

Proyecto genoma humano. Problemas éticos a considerar en las carreras de ciencias naturales

Human genome project. Ethical problems to consider in natural science races

Roxy Leonor Salvador Jiménez¹ rsalvador@uclv.edu.cu

Resumen

En la actualidad dado el vertiginoso ritmo del progreso científico técnico el estado de la naturaleza constituye una preocupación consciente de la sociedad, pues la naturaleza al seguir siendo medio se transforma al tiempo en fin. De esta manera la relación de los hombres con la naturaleza adquiere sentido moral. La actitud moral hacia la naturaleza adquiere una forma específica cuando se trata de la naturaleza viva. En relación con lo anterior los resultados científicos obtenidos en el proyecto sobre el Genoma Humano (P.G.H) no siempre han sido utilizados de manera adecuada, algunos científicos han contribuido a prevenir los peligros que entraña el avance de la genética y se han opuesto a la explotación comercial de los datos del genoma; sin embargo alrededor de esta problemática se han dado problemas éticos porque se presentan situaciones que reclama o al menos requiere una acción a emprender, esta acción se presenta como dependiente de una verdadera responsabilidad y las características de la situación no bastan por sí solas para orientar la acción. En esta investigación se hace un análisis de, los principales problemas éticos resultado de la manipulación inescrupulosa de estos conocimientos y se dan propuestas metodológicas de cómo abordar los mismos desde el proceso de enseñanza aprendizaje en las carreras de Ciencias naturales.

Palabras claves: Problemas éticos, Proyecto Genoma Humano, Proceso de enseñanza aprendizaje.

Abstract

Nowadays, given the vertiginous rhythm of scientific and technical progress, the state of nature constitutes a conscious concern of society, since nature, by remaining medium, transforms into time into an end. In this way the relationship of men with nature acquires a moral sense. The moral attitude toward nature acquires a specific form when it comes to living nature. In relation to the above, the scientific results obtained in the project on the Human Genome (HGP) have not always been used properly, some scientists have helped to prevