	3	8	2.8%
Periódico	6	5	11	2.7%	2	0	2	0.7%
Hospital	1	3	4	1.0%	1	1	2	0.7%
Publicidad	1	0	1	0.2%	0	3	3	1.0%
Clase impartida por Dr. Silva	0	1	1	0.2%	0	0	0	0.0%
Experiencias de docentes	0	1	1	0.2%	0	0	0	0.0%
Estudios de investigación ONG	0	0	0	0.0%	0	1	1	0.3%
Folletos sobre tamizaje	0	1	1	0.2%	0	0	0	0.0%
Institución agroforestal	1	0	1	0.2%	0	0	0	0.0%
Manuales	0	0	0	0.0%	0	1	1	0.3%
Profesores	0	1	1	0.2%	0	0	0	0.0%
Medios de comunicación	1	0	1	0.2%	0	0	0	0.0%
Radio	0	0	0	0.0%	0	1	1	0.3%
Médicos que recolectan sangre de cordón umbilical	0	0	0	0.0%	0	1	1	0.3%
<b>TOTAL OTROS</b>	<b>48</b>	<b>57</b>	<b>105</b>	<b>26.1%</b>	<b>33</b>	<b>30</b>	<b>63</b>	<b>22.0%</b>

Fuente: Instrumento de recolección de datos

**Tabla 15**  
**Instituciones o personas que actualmente prestan servicios en el campo**  
**de la biotecnología aplicada a la salud en Guatemala**  
 (Identificadas por los investigadores durante el trabajo de campo, marzo – abril 2007)

<b>Institución o Persona</b>	<b>Área biotecnológica</b>	<b>Servicios disponibles</b>
A	Células Madre de Sangre de Cordón Umbilical	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenamiento y criopreservación de células madre de sangre de cordón umbilical en Guatemala</li> </ul>
B	Pruebas Genéticas y Citogenética	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cariotipo de alto bandeó</li> <li>FISH</li> <li>PCR multiplex</li> <li>Southern Blott</li> </ul>
C	Pruebas Genéticas y Citogenética	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cariotipos SP, GPG y alto bandeó</li> <li>FISH</li> <li>Identificación de:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Cromosoma Philadelphia</li> <li>Deleción de Di George</li> </ul> </li> </ul>
D	Citogenética	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pruebas de paternidad</li> <li>Diagnóstico microbiológico</li> <li>Certificaciones de raza</li> <li>Pruebas de compatibilidad para trasplante</li> </ul>
E	Citogenética	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reacción de cadena de polimerasa (PCR)</li> <li>Transcriptasa reversa (RT)</li> </ul>
F	Células Madre de Sangre de Cordón Umbilical	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenamiento de células madre de sangre de cordón umbilical en el extranjero</li> </ul>

Fuente: comunicación personal con las instituciones o personas realizada por el equipo de investigación.

Para información detallada de instituciones y servicios que se prestan en el país ver Anexo 4.

## 9. Análisis, discusión e interpretación de los resultados

### 9.1 Hospital General San Juan de Dios

En el Hospital General San Juan de Dios hubo un total de 141 participantes, distribuidos de la siguiente manera: estudiantes de pregrado 61% (86/141) y de postgrado 39% (55/141). 52.5% (74/141) pertenecían al departamento de Ginecoobstetricia y 47.5% (67/141) al de Pediatría. La población de este hospital representa 27.4% (141/515) de la población total estudiada.

#### • Tamizaje Neonatal

El Hospital General San Juan de Dios es uno de los dos hospitales nacionales donde de rutina se realiza el tamizaje neonatal a todos los recién nacidos atendidos en sus instalaciones, siempre y cuando se cuente con los recursos disponibles. Este servicio ha conllevado a la realización de campañas de sensibilización sobre el tema para médicos y pacientes desde hace cerca de 10 años.

Se observó que 3.6% (2/55) del total los estudiantes de postgrado conocían sobre tamizaje neonatal. En el departamento de Pediatría 7.7% (2/26) de los residentes participantes conocía sobre tamizaje neonatal, y en Ginecoobstetricia ninguno de los residentes conocía sobre este tema. También se observó que 3.5% (3/86) del total de estudiantes de pregrado participantes conocían sobre este tema. En el departamento de Pediatría 4.9% (2/41) y en Ginecoobstetricia 2.2% (1/45) de los estudiantes de pregrado conocían sobre tamizaje neonatal.

Que el conocimiento sobre tamizaje neonatal sea levemente superior en estudiantes y residentes de Pediatría podría ser explicado por el hecho de que son ellos a quienes históricamente se les ha considerado responsables del cuidado del neonato y es a ellos a quienes han sido dirigidas las campañas de educación y sensibilización sobre el tema, apreciación que no es compartida en la actualidad por distintos expertos quienes abogan por una mayor participación de los ginecoobstetras en la promoción de tamizaje neonatal. <sup>(1)</sup>

De aquellos quienes conocían sobre tamizaje neonatal fue posible observar que 66.7% (2/3) de pregrado y 100% (2/2) de los de postgrado, del departamento de Pediatría, logró identificar que existen hospitales en donde de rutina se realizan las pruebas de tamizaje neonatal. Esto adquiere particular importancia por el hecho de que es en ellos en quienes recae la responsabilidad de dirigir y educar apropiadamente al paciente para que no olvide realizar esta prueba dentro del tiempo establecido. Sobre esto es importante mencionar que el Acuerdo Ministerial 788-2002 indica la realización exclusiva de la prueba de hipotiroidismo congénito que debe ser realizada entre el 3 y 7 día de nacimiento, <sup>2,12</sup> y que, en la actualidad dicha prueba se realiza en el primer día de nacimiento <sup>(2)</sup>, lo que es técnicamente incorrecto e inapropiado.

Se observó que 96.4% (136/141) de la población estudiada desconoce sobre tamizaje neonatal, a pesar de que ya hay un programa implementado. Esto adquiere particular importancia pues significa que una proporción importante de estudiantes y residentes de ambos departamentos desconoce sobre el tiempo en que debe ser realizada la prueba de tamizaje neonatal (lo que se refleja en la práctica actual de toma de muestra en el primer día) y que tiene un impacto importante en el diagnóstico y tratamiento de pacientes que podrían desarrollar las enfermedades, lo cual no sólo incidirá en la calidad de vida del recién nacido sino también en un uso inadecuado de recurso institucional <sup>(1)</sup>.

#### • Pruebas Genéticas

En la actualidad el Hospital General San Juan de Dios no cuenta con un departamento, programa o unidad que promueva o realice pruebas genéticas de rutina. Cuenta con un genetista quien es consultado

---

<sup>(1)</sup> Dr. Calgua Erwin. 2007. Biotecnología Aplicada a la salud. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Medicas (Entrevista personal)

<sup>(2)</sup> Residentes de Pediatría. 2007. Realización de Tamizaje Neonatal. Guatemala, Hospital General San Juan de Dios (Entrevista Personal)

sobre los casos de pacientes en quienes se sospecha de una patología asociada a componentes genéticos pero para la realización de pruebas usualmente son referidos fuera de la institución.

Con las condiciones expuestas, se observó que del total de los estudiantes de postgrado 5.5% **(3/55)** conocían los usos de las pruebas predictivas genéticas, 85.5% **(47/55)** las indicaciones para realizar pruebas genéticas en pacientes pediátricos y 38.2% **(21/55)** las características de los genotipos que se incluyen en el tamizaje genético.

Se determinó que del total de estudiantes de pregrado 51.2% **(44/86)** conocían las características de los genotipos que se incluyen en el tamizaje genético, 81.4% **(70/86)** las indicaciones para realizar pruebas genéticas en pacientes pediátricos y 8.1% **(7/86)** los usos de las pruebas predictivas genéticas.

Al analizar estos resultados en conjunto se evidencia que una proporción importante de estudiantes desconocen sobre pruebas genéticas, ya que el conocimiento sobre el uso de las mismas implica la posesión de conceptos básicos de pruebas genéticas (relacionados y no dissociables entre sí) como lo son:<sup>13,28,30</sup>

- Los fundamentos de las enfermedades
- Los objetos y técnicas de estudio de las pruebas
- Las indicaciones, uso, interpretación y validez de las pruebas
- Las características de las enfermedades a incluir en el tamizaje genético y las pruebas a utilizar

Esto se puede reflejar en el hecho de que en algunas ocasiones residentes de pediatría solicitan pruebas especializadas en pacientes con sospecha clínica de enfermedad genética, sin contar antes con los resultados de pruebas de laboratorio rutinarias (glicemia, pruebas renales, lactato, amonio sérico, orina y heces). Ya que si se encuentran alteraciones en éstas últimas, sí está indicado realizar otras especializadas.<sup>(3)</sup>

El desconocimiento en los estudiantes podría explicarse por la ausencia de campañas de educación y sensibilización sobre genética, así como también a que el tema no esté incluido en el programa académico de la Facultad de Medicina de la Universidad de San Carlos (no siendo este el caso en las otras universidades) y que excepto por charlas magistrales esporádicas que se dan en el transcurso del pre y postgrado, los estudiantes no cuentan con una formación longitudinal, sólida y complementaria sobre genética a lo largo de su formación profesional o de especialidad.

En Guatemala se dispone de diagnóstico con pruebas citogenéticas y tratamiento genético para algunas enfermedades.<sup>(4) (5)</sup> Al haber un desconocimiento sobre el uso de las pruebas genéticas, se pierde la oportunidad para los pacientes de realizar un diagnóstico, pronóstico y tratamiento disponible actualmente, con los consiguientes daños para la salud de la población, que puede ser irreversible como en el caso de las enfermedades metabólicas. Además las pruebas especializadas representan un gasto significativo en la atención de los pacientes<sup>(3)</sup> y un uso inadecuado de las mismas representa un alto consumo de recursos institucionales.<sup>(1)</sup> Es importante recordar que las aplicaciones de las pruebas genéticas son útiles en todas las etapas de la vida como una herramienta para determinar riesgo y tomar medidas de prevención.

---

<sup>(3)</sup> Dr. Silva Gabriel. 2007. Realización de Pruebas Genéticas. Guatemala, Clínica de Cardiogenética y Consejo Genético. (Entrevista Personal)

<sup>(4)</sup> Dr. García Alberto. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Medicas, (Entrevista Personal)

<sup>(5)</sup> Dr. Cabrera Julio. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Guatemala, Hospital General San Juan de Dios. (Entrevista Personal)

<sup>(1)</sup> Dr. Calgua Erwin. 2007. Biotecnología Aplicada a la salud. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Medicas (Entrevista personal)

## • Citogenética

No se cuenta con pruebas citogenéticas en este hospital, por lo que si es necesario realizar una de éstas se debe hacer fuera de la institución.

Se observó que 47.3% (**26/55**) del total de los estudiantes de postgrado conocía la definición de citogenética. En el departamento de Pediatría 46.2% (**12/26**) y en Ginecoobstetricia 48.3% (**14/29**) de los residentes participantes conocía la definición de citogenética. También se observó que 45.3% (**39/86**) del total los estudiantes de pregrado conocía la definición. En el departamento de Pediatría 46.3% (**19/41**) y en Ginecoobstetricia 44.4% (**20/45**) de los estudiantes de pregrado participantes conocía la definición de citogenética.

Asimismo se observó que 25.5% (**14/55**) del total de los estudiantes de postgrado conocía las pruebas citogenéticas disponibles en el país, 23.1% (**6/26**) de los residentes de Pediatría y 27.6% (**8/29**) de los de Ginecoobstetricia conocían dichas pruebas. Del total de los estudiantes de pregrado 26.7% (**23/86**) conocían las pruebas, 26.8% (**11/41**) de los estudiantes de pregrado de Pediatría y un 26.7% (**12/45**) los de Ginecoobstetricia sabían sobre las pruebas disponibles.

El desconocimiento encontrado sobre la definición de citogenética podría ser lo esperado debido a que se está iniciando recientemente un programa de biología molecular como parte del estudio de las ciencias básicas en la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el primer año de la carrera.<sup>(4)</sup>

En Guatemala se detectan 4 translocaciones cromosómicas (9-22, 12-21, 4-11, 15-17) en pacientes pediátricos con leucemia, lo cual tiene valor pronóstico para decidir las opciones terapéuticas.<sup>(4)</sup> Además ya se inició terapia génica en una paciente pediátrica en Guatemala para mucopolisacaridosis tipo VI.<sup>(5)</sup> El desconocimiento en los estudiantes de medicina de la citogenética y su disponibilidad en el país tiene el impacto en los pacientes de no tener un manejo adecuado de sus necesidades de salud, con la consiguiente pérdida de oportunidad de un diagnóstico, pronóstico y tratamiento adecuado lo cual incidirá en su calidad de vida.

## • Alimentos Genéticamente Modificados

En el hospital se utilizan medicamentos genéticamente modificados, los cuales son desarrollados en base a la tecnología de ADN recombinante. Esta tecnología es la misma que se utiliza en el campo agrícola para el desarrollo de alimentos genéticamente modificados. Aunque estos últimos no tienen una implicación directa en el campo salud, se debe tener en cuenta que éstos constituyen un apoyo para la seguridad alimentaria, a pesar de que se desconozcan efectos colaterales en la salud.

Se observó que 45.5% (**25/55**) del total de estudiantes de postgrado conocía la técnica para el desarrollo de alimentos genéticamente modificados. En el departamento de Pediatría 46.2% (**12/26**) y en Ginecoobstetricia 44.8% (**13/29**) de los residentes participantes conocía sobre alimentos genéticamente modificados. También fue posible observar que 43.0% (**37/86**) del total de estudiantes de pregrado conocía la técnica. En el departamento de Pediatría 43.9% (**18/41**) y en de Ginecoobstetricia 42.2% (**19/45**) de los estudiantes de pregrado participantes conocía sobre alimentos genéticamente modificados.

Actualmente el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONCYT, junto con otras instituciones han desarrollado un plan para el mejoramiento de alimentos. Entre las acciones que este plan contempla se incluye la divulgación de los resultados de los mismos. El desconocimiento de los estudiantes de medicina sobre este tema demuestra que este grupo no ha sido alcanzado en dicha divulgación.

Respecto al conocimiento de que la técnica utilizada para la producción de alimentos genéticamente modificados se basa en el mismo principio (ADN recombinante) usado para la producción de la vacuna de Hepatitis B, se observó que 25.5% (**14/55**) del total de los estudiantes de postgrado lo sabían. En el

---

<sup>(4)</sup> Dr. García Alberto. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Médicas, (Entrevista Personal)

<sup>(5)</sup> Dr. Cabrera Julio. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Guatemala, Hospital General San Juan de Dios. (Entrevista Personal)

departamento de Pediatría 19.2% (5/26) y en Ginecoobstetricia 31% (9/29) de los residentes participantes conocían esto. También se observó que 16.3% (14/86) del total de los estudiantes de pregrado identificaban el mismo principio. En el departamento de Pediatría 14.6% (6/41) y en Ginecoobstetricia 17.8% (8/45) de los estudiantes de pregrado conocían que era la misma técnica.

El desconocimiento en los estudiantes que la tecnología de ADN recombinante se aplica tanto para alimentos como para medicamentos puede deberse a que este tema no se incluye en el pensum de estudios de pregrado y postgrado.

En el mes de marzo de 2007 se aplicó en Guatemala el primer tratamiento genético, basado en la tecnología de ADN recombinante, para una paciente pediátrica con mucopolisacaridosis tipo VI.<sup>(5)</sup> El desconocimiento en los estudiantes de las implementaciones que esta tecnología puede tener como consecuencia que los pacientes pierdan la oportunidad de optar a esta clase de tratamientos, debido a que ignoran su existencia.

## • Células Madre de Sangre de Cordón Umbilical

Históricamente el estudio de células madre inició hace más de un siglo, pero no fue hasta en el siglo XXI en el que se ha iniciado su aplicación en terapia celular.

En este hospital no se cuenta con la infraestructura ni equipo necesario para la instalación de un área destinada al almacenaje y criopreservación de células madre para tratamiento e investigaciones futuras en este campo biotecnológico. Se observó que 27.3% (15/55) del total de los estudiantes de postgrado conocían la definición, fuentes y aplicación de las células madre, en este grupo se observó que en Pediatría 23.1% (6/26) y en Ginecoobstetricia 31.0% (9/29) de los residentes participantes conocían sobre el tema. También se observó que 31.4% (27/86) del total de los estudiantes de pregrado conocían al respecto. En el departamento de Pediatría 34.1% (14/41) y en Ginecoobstetricia 28.9% (13/45) de los estudiantes de pregrado sabían sobre células madre.

En Guatemala la posibilidad de almacenaje y criopreservación de este material biológico en la infraestructura adecuada es muy reciente, lo cual puede tener impacto en el desconocimiento de los estudiantes de postgrado, reflejo de esto es que sólo 26.7% (4/15) de los estudiantes de postgrado que conocían sobre células madre contestó afirmativamente sobre la existencia en el país de instituciones que brindan el servicio, sin embargo de éstos ninguno las nombró.

Caso similar se presentó en los estudiantes de pregrado de los cuales 37.0% (10/27) conocía sobre la existencia de instituciones que brindan el servicio en el país, identificando solamente 10% (1/10) de ellos a una de las instituciones.

Estos resultados evidencian que la mayoría de la población de este hospital desconoce acerca de este tema y las instituciones que brindan el servicio en el país. Este fenómeno puede ser reflejo de que este tema no figura en el pensum de estudios tanto de postgrado como de pregrado, asimismo a la falta de divulgación por parte de las instituciones que prestan el servicio.

El desconocimiento en los residentes de Ginecoobstetricia puede traducirse en pérdida de oportunidades, debido a que ellos a través de una consejería adecuada durante el control prenatal pueden promover el uso de esta herramienta biotecnológica para el futuro tratamiento y prevención de enfermedades.

---

<sup>(5)</sup> Dr. Cabrera Julio. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Guatemala, Hospital General San Juan de Dios. (Entrevista Personal)

- **Fuentes de Información**

Solamente 4.7% (**4/86**) del total de los estudiantes de pregrado y 12.7% (**7/55**) del total de estudiantes de postgrado no indicó ninguna fuente de información disponible sobre los temas relacionados a biotecnología, el resto de estudiantes, señalaron una o más fuentes de información.

En pregrado las principales fuentes de información señaladas fueron en orden descendente revistas científicas (36.7%), libros de texto (29.2%) e Internet (8.3%). Solamente 14.0% (**12/86**) de los estudiantes indicó que los temas formaban parte del pensum de estudio.

En postgrado las principales fuentes de información fueron revistas científicas con un 42.9%, libros de texto (28.6%) e Internet y congresos (5.7% cada uno). Solamente 10.9% (**6/55**) de los estudiantes indicó que los temas formaban parte del pensum de estudios.

## **9.2 Hospital Nacional de Cuilapa**

En el Hospital Nacional de Cuilapa hubo un total de 35 participantes, distribuidos de la siguiente manera: estudiantes de pregrado 37.1% (**13/35**) y de postgrado 62.9% (**22/35**). 54.3% (**19/35**) pertenecían al departamento de Ginecoobstetricia y 45.7% (**16/35**) al de Pediatría. La población de este hospital representa el 6.8% (**35/515**) de la población estudiada. En el Hospital Nacional de Cuilapa sólo hay residentes e internos realizando sus prácticas. Cabe mencionar que los internos que participaron al momento del estudio son médicos graduados en Cuba que se encuentran en el proceso de incorporación en Guatemala.

- **Tamizaje Neonatal**

El Hospital Nacional de Cuilapa no realiza tamizaje neonatal de manera rutinaria.

En este hospital se observó que 45.5% (**10/22**) del total de los estudiantes de postgrado conocía sobre tamizaje neonatal. En el departamento de Pediatría 90% (**9/10**) y en el departamento de Ginecoobstetricia 8.3% (**1/12**) de los residentes participantes conocía sobre el tamizaje neonatal, siendo mayor el número en Pediatría. Se observó también que en del total de los estudiantes de pregrado 0% (**0/13**) conocía sobre tamizaje neonatal.

Que el conocimiento sobre tamizaje neonatal sea superior en estudiantes y residentes de Pediatría podría ser explicado por el hecho de que son ellos a quienes históricamente se les ha considerado responsables del cuidado del neonato y es a ellos a quienes han sido dirigidas las campañas de educación y sensibilización sobre el tema, apreciación que no es compartida en la actualidad por distintos expertos quienes abogan por una mayor participación de los ginecoobstetras en la promoción de tamizaje neonatal.<sup>(1)</sup>

De aquellos quienes conocían sobre tamizaje neonatal fue posible observar que 100% (**10/10**) de los de postgrado logró identificar los hospitales en donde de rutina se realizan las pruebas de tamizaje neonatal. Esto adquiere particular importancia por el hecho de que es en ellos en quienes recae la responsabilidad de dirigir y educar apropiadamente al paciente para que no olvide realizar esta prueba dentro del tiempo establecido. Sobre esto es importante mencionar que el Acuerdo Ministerial 788-2002 indica la realización exclusiva de la prueba de hipotiroidismo congénito que debe ser realizada entre el 3 al 7 día de nacimiento.<sup>2,12</sup>

---

<sup>(1)</sup> Dr. Calgua Erwin. 2007. Biotecnología Aplicada a la salud. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Medicas (Entrevista personal)

Se observó que 71.4% (**25/35**) de la población estudiada desconoce sobre tamizaje neonatal. Este dato adquiere particular importancia pues significa que una proporción importante de residentes y la totalidad de estudiantes de pregrado de ambos departamentos desconoce sobre el tiempo en que deben ser realizadas las pruebas de tamizaje neonatal.

## • Pruebas Genéticas

En la actualidad el Hospital Nacional de Cuilapa no cuenta con un departamento, programa o unidad que promueva o realice pruebas genéticas de rutina. No cuenta con ningún genetista para consultas sobre los casos de pacientes en quienes se sospecha de una patología asociada a componentes genéticos, por lo que se debe referir a dichos pacientes.

Con las condiciones expuestas, se observó que 4.5% (**1/22**) del total de los estudiantes de postgrado conocían los usos de las pruebas predictivas genéticas, 86.4% (**19/22**) las indicaciones para realizar pruebas genéticas en pacientes pediátricos y 77.3% (**17/22**) las características de los genotipos que se incluyen en el tamizaje genético.

También se observó que 0% (**0/13**) del total de los estudiantes de pregrado conocían los usos de las pruebas predictivas genéticas, 53.8% (**7/13**) las indicaciones para realizar pruebas genéticas en pacientes pediátricos y 30.8% (**4/13**) las características de los genotipos que se incluyen en el tamizaje genético.

Al analizar estos resultados en conjunto se evidencia que una proporción importante de estudiantes desconocen sobre pruebas genéticas, ya que el conocimiento sobre el uso de las mismas implica la posesión de conceptos básicos de pruebas genéticas (relacionados y no dissociables entre sí) como lo son:<sup>13,28,30</sup>

- Los fundamentos de las enfermedades
- Los objetos y técnicas de estudio de las pruebas
- Las indicaciones, uso, interpretación y validez de las pruebas
- Las características de las enfermedades a incluir en el tamizaje genético y las pruebas a utilizar

Esto se puede reflejar en el hecho de que en algunas ocasiones residentes de pediatría solicitan pruebas especializadas en pacientes con sospecha clínica de enfermedad genética, sin contar antes con los resultados de pruebas de laboratorio rutinarias (glicemia, pruebas renales, lactato, amonio sérico, orina y heces). Ya que si se encuentran alteraciones en éstas últimas, sí está indicado realizar otras especializadas.<sup>(3)</sup>

El desconocimiento en los estudiantes podría explicarse por la ausencia de campañas de educación y sensibilización sobre genética, así como también a que el tema no esté incluido en el programa académico de la Facultad de Medicina de la Universidad de San Carlos (no siendo este el caso en las otras universidades) y que excepto por charlas magistrales esporádicas que se dan en el transcurso del pre y postgrado, los estudiantes no cuentan con una formación longitudinal, sólida y complementaria sobre genética a lo largo de su formación profesional o de especialidad.

En Guatemala se dispone de diagnóstico con pruebas citogenéticas y tratamiento genético para algunas enfermedades.<sup>(4) (5)</sup> Al haber un desconocimiento sobre el uso de las pruebas genéticas, se pierde la oportunidad para los pacientes de realizar un diagnóstico, pronóstico y tratamiento disponible actualmente, con los consiguientes daños para la salud de la población, que puede ser irreversible como en el caso de las enfermedades metabólicas. Además las pruebas especializadas representan un gasto

---

<sup>(3)</sup> Dr. Silva Gabriel. 2007. Realización de Pruebas Genéticas. Guatemala, Clínica de Cardiogenética y Consejo Genético. (Entrevista Personal)

<sup>(4)</sup> Dr. García Alberto. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Médicas, (Entrevista Personal)

<sup>(5)</sup> Dr. Cabrera Julio. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Guatemala, Hospital General San Juan de Dios. (Entrevista Personal)



significativo en la atención de los pacientes <sup>(3)</sup> y un uso inadecuado de las mismas representa un alto consumo de recursos institucionales.<sup>(1)</sup> Es importante recordar que las aplicaciones de las pruebas genéticas son útiles en todas las etapas de la vida como una herramienta para determinar riesgo y tomar medidas de prevención.

- **Citogenética**

No se disponen pruebas citogenéticas en este hospital, por lo que si es necesario realizar una de éstas se debe realizar fuera de la institución.

Se observó que 59.1% (**13/22**) del total de los estudiantes de postgrado conocía la definición de citogenética. En el departamento de Pediatría 50.0% (**5/10**) y en Ginecoobstetricia 66.7% (**8/12**) de los residentes conocían la definición. También fue posible observar que 61.5% (**8/13**) de la totalidad de los estudiantes de pregrado conocía sobre el tema. En el departamento de Pediatría 83.3% (**5/6**) y en Ginecoobstetricia 42.9% (**3/7**) de los estudiantes de pregrado conocía la definición.

Asimismo se observó que 63.6% (**14/22**) del total de los estudiantes de postgrado conocían las pruebas citogenéticas disponibles en el país, en Pediatría 90% (**9/10**) y en Ginecoobstetricia 41.7% (**5/12**) de los residentes conocían dichas pruebas. Del total de estudiantes de pregrado un 23.1% (**3/13**) conocían las pruebas, de ellos 16.7% (**1/6**) de Pediatría y 28.6% (**2/7**) de Ginecoobstetricia sabían sobre las pruebas disponibles.

El 60.0% (**21/35**) de la población estudiada desconoce el tema de citogenética. El desconocimiento encontrado sobre la definición de citogenética podría ser lo esperado debido a que se está iniciando recientemente un programa de biología molecular como parte del estudio de las ciencias básicas en la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el primer año de la carrera.<sup>(4)</sup>

En Guatemala se detectan 4 translocaciones cromosómicas (9-22, 12-21, 4-11, 15-17) en pacientes pediátricos con leucemia, lo cual tiene valor pronóstico para decidir las opciones terapéuticas.<sup>(4)</sup> Asimismo, ya se inició terapia génica en una paciente pediátrica con mucopolisacaridosis tipo VI.<sup>(5)</sup> El desconocimiento en los estudiantes de medicina de la citogenética y su disponibilidad en el país tiene el impacto en los pacientes de no tener un manejo adecuado de sus necesidades de salud, con la consiguiente pérdida de oportunidad de un diagnóstico, pronóstico y tratamiento adecuado lo cual incidirá en su calidad de vida.

- **Alimentos Genéticamente Modificados**

En el hospital se utilizan medicamentos genéticamente modificados, los cuales son desarrollados, en base a la tecnología de ADN recombinante. Esta tecnología es la misma que se utiliza en el campo agrícola para el desarrollo de alimentos genéticamente modificados. Aunque estos últimos no tienen una implicación directa en el campo salud, debemos recordar que estos constituyen un apoyo para la seguridad alimentaria a pesar de que se desconozca efectos colaterales en la salud.

Se observó que el 68.2% (**15/22**) del total de los estudiantes de postgrado conocían la técnica para el desarrollo de alimentos genéticamente modificados. En el departamento de Pediatría 80.0% (**8/10**) y en Ginecoobstetricia 58.3% (**7/12**) de los residentes participantes conocían la técnica. También fue posible observar que 38.5% (**5/13**) del total de los estudiantes de pregrado conocían dicha técnica. En el

---

<sup>(3)</sup> Dr. Silva Gabriel. 2007. Realización de Pruebas Genéticas. Guatemala, Clínica de Cardiogenética y Consejo Genético. (Entrevista Personal)

<sup>(1)</sup> Dr. Calgua Erwin. 2007. Biotecnología Aplicada a la salud. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Medicas (Entrevista personal)

<sup>(4)</sup> Dr. García Alberto. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Medicas, (Entrevista Personal)

<sup>(5)</sup> Dr. Cabrera Julio. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Guatemala, Hospital General San Juan de Dios. (Entrevista Personal)

departamento de Pediatría 50.0% (3/6) y en Ginecoobstetricia 28.6% (2/7) de los estudiantes de pregrado participantes conocían la técnica utilizada.

Respecto al conocimiento de que la técnica utilizada para la producción de alimentos genéticamente modificados se basa en el mismo principio (ADN recombinante) usado para la producción de la vacuna de Hepatitis B, un 18.2% (4/22) del total de los estudiantes de postgrado lo sabían. En el departamento de Pediatría 20.0% (2/10) y en Ginecoobstetricia 16.7% (2/12) conocían esto. También se observó que ningún estudiante de pregrado conocía que era la misma técnica.

Actualmente el CONCYT junto con otras instituciones han desarrollado un plan para el mejoramiento de alimentos, entre las acciones que este plan contempla se incluye la divulgación de los resultados de los mismos. El desconocimiento de los estudiantes de medicina sobre este tema demuestra que este grupo no ha sido alcanzado en dicha divulgación.

El desconocimiento en los estudiantes que la tecnología de ADN recombinante se aplica tanto para alimentos como para medicamentos puede deberse a que este tema no se incluye en el pensum de estudios de pregrado y postgrado.

En el mes de marzo de 2007 se aplicó en Guatemala el primer tratamiento genético, basado en la tecnología de ADN recombinante, para una paciente pediátrica con mucopolisacaridosis tipo VI.<sup>(5)</sup> El desconocimiento en los estudiantes de las implementaciones que esta tecnología puede tener como consecuencia que los pacientes pierdan la oportunidad de optar a esta clase de tratamientos, debido a que ignoran su existencia.

## • Células Madre de Sangre de Cordón Umbilical

Históricamente el estudio de células madre inició hace más de un siglo, pero no fue hasta en el siglo XXI en el que se ha iniciado su aplicación en terapia celular.

En este hospital no se cuenta con la infraestructura ni equipo necesario para la instalación de un área destinada al almacenaje y criopreservación de células madre para tratamiento e investigaciones futuras en este campo biotecnológico. Se observó que 72.7% (16/22) del total de los estudiantes de postgrado conocían la definición, fuentes y aplicación de las células madre en este grupo se observó en el departamento de Pediatría el 100% (10/10) y en Ginecoobstetricia 50.0% (6/12) de los residentes participantes conocían del tema. Se observó también que 7.7% (1/13) del total de los estudiantes de pregrado conocían al respecto. En Pediatría 0.0% (0/6) y en Ginecoobstetricia 14.3% (1/7) de los estudiantes de pregrado participantes sabían sobre células madre.

En Guatemala la posibilidad de almacenaje y criopreservación de este material biológico en la infraestructura adecuada es muy reciente, lo cual puede tener impacto en el desconocimiento de los estudiantes, reflejo de esto es que de los estudiantes de postgrado que conocen sobre células madre sólo 43.8% (7/16) conoce sobre la existencia en el país de instituciones que brindan el servicio, y de éstos solo 14.3% (1/7) conocía las instituciones que proporcionan el mismo. Ningún estudiante de pregrado conocía sobre la existencia de instituciones que brindan el servicio en el país.

Estos resultados evidencian que la mayoría de la población de este hospital desconoce acerca de este tema y las instituciones que brindan el servicio en el país. Este fenómeno puede ser reflejo de que este tema no figura en el pensum de estudios tanto de postgrado como de pregrado y asimismo a la falta de divulgación por parte de las instituciones que prestan el servicio.

El desconocimiento en los residentes de Ginecoobstetricia puede traducirse en pérdida de oportunidades, debido a que ellos a través de una consejería adecuada durante el control prenatal pueden promover el uso de esta herramienta biotecnológica para el futuro tratamiento y prevención de enfermedades.

---

<sup>(5)</sup> Dr. Cabrera Julio. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Guatemala, Hospital General San Juan de Dios. (Entrevista Personal)

- **Fuentes de Información**

Solamente 15.4% (**2/13**) del total de los estudiantes de pregrado y 0% (**0/22**) del total de los de postgrado no indicaron ninguna fuente de información disponible sobre los temas relacionados a biotecnología, el resto de estudiantes, señalaron una o más fuentes de información.

En pregrado las principales fuentes de información señaladas fueron en orden descendente revistas científicas (47.1%), libros de texto (23.5%) e Internet (17.6%). Solamente 7.7% (**1/13**) de los estudiantes indicaron que los temas formaban parte del pensum de estudio.

En postgrado las principales fuentes de información fueron revistas científicas (42.9%), Internet (40.0%) y libros de texto (14.3%). El 0% (**0/22**) de los estudiantes indicaron que los temas formaban parte del pensum de estudios.

### **9.3 Hospital Nacional Pedro de Bethancourt**

En el Hospital Nacional Pedro de Bethancourt hubo un total de 66 participantes, distribuidos de la siguiente manera: estudiantes de pregrado 100% (**66/66**). 47.0% (**31/66**) pertenecían al departamento de Ginecoobstetricia y 53.0% (**35/66**) al de Pediatría. La población de este hospital representa el 12.8% (**66/515**) de la población estudiada. No había programa de postgrado de Ginecoobstetricia ni Pediatría en este hospital al momento del estudio.

- **Tamizaje Neonatal**

En el Hospital Nacional Pedro de Bethancourt actualmente no se realiza pruebas de tamizaje neonatal, a pesar de existir el Acuerdo Ministerial 788-2002 que indica que se debe de realizar la prueba de hipotiroidismo congénito dentro del tercer y séptimo día de nacimiento.<sup>2,12</sup>

Se observó que el 7.6% (**5/66**) del total de los estudiantes de pregrado conocía sobre tamizaje neonatal. En el departamento de Pediatría 5.7% (**2/35**) y en Ginecoobstetricia 9.7% (**3/31**) de los estudiantes participantes conocía sobre tamizaje neonatal).

Al analizar los resultados se observa que hay desconocimiento de los estudiantes de pregrado sobre este tema, posiblemente sea reflejo de que estos temas no son abordados dentro del pensum académico y a que no se encuentra implementado un plan en el hospital.

De aquellos quienes conocían sobre tamizaje neonatal fue posible observar que solamente en Pediatría 33.3% (**1/3**) de los estudiantes de pregrado logró identificar los hospitales en donde de rutina se realizan las pruebas de tamizaje neonatal.

Se observó que 92.4% (**61/66**) de la población estudiada desconoce sobre tamizaje neonatal. Esto adquiere particular importancia pues significa que una proporción importante de estudiantes de ambos departamentos desconoce el tiempo en que debe ser realizada la prueba de tamizaje neonatal y que tiene un impacto importante en el diagnóstico y tratamiento de pacientes que podrían desarrollar las enfermedades, lo cual incidirá en la calidad de vida del recién nacido.

- **Pruebas Genéticas**

En la actualidad el Hospital Nacional Pedro de Bethancourt no cuenta con un departamento, programa o unidad que promueva o realice pruebas genéticas de rutina. Tampoco cuenta con un especialista en Genética por lo que cuando se presentan pacientes en quienes se sospecha una patología asociada a componentes genéticos usualmente son referidos fuera de la institución.

Con las condiciones expuestas, se observó que 6.1% (**4/66**) del total de estudiantes de pregrado conocían los usos de las pruebas predictivas genéticas, 63.6% (**42/66**) las indicaciones para realizar pruebas genéticas en pacientes pediátricos y 37.9% (**25/66**) las características de los genotipos que se incluyen en el tamizaje genético.

Al analizar estos resultados en conjunto se evidencia que una proporción importante de estudiantes desconocen sobre pruebas genéticas, ya que el conocimiento sobre el uso de las mismas implica la posesión de conceptos básicos de pruebas genéticas (relacionados y no disociables entre sí) como lo son:<sup>13,28,30</sup>

- Los fundamentos de las enfermedades
- Los objetos y técnicas de estudio de las pruebas
- Las indicaciones, uso, interpretación y validez de las pruebas
- Las características de las enfermedades a incluir en el tamizaje genético y las pruebas a utilizar

El desconocimiento en los estudiantes podría explicarse por la ausencia de campañas de educación y sensibilización sobre genética, así como también a que el tema no esté incluido en el programa académico de la Facultad de Medicina de la Universidad de San Carlos (no siendo este el caso en las otras universidades) y que excepto por charlas magistrales esporádicas que se dan en el transcurso del pregrado, los estudiantes no cuentan con una formación longitudinal, sólida y complementaria sobre genética a lo largo de su formación profesional.

En Guatemala se dispone de diagnóstico con pruebas citogenéticas y tratamiento genético para algunas enfermedades.<sup>(4) (5)</sup> Al haber un desconocimiento sobre el uso de las pruebas genéticas, se pierde la oportunidad para los pacientes de realizar un diagnóstico, pronóstico y tratamiento disponible actualmente, con los consiguientes daños para la salud de la población, que puede ser irreversible como en el caso de las enfermedades metabólicas. Además las pruebas especializadas representan un gasto significativo en la atención de los pacientes,<sup>(3)</sup> y un uso inadecuado de las mismas representa un alto consumo de recursos institucionales.<sup>(1)</sup> Es importante recordar que las aplicaciones de las pruebas genéticas son útiles en todas las etapas de la vida como una herramienta para determinar riesgo y tomar medidas de prevención.

## • Citogenética

No se dispone de pruebas citogenéticas en este hospital, por lo que si es necesario realizar una de éstas se debe realizar fuera de la institución.

Se observó que 50.0% (**33/66**) del total de los estudiantes de pregrado conocía la definición de citogenética. En el departamento de Pediatría 45.7% (**16/35**) y en Ginecoobstetricia 54.8% (**17/31**) conocían la definición.

Asimismo se observó que 19.7% (**13/66**) del total de los estudiantes de pregrado conocía las pruebas citogenéticas disponibles en el país, 11.4% (**4/35**) de los estudiantes de Pediatría y 29.0% (**9/31**) de los de Ginecoobstetricia identificaron las pruebas disponibles.

El desconocimiento encontrado sobre la definición de citogenética podría ser lo esperado debido a que se está iniciando recientemente un programa de biología molecular como parte del estudio de las ciencias básicas en la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el primer año de la carrera.<sup>(4)</sup>

En Guatemala se detectan 4 translocaciones cromosómicas (9-22, 12-21, 4-11, 15-17) en pacientes pediátricos con leucemia, lo cual tiene valor pronóstico para decidir las opciones terapéuticas.<sup>(4)</sup> Asimismo, ya se inició terapia génica en una paciente pediátrica con mucopolisacaridosis tipo VI.<sup>(5)</sup>

---

<sup>(4)</sup> Dr. García Alberto. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Médicas, (Entrevista Personal)

<sup>(5)</sup> Dr. Cabrera Julio. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Guatemala, Hospital General San Juan de Dios. (Entrevista Personal)

<sup>(3)</sup> Dr. Silva Gabriel. 2007. Realización de Pruebas Genéticas. Guatemala, Clínica de Cardiogenética y Consejo Genético. (Entrevista Personal)

<sup>(1)</sup> Dr. Calgua Erwin. 2007. Biotecnología Aplicada a la salud. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Médicas (Entrevista personal)

El desconocimiento en los estudiantes de medicina de la citogenética y su disponibilidad en el país tiene el impacto en los pacientes de no tener un manejo adecuado de sus necesidades de salud, con la consiguiente pérdida de oportunidad de un diagnóstico, pronóstico y tratamiento adecuado lo cual incidirá en su calidad de vida.

## • Alimentos Genéticamente Modificados

En el hospital se utilizan medicamentos genéticamente modificados, los cuales son desarrollados, en base a la tecnología de ADN recombinante. Esta tecnología es la misma que se utiliza en el campo agrícola para el desarrollo de alimentos genéticamente modificados. Aunque estos últimos no tienen una implicación directa en el campo salud, se debe tener en cuenta que éstos constituyen un apoyo para la seguridad alimentaria, a pesar de que se desconozcan efectos colaterales en la salud.

Se observó que el 47.0% (**31/66**) del total de estudiantes de pregrado conocía la técnica para el desarrollo de alimentos genéticamente modificados, en Pediatría 51.4 % (**18/35**) y Ginecoobstetricia 41.9% (**13/31**) de los estudiantes identificaron la técnica.

Actualmente el CONCYT junto con otras instituciones ha desarrollado un plan para el mejoramiento de alimentos. Entre las acciones que este plan contempla se incluye la divulgación de los resultados de los mismos. El desconocimiento de los estudiantes de medicina sobre este tema demuestra que este grupo no ha sido alcanzado en dicha divulgación.

Respecto al conocimiento de que la técnica utilizada para la producción de alimentos genéticamente modificados se basa en el mismo principio (ADN recombinante) usado para la producción de la vacuna de Hepatitis B, se observó que 12.1% (**8/66**) del total de los estudiantes de pregrado lo sabían. En el departamento de Pediatría 14.3% (**5/33**) y en Ginecoobstetricia 9.7% (**3/31**) de los estudiantes conocían esto.

El desconocimiento en los estudiantes que la tecnología de ADN recombinante se aplica tanto para alimentos como para medicamentos puede deberse a que este tema no se incluye en el pensum de estudios de pregrado.

En el mes de marzo de 2007 se aplicó en Guatemala el primer tratamiento genético, basado en la tecnología de ADN recombinante, para una paciente pediátrica con mucopolisacaridosis tipo VI.<sup>(5)</sup> El desconocimiento en los estudiantes de las implementaciones que esta tecnología puede tener trae como consecuencia que los pacientes pierdan oportunidad de optar a esta clase de tratamientos, debido a que ignoran su existencia.

## • Células Madre de Sangre de Cordón Umbilical

Históricamente el estudio de células madre inició hace más de un siglo, pero no fue hasta en el siglo XXI en el que se ha iniciado su aplicación en terapia celular.

Dentro del hospital no se cuenta con infraestructura o equipo necesario para la instalación de un área destinada al almacenaje y criopreservación de células madre para tratamiento e investigaciones futuras en este campo biotecnológico.

Se observó que 13.6% (**9/66**) del total de los estudiantes de pregrado conocían la definición, fuentes y aplicación de las células madre, en este grupo se observó que en Pediatría 17.1% (**6/35**) y en Ginecoobstetricia 9.7% (**3/31**) de los estudiantes conocían sobre el tema.

En Guatemala la posibilidad de almacenaje y criopreservación de este material biológico en la infraestructura adecuada es muy reciente, lo cual puede tener impacto en el desconocimiento de los estudiantes, reflejo de esto es que de los estudiantes que conocen sobre células madre sólo 11.1% (**1/9**)

---

<sup>(5)</sup> Dr. Cabrera Julio. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Guatemala, Hospital General San Juan de Dios. (Entrevista Personal)

contestó sobre la existencia en el país de instituciones que brindan el servicio, pero ninguno nombró a alguna institución.

Estos resultados evidencian que la mayoría de la población de este hospital desconoce acerca de este tema y las instituciones que brindan el servicio en el país. Este fenómeno puede ser reflejo de que este tema no figura en el pensum de estudios tanto de postgrado como de pregrado y asimismo a la falta de divulgación por parte de las instituciones que prestan el servicio.

El desconocimiento de este tema puede traducirse en pérdida de oportunidades, ya que no se puede brindar una consejería para promover el uso de esta herramienta biotecnológica para el futuro tratamiento y prevención de enfermedades.

## • Fuentes de Información

Solamente 7.6% (**5/66**) del total de los estudiantes de pregrado no indicó ninguna fuente de información disponible sobre los temas relacionados a biotecnología, el resto de estudiantes señalaron una o más fuentes de información.

Las principales fuentes de información señaladas fueron en orden descendente revistas científicas (48%) Internet (19.2%) y libros de texto (17%). Solamente 9.1% (**6/66**) de los estudiantes indicó que los temas formaban parte del pensum de estudios.

## 9.4 Hospital Roosevelt

En el Hospital Roosevelt hubo un total de 168 estudiantes incluidos en el estudio, distribuidos de la siguiente manera: estudiantes de pregrado 59.5% (**100/168**) y de postgrado 40.5% (**68/168**). 39.9% (**67/168**) pertenecían al departamento de Ginecoobstetricia y 60.1% (**101/168**) al de Pediatría. La población de este hospital representa el 32.6% (**168/515**) de la población total estudiada.

## • Tamizaje Neonatal

El Hospital Roosevelt es uno de los dos hospitales nacionales donde de rutina se ofrece realizar el tamizaje neonatal a todos los recién nacidos atendidos en sus instalaciones, siempre y cuando cuenten con los recursos disponibles. Este servicio se implementó desde octubre del año 2004 y actualmente se sigue llevando a cabo todos los días del año.

Se observó que un 13.2% (**9/68**) del total de los estudiantes de postgrado conocían sobre tamizaje neonatal. En el departamento de Pediatría un 13.2% (**5/38**) de los residentes participantes conocía sobre el tema, situación parecida en el departamento de Ginecoobstetricia con un 13.3% (**4/30**). También se observó que 5.0% (**5/100**) del total de los estudiantes de pregrado participantes conocían sobre este tema. En el departamento de Pediatría 6.3% (**4/63**) y Ginecoobstetricia 2.7% (**1/37**) de los estudiantes de pregrado conocían sobre tamizaje neonatal.

Que el conocimiento sobre tamizaje neonatal sea levemente superior en estudiantes y residentes de Pediatría podría ser explicado por el hecho de que son ellos a quienes históricamente se les ha considerado responsables del cuidado del neonato y es a ellos a quienes han sido dirigidas las campañas de educación y sensibilización sobre el tema, apreciación que no es compartida en la actualidad por distintos expertos quienes abogan por una mayor participación de los ginecoobstetras en la promoción de tamizaje neonatal.<sup>(1)</sup>

De aquellos quienes conocían sobre tamizaje neonatal fue posible observar que el 77.8% (**7/9**) de los de postgrado lograron responder que hay hospitales en donde de rutina se realizan las pruebas de tamizaje neonatal, en Pediatría 80% (**4/5**) y en Ginecoobstetricia 5% (**3/4**) de los residentes lo hicieron. En pregrado 40% (**2/5**) respondieron que habían hospitales con programas implementados, en Pediatría 25% (**1/4**) y en Ginecoobstetricia 100% (**1/1**) de los estudiantes de pregrado lo hicieron. Esto adquiere

---

<sup>(1)</sup> Dr. Calgua Erwin. 2007. Biotecnología Aplicada a la salud. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Medicas (Entrevista personal)

particular importancia por el hecho de que es en ellos en quienes recae la responsabilidad de dirigir y educar apropiadamente al paciente para que no olvide realizar esta prueba dentro del tiempo establecido para la realización de la misma. Sobre esto es importante mencionar que el Acuerdo Ministerial 788-2002 indica la realización exclusiva de la prueba de hipotiroidismo congénito que debe ser realizada entre el 3 y 7 día de nacimiento.<sup>2,12</sup> y que, en la actualidad dicha prueba se realiza en el primer día de nacimiento<sup>(2)</sup>, lo que es técnicamente incorrecto e inapropiado.

Se observó que 91.7% (**154/168**) del total de la población estudiada desconoce sobre tamizaje neonatal, aún existiendo un programa de tamizaje neonatal dentro de la institución. Esto adquiere particular importancia pues significa que una proporción importante de estudiantes y residentes de ambos departamentos desconoce sobre el tiempo en que debe ser realizada la prueba de tamizaje neonatal (lo que se refleja en la práctica actual de toma de muestra en el primer día) y que tiene un impacto importante en el diagnóstico y tratamiento de pacientes que podrían desarrollar las enfermedades, lo cual no sólo incidirá en la calidad de vida del recién nacido sino también en un uso inadecuado de recurso institucional.<sup>(1)</sup>

## • Pruebas Genéticas

En la actualidad el Hospital Roosevelt no cuenta con un departamento, programa o unidad que promueva o realice pruebas genéticas de rutina, así como tampoco existe un acuerdo ministerial que exija la realización de las mismas de forma rutinaria, como se da con tamizaje neonatal.

En este hospital no cuentan directamente con genetista, sin embargo se realizan consultas al doctor Gabriel Silva y al doctor Julio Cabrera quienes colaboran con el hospital realizando consultas sobre casos de pacientes en quienes se sospecha de una patología asociada a componentes genéticos y si se requiere realizar una prueba, dependiendo de cuál sea esta, son referidos a instituciones extranjeras.

Con las condiciones expuestas, se observó que 4.4% (**3/68**) del total de los estudiantes de postgrado conocían los usos de las pruebas predictivas genéticas, 85.3% (**58/68**) las indicaciones para realizar pruebas genéticas en pacientes pediátricos y 48.5% (**33/68**) las características de los genotipos que se incluyen en el tamizaje genético.

Se determinó que del total de estudiantes de pregrado 5.0% (**5/100**) conocían los usos de las pruebas predictivas genéticas, 84.0% (**84/100**) las indicaciones para realizar pruebas genéticas en pacientes pediátricos y 47.0% (**47/100**) las características de los genotipos que se incluyen en el tamizaje genético.

Al analizar estos resultados en conjunto se evidencia que una proporción importante de estudiantes desconocen sobre pruebas genéticas, ya que el conocimiento sobre el uso de las mismas implica la posesión de conceptos básicos de pruebas genéticas (relacionados y no dissociables entre sí) como lo son:<sup>13,28,30</sup>

- Los fundamentos de las enfermedades
- Los objetos y técnicas de estudio de las pruebas
- Las indicaciones, uso, interpretación y validez de las pruebas
- Las características de las enfermedades a incluir en el tamizaje genético y las pruebas a utilizar

Esto se puede reflejar en el hecho de que en algunas ocasiones residentes de pediatría solicitan pruebas especializadas en pacientes con sospecha clínica de enfermedad genética, sin contar antes con los resultados de pruebas de laboratorio rutinarias (glicemia, pruebas renales, lactato, amonio sérico, orina y heces). Ya que si se encuentran alteraciones en éstas últimas, sí está indicado realizar otras especializadas.<sup>(3)</sup>

---

<sup>(2)</sup> Residentes de Pediatría. 2007. Realización de Tamizaje Neonatal. Guatemala, Hospital Roosevelt (Entrevista Personal)

<sup>(1)</sup> Dr. Calgua Erwin. 2007. Biotecnología Aplicada a la salud. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Medicas (Entrevista personal)

<sup>(3)</sup> Dr. Silva Gabriel. 2007. Realización de Pruebas Genéticas. Guatemala, Clínica de Cardiogenética y Consejo Genético. (Entrevista Personal)

El desconocimiento en los estudiantes podría explicarse por la ausencia de campañas de educación y sensibilización sobre genética, así como también a que el tema no esté incluido en el programa académico de la Facultad de Medicina de la Universidad de San Carlos (no siendo este el caso en las otras universidades) y que excepto por charlas magistrales esporádicas que se dan en el transcurso del pre y postgrado, los estudiantes no cuentan con una formación longitudinal, sólida y complementaria sobre genética a lo largo de su formación profesional o de especialidad.

En Guatemala se dispone de diagnóstico con pruebas citogenéticas y tratamiento genético para algunas enfermedades.<sup>(4)(5)</sup> Al haber un desconocimiento sobre el uso de las pruebas genéticas, se pierde la oportunidad para los pacientes de realizar un diagnóstico, pronóstico y tratamiento disponible actualmente, con los consiguientes daños para la salud de la población, que puede ser irreversible como en el caso de las enfermedades metabólicas. Además las pruebas especializadas representan un gasto significativo en la atención de los pacientes<sup>(3)</sup> y un uso inadecuado de las mismas representa un alto consumo de recursos institucionales.<sup>(1)</sup> Es importante recordar que las aplicaciones de las pruebas genéticas son útiles en todas las etapas de la vida como una herramienta para determinar riesgo y tomar medidas de prevención.

## • Citogenética

Dentro de las instalaciones del Hospital Roosevelt (pero como parte de los servicios que presta la Fundación Aldo Castañeda) se encuentra la Clínica de Cardiogenética y Consejo Genético, dirigida por el Dr. Gabriel Silva por lo cual se dispone de varias pruebas citogenéticas, dentro de las cuales se encuentran cariotipo de alto bandeó.

Se observó que 52.9% (**36/68**) del total de los estudiantes de postgrado conocía la definición de citogenética. En el departamento de Pediatría 50.0% (**19/38**) y en Ginecoobstetricia 56.7% (**17/30**) de los residentes participantes conocía la definición de citogenética. También se observó que % ( ) del total de los estudiantes de pregrado conocía la definición. En el departamento de Pediatría 46.0% (**29/63**) y en Ginecoobstetricia 51.4% (**19/37**) de los estudiantes de pregrado participantes conocía la definición de citogenética.

Asimismo se observó que 30.9% (**20/68**) del total de los estudiantes de postgrado conocía las pruebas citogenéticas disponibles en el país, 23.7% (**9/38**) de los residentes de Pediatría y 40.0% (**12/30**) de los residentes de Ginecoobstetricia conocían dichas pruebas. Del total de los estudiantes de pregrado 32.0% (**32/100**) conocía las pruebas, de ellos un 34.9% (**22/63**) de Pediatría y un 27.0% (**10/37**) de Ginecoobstetricia sabían sobre las pruebas disponibles.

El desconocimiento encontrado sobre la definición de citogenética podría ser lo esperado debido a que se está iniciando recientemente un programa de biología molecular como parte del estudio de las ciencias básicas en la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el primer año de la carrera.<sup>(4)</sup>

En Guatemala se detectan 4 translocaciones cromosómicas (9-22, 12-21, 4-11, 15-17) en pacientes pediátricos con leucemia, lo cual tiene valor pronóstico para decidir las opciones terapéuticas.<sup>(4)</sup> Asimismo, ya se inició terapia génica en una paciente pediátrica con mucopolisacaridosis tipo VI.<sup>(5)</sup> El desconocimiento en los estudiantes de medicina de la citogenética y su disponibilidad en el país tiene el impacto en los pacientes de no tener un manejo adecuado de sus necesidades de salud, con la consiguiente pérdida de oportunidad de un diagnóstico, pronóstico y tratamiento adecuado lo cual incidirá en su calidad de vida.

---

<sup>(4)</sup> Dr. García Alberto. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Médicas, (Entrevista Personal)

<sup>(5)</sup> Dr. Cabrera Julio. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Guatemala, Hospital General San Juan de Dios. (Entrevista Personal)

<sup>(3)</sup> Dr. Silva Gabriel. 2007. Realización de Pruebas Genéticas. Guatemala, Clínica de Cardiogenética y Consejo Genético. (Entrevista Personal)

<sup>(1)</sup> Dr. Calgua Erwin. 2007. Biotecnología Aplicada a la salud. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Médicas (Entrevista personal)



- **Alimentos Genéticamente Modificados**

En el hospital se utilizan medicamentos genéticamente modificados, los cuales son desarrollados, en base a la tecnología de ADN recombinante. Esta tecnología es la misma que se utiliza en el campo agrícola para el desarrollo de alimentos genéticamente modificados. Aunque estos últimos no tienen una implicación directa en el campo salud, se debe recordar que éstos constituyen un apoyo para la seguridad alimentaria a pesar de que se desconozcan efectos colaterales en la salud.

Se observó que el 39.7% (**27/68**) del total de los estudiantes de postgrado conocían la técnica para el desarrollo de alimentos genéticamente modificados. En el departamento de Pediatría 42.1% (**16/38**) y en Ginecoobstetricia 36.3% (**11/30**) de los residentes participantes conocía sobre el tema. También se observó que 46.0% (**46/100**) del total de los estudiantes de pregrado conocían dicha técnica. En el departamento de Pediatría 41.3% (**26/63**) y en Ginecoobstetricia 54.1% (**20/37**) de los estudiantes de pregrado participantes conocían sobre el tema.

Actualmente el CONCYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) junto con otras instituciones ha desarrollado un plan para el mejoramiento de alimentos. Entre las acciones que este plan contempla se incluye la divulgación de los resultados de los mismos. El desconocimiento de los estudiantes de medicina sobre este tema demuestra que este grupo no ha sido alcanzado en dicha divulgación.

Respecto al conocimiento de que la técnica utilizada para la producción de alimentos genéticamente modificadas se basa en el mismo principio (ADN recombinante) usado para la producción de la vacuna de Hepatitis B, 19.1% (**13/38**) del total de los estudiantes de postgrado lo sabían, en el departamento de Pediatría 10.5% (**4/38**) y en Ginecoobstetricia 30.0% (**9/30**) de los estudiantes de postgrado lo sabían. También se observó que del total de estudiantes de pregrado 19.0% (**19/100**) conocían esto. En el departamento de Pediatría 17.5% (**11/63**) y en Ginecoobstetricia 21.6% (**8/37**) conocían que era la misma técnica.

El desconocimiento en los estudiantes que la tecnología de ADN recombinante se aplica tanto para alimentos como para medicamentos puede deberse a que este tema no se incluye en el pensum de estudios de pregrado y postgrado.

En el mes de marzo de 2007 se aplicó en Guatemala el primer tratamiento genético, basado en la tecnología de ADN recombinante, para una paciente pediátrica con mucopolisacaridosis.<sup>(5)</sup> El desconocimiento en los estudiantes de las implementaciones que esta tecnología puede tener trae como consecuencia que los pacientes pierdan oportunidad de optar a esta clase de tratamientos, debido a que ignoran su existencia.

- **Células Madre de Sangre de Cordón Umbilical**

Históricamente el estudio de células madre inició hace más de un siglo, pero no fue hasta en el siglo XXI en el que se ha iniciado su aplicación en terapia celular.

En este hospital no se cuenta con la infraestructura ni equipo necesario para la instalación de un área destinada al almacenaje y criopreservación de células madre para tratamiento e investigaciones futuras en este campo biotecnológico. Se observó que 14.7% (**10/68**) del total de los estudiantes de postgrado conocían la definición, fuentes y aplicación de las células madre. En el departamento de Pediatría 13.2% (**5/38**) y en Ginecoobstetricia 16.7% (**5/30**) de los residentes conocían sobre el tema. Se observó también que 17.0% (**17/100**) del total de los estudiantes de pregrado conocían al respecto. En Pediatría 22.2% (**14/63**) y en Ginecoobstetricia 8.1% (**3/37**) de los estudiantes de pregrado conocían sobre células madre.

En Guatemala la posibilidad de almacenaje y criopreservación de este material biológico en la infraestructura adecuada es reciente y no se encuentra a disposición pública, lo cual puede tener impacto en el desconocimiento de los estudiantes, reflejo de esto es que de los residentes que conocían sobre

---

<sup>(5)</sup> Dr. Cabrera Julio. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Guatemala, Hospital General San Juan de Dios. (Entrevista Personal)

células madre sólo 30.0% (**3/10**) contestó sobre la existencia en el país de instituciones que brindan el servicio, y solamente 33.3% (**1/3**) identificó a las instituciones que proporcionan el mismo.

Caso similar se presentó en los estudiantes de pregrado de los cuales 35.3% (**6/17**) conocían la existencia de instituciones que brindan el servicio en el país, pero ninguno de ellos conocía alguna.

Estos resultados evidencian que la mayoría de la población de este hospital desconoce acerca de este tema y las instituciones que brindan el servicio en el país. Este fenómeno puede ser reflejo de que este tema no figura en el pensum de estudios tanto de postgrado como de pregrado y asimismo a la falta de divulgación por parte de las instituciones que prestan el servicio.

El desconocimiento en los residentes de Ginecoobstetricia puede traducirse en pérdida de oportunidades, debido a que ellos a través de una consejería adecuada durante el control prenatal pueden promover el uso de esta herramienta biotecnológica para el futuro tratamiento y prevención de enfermedades.

## • Fuentes de Información

Solamente 9.0% (**9/100**) del total de los estudiantes de pregrado y 2.9% (**2/68**) del total de los de postgrado no indicaron alguna fuente información disponible sobre los temas relacionados a biotecnología, el resto de estudiantes, señalaron una o más fuentes de información.

En pregrado las principales fuentes de información señaladas fueron en orden descendente revistas científicas (37.5%), libros de texto (27.5%) e Internet (9.2%). Solamente un 9.0% (**9/100**) de los estudiantes indicaron que los temas formaban parte del pensum de estudio.

En postgrado las principales fuentes de información fueron en orden descendente revistas científicas (50.0%), libros de texto (26.7%) e Internet (15.6%). Solamente un 1.8% (**8/68**) de los estudiantes indicaron que los temas formaban parte del pensum de estudios.

## **9.5 Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (Pamplona y Hospital de Enfermedad Común)**

En el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social hubo un total de 105 participantes, distribuidos de la siguiente manera: estudiantes de pregrado 49.5% (**52/105**) y de postgrado 50.5% (**53/105**). 52.4% (**55/105**) pertenecían al departamento de Ginecoobstetricia y 47.6% (**50/105**) al de Pediatría. Esta población representa el 20.4% (**105/515**) del total estudiado. No hay internos realizando su práctica en este hospital.

## • Tamizaje Neonatal

El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (Hospital de Enfermedad Común zona 9), realizó el tamizaje neonatal para detección de hipotiroidismo congénito hasta el año 2005, pero en la actualidad no se está realizando rutinariamente.<sup>(6)</sup>

Se observó que el 18.9% (**10/ 53**) del total de los estudiantes de postgrado conocían sobre tamizaje neonatal. En el departamento de Pediatría 20.8% (**5/24**) del total de residentes participantes conocía sobre tamizaje neonatal, y en Ginecoobstetricia 17.2% (**5/29**) conocía sobre este tema. También se observó que del total de estudiantes de pregrado participantes 9.6% (**5/52**) conocían sobre este tema. En el departamento de Pediatría 11.5% (**3/26**) y en Ginecoobstetricia 7.7% (**2/26**) de los estudiantes de pregrado conocían sobre tamizaje neonatal.

Que el conocimiento sobre tamizaje neonatal sea levemente superior en estudiantes de postgrado de Pediatría podría ser explicado por el hecho de que son ellos a quienes históricamente se les ha considerado responsables del cuidado del neonato y es a ellos a quienes han sido dirigidas las

<sup>(6)</sup> Dr. Castañeda Fernando. 2007. Realización de Tamizaje Neonatal. Guatemala, Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. (Entrevista personal)

campañas de educación y sensibilización sobre el tema, apreciación que no es compartida en la actualidad por distintos expertos quienes abogan por una mayor participación de los ginecoobstetras en la promoción de tamizaje neonatal.<sup>(1)</sup>

De aquellos quienes conocían sobre tamizaje neonatal se observó que el 20% (**1/5**) de pregrado y 50% (**5/10**) de los de postgrado (80% del departamento de Pediatría) lograron identificar que existen hospitales en donde de rutina se realizan las pruebas de tamizaje neonatal. Esto adquiere particular importancia por el hecho de que es en ellos en quienes recae la responsabilidad de dirigir y educar apropiadamente al paciente para que no olvide realizar esta prueba dentro del tiempo establecido para la toma de la misma. Sobre esto es importante mencionar que el Acuerdo Ministerial 788-2002 indica la realización exclusiva de la prueba de hipotiroidismo congénito que debe ser realizada entre el 3 y 7 día de nacimiento.<sup>2,12</sup> Es importante hacer notar que según el Dr. Castellanos durante el periodo en que se realizó esta prueba en el hospital esta se realizó en el tiempo correcto (4to día).

Se observó que 85.7% (**90/105**) de la población estudiada desconoce sobre tamizaje neonatal, esto tiene particular importancia pues significa que una proporción importante de estudiantes de pregrado y postgrado de ambos departamentos desconocen sobre el tiempo en que debe ser realizada la prueba de tamizaje neonatal teniendo un impacto importante en el diagnóstico y tratamiento de pacientes que podrían desarrollar las enfermedades, lo cual incidirá en la calidad de vida del recién nacido en su práctica clínica.

## • Pruebas Genéticas

En la actualidad el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social no cuenta con un departamento, programa o unidad que promueva o realice pruebas genéticas de rutina. Cuenta con un genetista quien es consultado sobre los casos de pacientes en quienes se sospecha de una patología asociada a componentes genéticos y si se requiere realizar una prueba usualmente son referidos fuera de la institución.

Con las condiciones expuestas, se observó que 9.4% (**5/53**) del total de los estudiantes de postgrado conocían los usos de las pruebas predictivas genéticas, 64.2% (**34/53**) las indicaciones para realizar pruebas genéticas en pacientes pediátricos y 35.8% (**19/53**) las características de los genotipos que se incluyen en el tamizaje genético.

Se determinó que del total de estudiantes de pregrado 5.8% (**3/52**) conocían los usos de las pruebas predictivas genéticas, el 76.9% (**40/52**) las indicaciones para realizar pruebas genéticas en pacientes pediátricos y 31.52% (**31/52**) de los estudiantes de pregrado conocía sobre las características de los genotipos que se incluyen en el tamizaje genético.

Al analizar estos resultados en conjunto se evidencia que una proporción importante de estudiantes desconocen sobre pruebas genéticas, ya que el conocimiento sobre el uso de las mismas implica la posesión de conceptos básicos de pruebas genéticas (relacionados y no dissociables entre sí) como lo son:<sup>13,28,30</sup>

- Los fundamentos de las enfermedades
- Los objetos y técnicas de estudio de las pruebas
- Las indicaciones, uso, interpretación y validez de las pruebas
- Las características de las enfermedades a incluir en el tamizaje genético y las pruebas a utilizar

El desconocimiento en los estudiantes podría explicarse por la ausencia de campañas de educación y sensibilización sobre genética, así como también a que el tema no esté incluido en el programa académico de la Facultad de Medicina de la Universidad de San Carlos (no siendo este el caso en otras universidades) y que excepto por charlas magistrales esporádicas que se dan en el transcurso del pre y

---

<sup>(1)</sup> Dr. Calgua Erwin. 2007. Biotecnología Aplicada a la salud. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Medicas (Entrevista personal)

postgrado, los estudiantes no cuentan con una formación longitudinal, sólida y complementaria sobre genética a lo largo de su formación profesional o de especialidad.

Esto se puede reflejar en el hecho de que en algunas ocasiones residentes de pediatría solicitan pruebas especializadas en pacientes con sospecha clínica de enfermedad genética, sin contar antes con los resultados de pruebas de laboratorio rutinarias (glicemia, pruebas renales, lactato, amonio sérico, orina y heces). Ya que si se encuentran alteraciones en éstas últimas, sí está indicado realizar otras especializadas.<sup>(3)</sup>

En Guatemala se dispone de diagnóstico con pruebas citogenéticas y tratamiento genético para algunas enfermedades.<sup>(4) (5)</sup> Al haber un desconocimiento sobre el uso de las pruebas genéticas, se provocaría una pérdida de oportunidad para los pacientes de realizar un diagnóstico, pronóstico y tratamiento disponible actualmente, con los consiguientes daños para la salud de la población, que puede ser irreversible como en el caso de las enfermedades metabólicas. Además las pruebas especializadas representan un gasto significativo en la atención de los pacientes, y un uso inadecuado de las mismas representa un alto consumo de recursos institucionales.<sup>(1)</sup> Es importante recordar que las aplicaciones de las pruebas genéticas son útiles en todas las etapas de la vida como una herramienta para determinar riesgo y tomar medidas de prevención.

## • Citogenética

El Hospital carece tanto de la infraestructura como del equipo necesario para la realización de pruebas citogenéticas, debido a esto cuando se requiere realizar una de éstas se debe realizar fuera de la institución.

Se observó que 20.8% (11/53) del total de estudiantes de postgrado conocían la definición de citogenética. En el departamento de Pediatría 70.8% (17/24) y en Ginecoobstetricia 69.0% (20/29) de los residentes participantes conocían la definición de citogenética. También se observó que 59.6% (31/52) del total de estudiantes de pregrado conocía la definición. En el departamento de Pediatría 26.9% (7/26) y en Ginecoobstetricia 26.9% (7/26) de los estudiantes de pregrado participantes conocían la definición de citogenética.

Asimismo se observó que 64.2% (34/53) del total de los estudiantes de postgrado conocían las pruebas citogenéticas disponibles en el país, 25.0% (6/24) de los residentes de Pediatría y 17.2% (5/29) de los residentes de Ginecoobstetricia conocían dichas pruebas. Del total de los estudiantes de pregrado 26.9% (14/52) conocían las pruebas, 26.9% (7/26) de los estudiantes de pregrado de Pediatría y 26.9% (7/26) de Ginecoobstetricia sabían sobre las pruebas disponibles.

El desconocimiento encontrado sobre la definición de citogenética aunque no es alto podría ser lo esperado debido a que se está iniciando recientemente un programa de biología molecular como parte del estudio de las ciencias básicas en la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el primer año de la carrera.<sup>(4)</sup>

En Guatemala se detectan 4 translocaciones cromosómicas (9-22, 12-21, 4-11, 15-17) en pacientes pediátricos con leucemia, lo cual tiene valor pronóstico para decidir las opciones terapéuticas.<sup>(4)</sup> Asimismo, ya se inició terapia génica en una paciente pediátrica con mucopolisacaridosis tipo VI.<sup>(5)</sup> El desconocimiento en los estudiantes de medicina de la citogenética y su disponibilidad en el país tiene el impacto en los pacientes de no tener un manejo adecuado de sus necesidades de salud, con la consiguiente pérdida de oportunidad de un diagnóstico, pronóstico y tratamiento adecuado lo cual incidirá en su calidad de vida.

---

<sup>(3)</sup> Dr. Silva Gabriel. 2007. Realización de Pruebas Genéticas. Guatemala, Clínica de Cardiogenética y Consejo Genético. (Entrevista Personal)

<sup>(4)</sup> Dr. García Alberto. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Médicas, (Entrevista Personal)

<sup>(5)</sup> Dr. Cabrera Julio. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Guatemala, Hospital General San Juan de Dios. (Entrevista Personal)

<sup>(1)</sup> Dr. Calgua Erwin. 2007. Biotecnología Aplicada a la salud. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Médicas (Entrevista personal)

- **Alimentos Genéticamente Modificados**

En los hospitales se utilizan medicamentos genéticamente modificados, los cuales son desarrollados en base a la tecnología de ADN recombinante. Esta tecnología es la misma que se utiliza en el campo agrícola para el desarrollo de alimentos genéticamente modificados. Aunque estos últimos no tienen una implicación directa en el campo salud, se debe tomar en cuenta que estos constituyen un apoyo para la seguridad alimentaria a pesar de que se desconozcan los efectos colaterales en la salud.

Se observó que el 32.1% (**17/53**) del total de los estudiantes de postgrado conocía la técnica para el desarrollo de alimentos genéticamente modificados. En el departamento de Pediatría 33.3% (**8/24**) y en Ginecoobstetricia 31.0% (**9/29**) de los residentes participantes conocía sobre alimentos genéticamente modificados. También fue posible observar que 51.9% (**27/52**) del total de los estudiantes de pregrado conocía la técnica. En el departamento de Pediatría 57.7% (**15/26**) y en Ginecoobstetricia 46.2% (**12/26**) de los de estudiantes de pregrado participantes conocía sobre alimentos genéticamente modificados.

Actualmente el CONCYT junto con otras instituciones han desarrollado un plan para el mejoramiento de alimentos, entre las acciones que este plan contempla se incluye la divulgación de los resultados de los mismos. El desconocimiento de los estudiantes de medicina sobre este tema demuestra que este grupo no ha sido alcanzado en dicha divulgación.

Respecto al conocimiento de que la técnica utilizada para la producción de alimentos genéticamente modificados se basa en el mismo principio (ADN recombinante) usado para la producción de la vacuna de Hepatitis B, se observó que 22.6 (**12/53**) del total de los estudiantes de postgrado lo sabían. En el departamento de Pediatría 20.8% (**5/24**) y en Ginecoobstetricia 24.1% (**7/29**) de los residentes participantes conocían esto. También se observó que 7.7% (**4/52**) del total de los estudiantes de pregrado identificaban el mismo principio. En el departamento de Pediatría 7.7% (**2/26**) y 7.7% (**2/26**) de los estudiantes de pregrado conocían que era la misma técnica.

El desconocimiento en los estudiantes que la tecnología de ADN recombinante se aplica tanto para alimentos como para medicamentos puede deberse a que este tema no se incluye en el pensum de estudios de pregrado y postgrado.

En el mes de marzo de 2007 se aplicó en Guatemala el primer tratamiento genético, basado en la tecnología de ADN recombinante, para una paciente pediátrica con mucopolisacaridosis.<sup>(5)</sup> El desconocimiento en los estudiantes de las implementaciones que esta tecnología puede tener trae como consecuencia que los pacientes pierdan oportunidad de optar a esta clase de tratamientos, debido a que ignoran su existencia.

- **Células Madre de Sangre de Cordón Umbilical**

Históricamente el estudio de células madre inició hace más de un siglo, pero no fue hasta en el siglo XXI en el que se ha iniciado su aplicación en terapia celular.

En este hospital no se cuenta con la infraestructura ni equipo necesario para la instalación de un área destinada al almacenaje y criopreservación de células madre para tratamiento e investigaciones futuras en este campo biotecnológico. Se observó que 24.5% (**13/53**) del total de los estudiantes de postgrado conocían la definición, fuentes y aplicación de las células madre, en este grupo se observó que en Pediatría 20.8% (**5/24**) y en Ginecoobstetricia 27.6% (**8/29**) de los residentes participantes conocían sobre el tema. Se pudo observar también que del total de 27.0% (**14/52**) los estudiantes de pregrado conocían al respecto. En el departamento de Pediatría 15.4% (**4/26**) y en de Ginecoobstetricia 38.5% (**10/26**) de los estudiantes de pregrado sabían sobre células madre.

En Guatemala la posibilidad de almacenaje y criopreservación de este material biológico en la infraestructura adecuada es reciente, lo cual puede tener impacto en el desconocimiento de los

---

<sup>(5)</sup> Dr. Cabrera Julio. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Guatemala, Hospital General San Juan de Dios. (Entrevista Personal)

estudiantes, reflejo de esto es que de los estudiantes de postgrado que conocen sobre células madre solo 38.5% (**5/13**) contestó sobre la existencia en el país de instituciones que brindan el servicio. Sin embargo de éstos el 40% (**2/5**) nombró a las instituciones que proporcionan el mismo.

Caso similar se presentó en los estudiantes de pregrado de los cuales 42.9% (**6/14**) conocían sobre la existencia de instituciones que brindan el servicio en el país, sin embargo ninguno identificó a una de ellas.

Estos resultados evidencian que la mayoría de la población de este hospital desconoce acerca de este tema y las instituciones que brindan el servicio en el país. Este fenómeno puede ser reflejo de que este tema no figura en el pensum de estudios tanto de postgrado como de pregrado y asimismo a la falta de divulgación por parte de las instituciones que prestan el servicio.

El desconocimiento en los residentes de Ginecoobstetricia puede traducirse en pérdida de oportunidades, debido a que ellos a través de una consejería adecuada durante el control prenatal pueden promover el uso de esta herramienta biotecnológica para el futuro tratamiento y prevención de enfermedades.

### • Fuentes de Información

Solamente 13.5% (**7/52**) del total de los estudiantes de pregrado y 9.4% (**5/53**) del total de estudiantes de postgrado no indicó ninguna fuente de información disponible sobre los temas relacionados a biotecnología, el resto de estudiantes señalaron una o más fuentes de información.

En pregrado las principales fuentes de información señaladas fueron en orden descendente revistas científicas (47.0%), libros de texto (18.2%) e Internet (12.1%). Ninguno de los estudiantes indicó que los temas formaban parte del pensum de estudio.

En postgrado las principales fuentes de información señaladas fueron en orden revistas científicas (41.8%), libros de texto (27.8%) e Internet (17.7%). Solamente 9.4% (**5/53**) de los estudiantes indicó que los temas formaban parte del pensum de estudio.

## 9.6 Consolidado General

En este estudio se contó con la colaboración de 515 participantes. Los residentes conformaron el 37.4% (**198/515**) de la población y los estudiantes de pregrado representaron 61.6% (**317/515**). El Departamento de Pediatría tuvo una participación del 52.3% (**269/515**) y el Departamento de Ginecoobstetricia 47.7% (**246/515**). En el estudio participó un 93.5% (**515/551**) de la población total estimada.

### • Tamizaje Neonatal

De los cinco hospitales a estudio solamente en dos de ellos (Hospital General San Juan de Dios y Hospital Roosevelt) se realiza el tamizaje neonatal de manera rutinaria dependiendo de los recursos disponibles. En los hospitales donde no se realiza se asume que los recién nacidos son enviados a un Hospital de Referencia para la realización del mismo.

Se observó que 15.7% (**31/198**) del total de residentes conocía sobre tamizaje neonatal. En el departamento de Pediatría 21.4% (**21/98**) de residentes participantes conocían sobre el tamizaje neonatal y en Ginecoobstetricia 10% (**10/100**) de los residentes conocía sobre este tema. También se observó que del total de estudiantes de pregrado 5.7% (**18/317**) conocían sobre este tema. En el departamento de Pediatría 6.4% (**11/171**) y en Ginecoobstetricia 4.8% (**7/146**) conocían sobre este tema.

Que el conocimiento sobre tamizaje neonatal sea superior en residentes de Pediatría podría ser explicado por el hecho de que son ellos a quienes históricamente se les ha considerado responsables

del cuidado del neonato y es a ellos a quienes han sido dirigidas las campañas de educación y sensibilización sobre el tema, apreciación que no es compartida en la actualidad por distintos expertos quienes abogan por una mayor participación de los ginecoobstetras en la promoción de tamizaje neonatal.<sup>(1)</sup>

De aquellos quienes conocían sobre tamizaje neonatal fue posible observar que 77.4% (**24/31**) de postgrado y 33.3% (**6/18**) de los de pregrado lograron identificar que existen hospitales en donde de rutina se realizan las pruebas de tamizaje neonatal. Esto adquiere particular importancia por el hecho de que es en ellos en quienes recae la responsabilidad de dirigir y educar apropiadamente al paciente para que no olvide efectuar esta prueba dentro del tiempo establecido para la realización de la misma. Sobre esto es importante mencionar que el Acuerdo Ministerial 788-2002 indica la realización exclusiva de la prueba de hipotiroidismo congénito que debe ser realizada entre el 3 al 7 día de nacimiento,<sup>2,12</sup> y que (por comunicación verbal con residentes y especialistas en el tema), en la actualidad dicha prueba se realiza en el primer día de nacimiento, lo que es técnicamente incorrecto e inapropiado.

Se observó que 90.5% (**466/515**) de la población estudiada desconoce sobre tamizaje neonatal. Este dato adquiere particular importancia pues significa que una proporción importante tanto de residentes como de estudiantes de pregrado de ambos departamentos desconocen sobre indicaciones, aplicaciones y tiempos en que deben ser realizadas las pruebas de tamizaje neonatal, lo que podría explicar en parte que estas pruebas no se estén realizando en dichos hospitales.

## • Pruebas Genéticas

En la actualidad ninguno de los hospitales a estudio cuenta con un departamento, programa o unidad que promueva o realice pruebas genéticas de rutina, así como tampoco existe un acuerdo ministerial que exija la realización de las mismas de forma rutinaria, como se da con tamizaje neonatal. Sin embargo en tres de los hospitales sí se cuenta con genetistas (Hospital General San Juan de Dios, Hospital Roosevelt e Instituto Guatemalteco de Seguridad Social) para ser consultados sobre los casos de pacientes en quienes se sospecha de una patología asociada a componentes genéticos y si se requiere realizar una prueba usualmente son referidos a instituciones extranjeras.

Con las condiciones expuestas, se observó que del total de los estudiantes de postgrado 6.1% (**12/198**) conocían los usos de las pruebas predictivas genéticas, 79.8% (**158/198**) las indicaciones para realizar pruebas genéticas en pacientes pediátricos y 45.5% (**90/198**) las características de los genotipos que se incluyen en el tamizaje genético.

Se determinó que del total de estudiantes de pregrado 6.0% (**19/317**) conocían los usos de las pruebas predictivas genéticas, 76.7% (**243/317**) las indicaciones para realizar pruebas genéticas en pacientes pediátricos y 47.6% (**171/317**) las características de los genotipos que se incluyen en el tamizaje genético.

Al analizar estos resultados en conjunto se evidencia que una proporción importante de estudiantes desconocen sobre pruebas genéticas, ya que el conocimiento sobre el uso de las mismas implica la posesión de conceptos básicos de pruebas genéticas (relacionados y no dissociables entre sí) como lo son:<sup>13,28,30</sup>

- Los fundamentos de las enfermedades
- Los objetos y técnicas de estudio de las pruebas
- Las indicaciones, uso, interpretación y validez de las pruebas
- Las características de las enfermedades a incluir en el tamizaje genético y las pruebas a utilizar

El desconocimiento en los estudiantes podría explicarse por la ausencia de campañas de educación y sensibilización sobre genética, así como también a que el tema no este incluido en el programa académico de la Facultad de Medicina de la Universidad de San Carlos (no siendo este el caso en otras

---

<sup>(1)</sup> Dr. Calgua Erwin. 2007. Biotecnología Aplicada a la salud. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Medicas (Entrevista personal)

universidades) y que excepto por charlas magistrales esporádicas que se dan en el transcurso del pre y postgrado, los estudiantes no cuentan con una formación longitudinal, sólida y complementaria sobre genética a lo largo de su formación profesional o de especialidad.

Esto se puede reflejar en el hecho de que en algunas ocasiones residentes de pediatría solicitan pruebas especializadas en pacientes con sospecha clínica de enfermedad genética, sin contar antes con los resultados de pruebas de laboratorio rutinarias (glicemia, pruebas renales, lactato, amonio sérico, orina y heces). Ya que si se encuentran alteraciones en éstas últimas, sí está indicado realizar otras especializadas.<sup>(3)</sup>

En Guatemala se dispone de diagnóstico con pruebas citogenéticas y tratamiento genético para algunas enfermedades.<sup>(4)</sup> <sup>(5)</sup>Al haber un desconocimiento sobre el uso de las pruebas genéticas, se provocaría una pérdida de oportunidad para los pacientes de realizar un diagnóstico, pronóstico y tratamiento disponible actualmente, con los consiguientes daños para la salud de la población, que puede ser irreversible como en el caso de las enfermedades metabólicas. Además las pruebas especializadas representan un gasto significativo en la atención de los pacientes,<sup>(3)</sup> y un uso inadecuado del mismo representa un alto consumo de recursos institucionales.<sup>(1)</sup> Es importante recordar que las aplicaciones de las pruebas genéticas son útiles en todas las etapas de la vida como una herramienta para determinar riesgo y tomar medidas de prevención.

## • Citogenética

No se dispone de pruebas citogenéticas en los hospitales estudiados, por lo que cuando se necesite realizar una de éstas se debe realizar fuera de la institución, específicamente en el Laboratorio de Cardiogenética.

Se observó que 56.6% (**112/198**) del total de los estudiantes de postgrado conocía la definición de citogenética. En el departamento de Pediatría 54.0% (**53/98**) y en Ginecoobstetricia 59.0% (**59/100**) de los residentes conocían la definición. También se observó que del total de los estudiantes de pregrado 49.2% (**156/317**) conocía sobre el tema. En el departamento de Pediatría 49.7% (**85/171**) de Pediatría y en Ginecoobstetricia 48.6% (**71/146**) de los estudiantes de pregrado conocían la definición.

Asimismo se identificó que 30.3% (**60/198**) del total de los estudiantes de postgrado conocían las pruebas citogenéticas disponibles en el país, en Pediatría 30.6% (**30/98**) y en Ginecoobstetricia 30.0% (**30/100**) de los residentes conocían dichas pruebas. Del total de los estudiantes de pregrado 26.8% (**85/317**) conocían las pruebas, de ellos 26.3% (**45/171**) y 27.4% (**40/146**) de Ginecoobstetricia sabían sobre las pruebas disponibles.

El 47.9% (**247/515**) de la población estudiada desconoce el tema de citogenética. El desconocimiento encontrado sobre la definición de citogenética podría ser lo esperado debido a que se está iniciando recientemente un programa de biología molecular como parte del estudio de las ciencias básicas en la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el primer año de la carrera.<sup>(4)</sup>

En Guatemala se detectan 4 translocaciones cromosómicas (9-22, 12-21, 4-11, 15-17) en pacientes pediátricos con leucemia, lo cual tiene valor pronóstico para decidir las opciones terapéuticas.<sup>(4)</sup> Asimismo, ya se inició terapia génica en una paciente pediátrica con mucopolisacaridosis tipo VI.<sup>(5)</sup> El desconocimiento en los estudiantes de medicina de la citogenética y su disponibilidad en el país tiene el impacto en los pacientes de no tener un manejo adecuado de sus necesidades de salud, con la

---

<sup>(3)</sup> Dr. Silva Gabriel. 2007. Realización de Pruebas Genéticas. Guatemala, Clínica de Cardiogenética y Consejo Genético. (Entrevista Personal)

<sup>(4)</sup> Dr. García Alberto. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Médicas, (Entrevista Personal)

<sup>(5)</sup> Dr. Cabrera Julio. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Guatemala, Hospital General San Juan de Dios. (Entrevista Personal)

<sup>(1)</sup> Dr. Calgua Erwin. 2007. Biotecnología Aplicada a la salud. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Médicas (Entrevista personal)



consiguiente pérdida de oportunidad de un diagnóstico, pronóstico y tratamiento adecuado lo cual incidirá en su calidad de vida.

- **Alimentos Genéticamente Modificados**

En los hospitales se utilizan medicamentos genéticamente modificados, los cuales son desarrollados, en base a la tecnología de ADN recombinante. Esta tecnología es la misma que se utiliza en el campo agrícola para el desarrollo de alimentos genéticamente modificados. Aunque estos últimos no tienen una implicación directa en el campo salud, debemos recordar que éstos constituyen un apoyo para la seguridad alimentaria a pesar de que se desconozca efectos colaterales en la salud.

Se observó que 42.4% (**84/198**) del total de los estudiantes de postgrado conocían la técnica para el desarrollo de alimentos genéticamente modificados. En el departamento de Pediatría 44.9% (**44/98**) y en Ginecoobstetricia 40.0% (**40/100**) de residentes participantes conocían la técnica. También fue posible observar que 46.1% (**146/317**) del total de los estudiantes de pregrado conocían dicha técnica. En el departamento de Pediatría 45.0% (**77/171**) y en Ginecoobstetricia 45.2% (**66/146**) de los estudiantes d pregrado participantes conocía que era la misma técnica.

Respecto al conocimiento de que la técnica utilizada para la producción de alimentos genéticamente modificados se basa en el mismo principio (ADN recombinante) usado para la producción de la vacuna de Hepatitis B, se observó que 21.7% (**43/198**) del total de los estudiantes de postgrados lo conocían. En el departamento de Pediatría 8.1% (**16/198**) y en Ginecoobstetricia 27.0% (**27/100**) de los residentes conocían al respecto. También se observó que del total de los estudiantes de pregrado 14.2% (**45/317**) conocían que era la misma técnica. En el departamento de Pediatría 14.0% (**24/171**) y en Ginecoobstetricia 14.4% (**21/146**) conocían el principio.

Actualmente el CONCYT junto con otras instituciones han desarrollado un plan para el mejoramiento de alimentos, entre las acciones que este plan contempla se incluye la divulgación de los resultados de los mismos. El desconocimiento de los estudiantes de medicina sobre este tema demuestra que este grupo no ha sido alcanzado en dicha divulgación.

El desconocimiento en los estudiantes que la tecnología de ADN recombinante se aplica tanto para alimentos como para medicamentos puede deberse a que este tema no se incluye en el pensum de estudios de pregrado y postgrado.

En el mes de marzo de 2007 se aplicó en Guatemala el primer tratamiento genético, basado en la tecnología de ADN recombinante, para una paciente pediátrica con mucopolisacaridosis.<sup>(5)</sup> El desconocimiento en los estudiantes de las implementaciones que esta tecnología puede tener trae como consecuencia que los pacientes pierdan oportunidad de optar a esta clase de tratamientos, debido a que ignoran su existencia.

- **Células Madre de Sangre de Cordón Umbilical**

Históricamente el estudio de células madre inició hace más de un siglo, pero no fue hasta en el siglo XXI en el que se ha iniciado su aplicación en terapia celular.

En los hospitales estudiados no se cuenta con la infraestructura ni equipo necesario para la instalación de un área destinada al almacenaje y criopreservación de células madre para tratamiento e investigaciones futuras en este campo biotecnológico. Se observó que 27.3% (**54/198**) del total de los estudiantes de postgrado conocían la definición, fuentes y aplicación de las células madre. En este grupo se observó que en el departamento de Pediatría 26.5% (**26/98**) y en Ginecoobstetricia 28% (**28/100**) de los residentes participantes conocía al respecto. Se observó también que 21.5% (**68/317**) del total de los estudiantes de pregrado conocían al respecto. En el departamento de Pediatría 22.2% (**38/171**) y en Ginecoobstetricia 20.5% (**30/146**) sabían sobre células madre.

---

<sup>(5)</sup> Dr. Cabrera Julio. 2007. Aplicaciones de Biotecnología en Salud. Guatemala, Hospital General San Juan de Dios. (Entrevista Personal)

En Guatemala la posibilidad de almacenaje y criopreservación de este material biológico en la infraestructura adecuada es muy reciente (solo la empresa Stem Care cuenta con un laboratorio especializado que posee el equipo y recurso humano necesario para realizar este proceso en el país) , lo cual puede tener impacto en el desconocimiento de los estudiante de postgrado, reflejo de esto es que el 35.2% **(19/54)** de los residentes que conocían sobre células madre identificó la existencia en el país de instituciones que brindan el servicio. Sin embargo de éstos sólo 21.0% **(4/19)** enunció a las instituciones que proporcionan el mismo.

De los estudiantes de pregrado que conocían sobre células madre 32.4% **(22/68)** sabían de la existencia de instituciones que brindan el servicio en el país, de los cuales solamente 4.5% **(1/22)** enunció a las instituciones que proporcionan el mismo.

Estos resultados evidencian que la mayoría de la población de los hospitales estudiados desconoce acerca de este tema y las instituciones que brindan el servicio en el país. Este fenómeno puede ser reflejo de que este tema no figura en el pensum de estudios tanto de postgrado como de pregrado y asimismo a la falta de divulgación por parte de las instituciones que prestan el servicio.

El desconocimiento en los residentes de Ginecoobstetricia puede traducirse en pérdida de oportunidades, debido a que ellos a través de una consejería adecuada durante el control prenatal pueden promover el uso de esta posibilidad biotecnológica para el futuro tratamiento y prevención de enfermedades.

## • Fuentes de Información

En pregrado las principales fuentes de información señaladas fueron en orden descendente revistas científicas (41.3%), libros de texto (24.9%) e Internet (10.0%). Solamente 8.8% **(28/317)** de los estudiantes indicaron que los temas formaban parte del pensum de estudio.

En postgrado las principales fuentes de información señaladas fueron en orden descendente revistas científicas (43.0%), libros de texto (25.2%) e Internet (11.9%). Solamente 9.6% **(19/198)** de los estudiantes indicaron que los temas formaban parte del pensum de estudio.

## 10. Conclusiones

1. El 90.5% de los estudiantes de pregrado y postgrado de los hospitales escuela a estudio desconocen sobre la definición y técnica adecuada del tamizaje neonatal.
2. El 93.9% de los estudiantes de pregrado y postgrado de los hospitales escuela a estudio desconocen sobre las indicaciones y aplicaciones de las pruebas genéticas.
3. De los estudiantes de pregrado y postgrado de los hospitales escuela a estudio 48% desconocen sobre la definición de citogenética y 71.8% desconocen de la disponibilidad de estas pruebas en el país.
4. El 76.3% de los estudiantes de pregrado y postgrado de los hospitales escuela a estudio desconocen sobre la definición, fuentes y aplicaciones de células madre de cordón umbilical y 74.9% no identifican instituciones que conservan células madre de sangre de cordón umbilical en el país.
5. De los estudiantes de pregrado y postgrado de los hospitales escuela a estudio 17.11% conocen la técnica que se usa para el desarrollo de alimentos genéticamente modificados.
6. Las fuentes de información referidas con mayor frecuencia tanto en los estudiantes de pregrado como de postgrado fueron las revistas científicas (42.4%), libros de texto (25.0%), televisión (4.4%), Internet (10.8%) y congresos (4.5%).
7. Se identificaron varias instituciones y personas que actualmente implementan biotecnología aplicada a la salud en el país. (Ver Anexo 4)



## **11. Recomendaciones**

A la Facultad de Ciencias Médicas

1. Incluir en el pensum de pregrado y postgrado temas acerca de Genética y Biotecnología aplicada a la salud, enfocado en mejorar la detección, pronóstico y tratamiento de enfermedades.
2. Incluir en el pensum de pregrado y postgrado de Pediatría y Ginecoobstetricia, las implicaciones clínicas, éticas y psicológicas de las pruebas genéticas y el uso de las mismas.
3. Realizar investigaciones que busquen establecer los factores causales, del desconocimiento sobre biotecnología aplicada a la salud en los estudiantes de pregrado y postgrado de la carrera de Médico y Cirujano en el país.

Al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

4. Fomentar la divulgación e investigación de biotecnología aplicada a salud, por parte de las autoridades sanitarias en el país por medio de congresos y/o talleres.
5. Mejorar el Programa de Tamizaje Neonatal en Guatemala a través de campañas educativas al personal de salud y pacientes así también con el suministro de equipo, reactivos y personal calificado para la realización de la prueba de hipotiroidismo congénito y evaluar la inclusión de estudios para otras enfermedades.

A las autoridades de los hospitales incluidos en el estudio

6. Comunicar al personal de salud de los hospitales escuela, donde se realizó el estudio, acerca de los resultados de éste. Así como de la existencia de personas o instituciones que actualmente en el país realizan: tamizaje neonatal, tamizaje genético, citogenética, células madres de sangre de cordón umbilical y alimentos genéticamente modificados.



## 12. Referencias Bibliográficas

1. Alimentos genéticamente modificados: buenos o malos. [en línea] disponible en: Página WWW [<http://www.solomujeres.com/Nutrientes/Geneticamente.html>]. 29 de enero de 2007.
2. Barba Evia, JR. Tamiz neonatal: una estrategia en la medicina preventiva. Rev Mex Patol Clin 2004 jul-sep;51(3):130-144
3. Bioseguridad y transgénicos en Guatemala.[en línea]disponible en: Página WWW [<http://www.grain.org/biodiversidad/?id=277>]. 29 de enero de 2007.
4. Bolaños, Rosa M, Smith, E. Transgénicos, ¿solución a la falta de alimentos? [en línea] disponible en: Página WWW [<http://www.prensalibre.com.gt/pl/2005/octubre/31/126671.html>]. 27 de enero de 2007
5. Copeland, EA. Medical progress: haematopoietic stem-cell transplantation. New Engl J Med. 2006 April 27;(17): 354:1813-1826.
6. Cossio, Gladis "Tamizaje neonatal". [en línea] disponible en: Página WWW [<http://mensual.prensa.com/mensual/contenido/2006/11/24/hoy/opinion/807385.html>] 27 de enero de 2007
7. Cytogenetics. [en línea] disponible en: Página WWW [[http:// en. wikipedia.org/wiki/Cytogenetic](http://en.wikipedia.org/wiki/Cytogenetic)]. 31 de enero de 2007
8. De Alejandro SI., et.al. Gnoseología. Madrid:Biblioteca de Autores Cristianos, 1969. 44p.
9. El alimento del futuro: ¿es seguro consumir alimentos modificados genéticamente?. [en línea] disponible en: Página WWW [[http://www.bionetonline.org/castellano/content/ff\\_cont6.htm](http://www.bionetonline.org/castellano/content/ff_cont6.htm)]. 29 de enero de 2007
10. El día de hoy somos 13 millones, 028,720 habitantes en Guatemala. [en línea] disponible en: Página WWW [[http:// Guatemala.unfpa.org/comunicado%20INE%20población%202006.pdf](http://Guatemala.unfpa.org/comunicado%20INE%20población%202006.pdf)]. 2 de febrero de 2007
11. Gluckman, E. Haematopoietic stem-cell transplants using umbilical-cord blood. N Engl J Med 2001 June 14;(24):344:1860-1861
12. Gomella, TL. et al. Thyroid disorders in Neonatology: management, procedures, on-call problems, diseases and drugs\_ 4ed. 1999. New York: Lange Medical Books. 546-549 p.
13. Hotzman NA, Watson MS Promoting safe and effective genetic testing in the United States: final report of the Taskforce on Genetic Testing. [en línea] disponible en: Página WWW [[http:// www. genome. gov / 10001733](http://www.genome.gov/10001733)]. 2 de febrero de 2007.
14. La Franchi; Stephen et al Trastorno de la Glándula Tiroides, En: Nelson Tratado de Pediatría 17<sup>a</sup> ed. Madrid, España: Elsevier, 2004 pp.1872-1877.
15. Marrero-González N, C. Rodríguez Fernández. Hipotiroidismo historia e impacto del tamizaje. Rev Miomed 2000 oct.-dic. ;11(4):283-292
16. McDonald D. Citogenética básica. [en línea] disponible en: Página WWW [[http:// www2.uah.es/biomodel/citogene/dynacare/geninfo.htm](http://www2.uah.es/biomodel/citogene/dynacare/geninfo.htm)]. 31 de enero de 2007.

17. Meyer EA. *et al.* Cord blood: establishing a national hematopoietic stem cell program; Comitee on Establishing a National Cord Blood Stem Cell Bank Program. Washington: National Academies Press. 2005. 314p.
18. National Institute of Health. Stem cell information homepage. [en línea] disponible en: Página WWW [<http://stemcells.nih.gov/index.asp>]. 27 de enero de 2007.
19. Núñez Almache, O. Hipotiroidismo congénito. *Pedítrica* 2003 julio a diciembre; 5(2):93-100.
20. Ok, L, TK Kuo. Aislamiento de células madre mesenquimatosas multipotenciales de la sangre del cordón umbilical. *Boletín Médico*, Oct 2003;(1): 1:3.
21. Oliva Aguilera, MP. Frecuencia de hipotiroidismo congénito en Guatemala. Tesis (Química Bióloga) – Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala, 2004. 68 p.
22. Orellana, Patricia. Yodo para vivir saludable. [en línea] disponible en: Página WWW [<http://www.prensalibre.com.gt/pl/2007/febrero/02/162415.html>]. 2 de febrero de 2007
23. Organización Mundial de la Salud. ¿20 preguntas sobre alimentos genéticamente modificados (GM)? [en línea] disponible en: Página WWW [[http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/en/20questions\\_es.pdf](http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/en/20questions_es.pdf)]. 27 de enero de 2007.
24. Prentice, DA. Current science of regenerative Medicine with stem cells. *J Invest Med* 2006 Jan ;54(1):33-37.
25. Pusztai, Arpad. Alimentos genéticamente modificados: ¿son un riesgo para la salud animal o humana? [en línea] disponible en: Página WWW [<http://www.actionbioscience.org/esp/biotech/pusztai.html>]. 29 de enero de 2007.
26. Ried T. Cytogenetics – in color and digitized. *New Engl J Med* 2004 Apr 15;(16):350:1597-1600
27. Rodríguez Viviana, Células madre: Conceptos Generales y Perspectivas de Investigación. *Revista de la Facultad de Ciencias PONTIFICIA UNIV.JAVERIANA* 2005; 10 (1): 5-14
28. Rogan PK, Population genetic screening: principles and applications. [en línea] disponible en: Pagina WWW [[http://www.cytogenomix.org/public\\_html/Course/Populationgeneticscreening.pdf](http://www.cytogenomix.org/public_html/Course/Populationgeneticscreening.pdf)]. 27 de enero de 2007.
29. Rolz Asturias, CE. Foro: genética nueva, alimentos y agricultura: descubrimientos y dilemas sociales. Comisión de Biotecnología, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Informe final. Guatemala: 2005 pp. 1-10.
30. Sharkey, FH, et al. Chromosome analysis: what and when to request. *Arch Dec Child* 2005 Dec; 90:1264–1269.
31. Srour, F. et. al. High-efficiency recovery of functional haematopoietic progenitor and stem cells from human cord blood cryopreserved for 15 years. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2003 Jan 21; 100(2): 645–650.
32. Transgénicos en Costa Rica [C.R.] ACAPRO [et al.] 42 p.
33. Villareal Pérez J. *et. al.* Programa de tamiz neonatal, detección de errores innatos del metabolismo. México. 2001 40p.



### 13. Anexos

#### Anexo 1. Población a estudio

Hospital	Departamento	Cargo	Población total	Población que participó	Población faltante
Pedro de Bethancourt Antigua Guatemala	Maternidad	Externos	26	26	0
		Internos	5	5	0
	Pediatria	Externos	26	25	1
		Internos	10	10	0
Nacional de Cuilapa	Maternidad	Internos	7	7	0
		Residentes	12	12	0
	Pediatria	Internos	6	6	0
		Residentes	10	10	0
Instituto Guatemalteco de Seguridad Social	Maternidad	Externos	26	26	0
		Residentes	32	29	3
	Pediatria	Externos	27	26	1
		Residentes	24	24	0
Roosevelt	Maternidad	Externos	26	26	0
		Internos	11	11	0
		Residentes	36	30	6
	Pediatria	Externos	45	41	4
		Internos	29	22	7
		Residentes	40	38	2
General San Juan de Dios	Maternidad	Externos	28	28	0
		Internos	20	17	3
		Residentes	34	29	5
	Pediatria	Externos	26	26	0
		Internos	16	15	1
		Residentes	29	26	3
TOTAL			551	515	36

## Anexo 2. Instrumento de Recolección de Datos

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ciencias Médicas

“CONOCIMIENTO DE ESTUDIANTES DE PREGRADO Y POSTGRADO DE PEDIATRÍA Y GINECOOBSTETRICIA EN LOS HOSPITALES ESCUELA SOBRE BIOTECNOLOGÍA APLICADA A LA SALUD: TAMIZAJE NEONATAL, PRUEBAS GENÉTICAS, CITOGÉNICA, ALIMENTOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS Y CÉLULAS MADRE DE SANGRE DE CORDÓN UMBILICAL MARZO ABRIL 2007”

### Cuestionario

Instrucciones: El presente cuestionario debe contestarse con lapicero. Las preguntas de opción múltiple deberá responderlas encerrando en un círculo la letra que considere correcta. Las respuestas abiertas deberán contestarse en las líneas en blanco; si desconoce la respuesta anote “No sé”. En las casillas marque con una “X” la opción adecuada.

Hospital: \_\_\_\_\_

Departamento: Pediatría ☐ Ginecoobstetricia ☐

Actualmente se desempeña como:

Residente ☐

Interno ☐

Externo ☐

Universidad en la que estudió (si usted es residente) o estudia el pregrado:

Universidad de San Carlos de Guatemala ☐

Universidad Francisco Marroquín ☐

Universidad Mariano Gálvez ☐

1. ¿Defina qué es tamizaje neonatal?

- a) Estudio que se realiza antes del parto para detectar enfermedades en el feto.
- b) Es el estudio para seleccionar, identificar y clasificar enfermedades en el recién nacido, antes de que éstas se manifiesten, para prevenir secuelas.
- c) Estudio que permite identificar únicamente enfermedades infecciosas en el recién nacido.
- d) Ninguna de las anteriores.
- e) Desconoce que es tamizaje neonatal.

Si su respuesta fue “e”, dejar en blanco las preguntas 2 a la 5 y continúe con la pregunta No. 6.

2. ¿Cuál o cuáles de las siguientes enfermedades se pueden detectar con el tamizaje neonatal?

- a) Hipotiroidismo congénito
- b) Fibrosis quística
- c) Hiperplasia suprarrenal congénita
- d) Todas las anteriores son correctas
- e) Ninguna de las anteriores es correcta

3. ¿Cuál es la importancia de tomar en tiempo adecuado la prueba de tamizaje neonatal para detección de hipotiroidismo congénito?
- a) Por el riesgo de falsos positivos, ya que la hormona se encuentra elevada por el estrés del parto.
  - b) No existe implicación importante en cuanto al tiempo de toma de muestra.
  - c) Por el riesgo de falsos negativos ya que la hormona se encuentra elevada por el estrés del parto.
  - d) Por el riesgo de falsos positivos ya que la hormona se encuentra disminuida después del parto.
4. ¿A qué edad después del nacimiento se debe tomar la muestra de tamizaje neonatal para detección de hipotiroidismo congénito?
- a) Inmediatamente después del nacimiento.
  - b) Dentro del tercero al séptimo día de vida del recién nacido.
  - c) No importa la edad del recién nacido para tomar la muestra.
  - d) Veinticuatro horas después del nacimiento.
5. ¿Existen en Guatemala hospitales donde se realice la prueba de tamizaje neonatal rutinariamente?
- Sí      ☐                      No      ☐
6. En el “tamizaje genético” se busca identificar personas que tengan genotipos poseedores de las siguientes características:
- a) Se asocian a enfermedades o predisponen a las mismas
  - b) Pueden producir enfermedad en los descendientes de las personas poseedoras
  - c) Producen otras variaciones que se desconoce si se asocia con enfermedades
  - d) Cualquiera de las anteriores
  - e) Ninguna de las anteriores
7. ¿De las siguientes opciones, cuál o cuáles son indicaciones para realizar pruebas genéticas en un paciente pediátrico:
- a) Anomalías del crecimiento iniciadas en el período prenatal
  - b) Epilepsia severa sin explicación
  - c) Historia familiar sugestiva
  - d) Diagnóstico de un síndrome específico sospechado
  - e) Todas las anteriores
8. Los resultados de pruebas predictivas genéticas se usan en la práctica clínica para:
- a) Determinar si una persona desarrollará una enfermedad
  - b) Reemplazar los riesgos individuales basados en datos poblacionales o historia familiar por riesgos basados en el genotipo.
  - c) A y B son correctos
  - d) Ninguna es correcta

9. ¿Qué es citogenética?

- a) Se encarga del estudio del ADN y ARN de cada cromosoma
- b) Es el estudio de los cromosomas y las enfermedades relacionadas, causadas por un número y/o estructura anormales de los mismos
- c) A y B son correctas
- d) Ninguna de las anteriores es correcta.

10. Actualmente, ¿qué pruebas citogenéticas están disponibles en el país?

- a) Cariotipo y alto bandeo
- b) FISH y bandeo estándar
- c) Micro array CGH
- d) A y B son correctas
- e) Todas son correctas

11. ¿Existen en el país instituciones privadas o públicas o personas que realicen cariotipo?

Sí ☐

No ☐

No sabe ☐

¿Cuáles/Quiénes?

---

---

---

12. ¿Qué tecnología se utiliza para el desarrollo de alimentos genéticamente modificados?

- a) Radioinmunoanálisis
- b) Microarray CGH
- c) ADN recombinante
- d) ARN recombinante
- e) Ninguna de las anteriores

13. De los siguientes enunciados, señale el correcto.

- a) La técnica utilizada para desarrollar alimentos genéticamente modificados es la misma que la usada para la vacuna de la hepatitis “B”
- b) La técnica utilizada para desarrollar alimentos genéticamente modificados difiere de la usada para la vacuna de la hepatitis “B”
- c) La tecnología para desarrollar la vacuna de la hepatitis “B” hace uso del alto bandeo
- d) b y c son correctas
- e) Ninguna de las anteriores es correcta

14. ¿Cuál o cuáles de los siguientes alimentos ya están en el mercado como “alimentos genéticamente modificados”?

- a) Soya
- b) Maíz
- c) Tomates
- d) Todos los anteriores
- e) Ninguno de los anteriores

15. ¿Se consumen actualmente en el país alimentos genéticamente modificados?

Sí ☐ No ☐ No sabe ☐  
¿Cuáles? \_\_\_\_\_

16. ¿Qué son las células madre?

- a) Son células indiferenciadas que tienen la capacidad de dividirse indefinidamente sin perder sus propiedades y llegar a producir células especializadas.
- b) Células diferenciadas que no pueden dividirse constantemente.
- c) Células que al dividirse pierden sus propiedades.

17. ¿Cuáles de las siguientes son fuentes de células madre?

- a) Médula ósea
- b) Sangre del cordón umbilical
- c) Sangre periférica
- d) Todas son correctas

18. De las siguientes opciones señale la (las) aplicaciones de las células madre del cordón umbilical.

- a) Transplante alogénico o autólogo para el tratamiento de enfermedades hemato-oncológicas.
- b) Medicina regenerativa.
- c) No tiene ninguna utilidad en medicina
- d) A y B son correctas

19. ¿Existen en el país instituciones públicas o privadas que presten el servicio de almacenamiento y criopreservación de las células madre?

Sí ☐ No ☐ No sabe ☐

¿Cuáles? \_\_\_\_\_

20. ¿Cuál o cuáles son las fuentes de información en donde usted ha leído acerca de los temas encuestados (citogenética, alimentos genéticamente modificados, pruebas genéticas y tamizaje neonatal)?

Revistas científicas ☐

Libros de texto ☐

Tesis ☐

Forma parte del pensum de estudios de su facultad ☐

Otros ☐

Especifique \_\_\_\_\_

### Anexo 3. Consentimiento Informado

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Respetable Doctor, Doctora Estudiante Mi nombre es: \_\_\_\_\_

El propósito de abordarle a usted el día de hoy es para solicitarle su colaboración en este proceso de investigación como parte de un trabajo de graduación. Dicho trabajo tiene el objetivo de explorar los conocimientos que usted posee sobre Biotecnología aplicada a la salud en sus cinco campos, así como de la infraestructura de ésta en nuestro país.

El cuestionario que se realizará será anónimo, consta de 20 preguntas cerradas, y su participación en la investigación garantiza totalmente la confiabilidad de la información obtenida. En ningún momento se extraerán muestras de sangre, o materiales biológicos ni se pondrá en riesgo su vida.

Los beneficios que obtendremos con su participación serán conocer la situación actual de Biotecnología en nuestro país. Se publicarán solamente los resultados de los cuestionarios y al finalizar, la información la podremos compartir con usted a través de una charla donde se le informará de los resultados sobre los conocimientos e infraestructura de la biotecnología en nuestro país.

Sin en algún momento usted por algún motivo decide no continuar el cuestionario, lo puede hacer ya que esto es voluntario y en ningún momento tendrá repercusión alguna sobre su persona o institución laboral.

Yo \_\_\_\_\_ he sido explicado ampliamente del proyecto, así como de sus objetivos y beneficios, por lo que doy mi consentimiento para realizar dicho cuestionario.

\_\_\_\_\_  
FIRMA

#### Anexo 4. Pruebas biotecnológicas disponibles en el país

Nombre	Cargo y/o Profesión	Dirección	Teléfono	Estudios que realizan	Observaciones
Stem Care (A)	Banco de Células Madre de sangre de cordón umbilical	0 calle "C" 17-43 Colonia el Maestro, Zona 15	(502) 2369 1614 Ext. 102 y 109 <a href="http://www.stem-care.com">www.stem-care.com</a>	❖ Almacenamiento y criopreservación de células madre de sangre de cordón umbilical en Guatemala	Este banco de células madre de sangre de cordón umbilical inició sus labores de almacenaje y criopreservación en el país en el año 2006, estando avalado por el Colegio de Químicos Biólogos de Guatemala y el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
Dr. Gabriel Silva (B)	Pediatra, Genetista Clínico y Citogenetista	Clinica de Cardiogenética y Consejo Genética, UNICAR, Departamento de Pediatría Fundación Aldo Castañeda  Obras Sociales Hermano Pedro, Antigua Guatemala	(502) 24724053 al 55 Ext. 151  Cel.:53854403,	❖ Cariotipo de alto bandeó ❖ FISH ❖ PCR multiplex ❖ Southern Blott	El Dr. Silva ha realizado investigaciones de errores innatos del metabolismo, encontrando 15% casos positivos (anormalidades del ciclo de la urea y 5 casos de hipotiroidismo). Así como el inicio de la identificación de la distrofia. El tipo de cariotipo que el Dr. Silva realiza es el alto bandeó según protocolo de la Universidad de Baylor. Asimismo está realizando un estudio de los rearreglos balanceados y no balanceados de los cromosomas involucrados en las cardiopatías congénitas.
Dra. Lucrecia Escalante Dr. Nery Velásquez (C)	Patólogo y Citogenetista  Patólogo y Citogenetista	6ta. Av. 7-39 zona 10, Edificio Las Brisas	(502) 23324126, 23626247 y 57088472  E-mail: <a href="mailto:snffe@intelnet.net.gt">snffe@intelnet.net.gt</a>	❖ Cariotipos SP, GPG y alto bandeó ❖ FISH ❖ Identificación de: cromosoma Philadelphia, deleción de D'George, Triploidias y problemas cardíacos.	La Dra. Escalante realiza los cariotipos en sangre periférica, fluido amniótico, productos de aborto, cordón umbilical, vellosidades coriónicas y médula ósea. También la detección de HER 2 en cáncer de mama. Próximamente tendrá a la disposición la identificación de azoospermia y oligospermia.

Nombre	Cargo y/o Profesión	Dirección	Teléfono	Estudios que realizan	Observaciones
Licenciada Eyda Mendía (D)	Directora del Área IQBBB*, Universidad Mariano Gálvez	Universidad Mariano Gálvez 3ª. Av. 9-00 Finca El Zapote, Zona 2	(502) 22891421, Ext. 176  PBX (502) 24111800 Ext. 1176 y 1177	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Pruebas de paternidad,</li> <li>❖ Diagnóstico microbiológico, certificaciones de raza y</li> <li>❖ Pruebas de compatibilidad para trasplante.</li> </ul>	El IQBBB* de la Universidad Mariano Gálvez cuenta con un laboratorio bastante completo y con la capacidad para realizar una gran variedad de pruebas.
Dr. Alberto García  Dr. César Vásquez  (E)	Ginecoobstetra, Jefe de Área de Biología, Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala	Centro Universitario Metropolitano (CUM) 9ª. Av. 9-45 zona 11 Edificio "D", 1er. Nivel	E-mail: <a href="mailto:dralbertogg@yahoo.com">dralbertogg@yahoo.com</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Reacción de Cadena de Polimerasa (PCR) RT (transcriptasa reversa)</li> </ul>	El Dr. García inició en julio del año 2006 a utilizar PCR para la detección de 4 translocaciones cromosómicas (9-22, 12-21, 4-11, 15-17) las cuales son útiles para definir el pronóstico y tratamiento de leucemias, principalmente en pacientes con leucemia reportando a 3 pacientes positivos para translocaciones. Próximamente iniciará la detección de los principales serotipos de Virus de Papiloma Humano (HPV) implicados en el cáncer de cérvix.
Cryo Cell (F)	Banco de Células madre de sangre de cordón umbilical	Avenida La Reforma 13-70 zona 9 Edificio Real Reforma Nivel 7, Oficina 7B	(502) 23340727  <a href="http://www.cryo-cell.com">www.cryo-cell.com</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Recolección y envío de sangre de cordón umbilical para su almacenamiento en el extranjero.</li> </ul>	Esta institución se encuentra prestando su servicio en el país desde el año 2004 para la recolección y posterior envío de este tejido al extranjero.

\* Instituto de Investigaciones Químicas, Biológicas, Biomédicas y Biofísicas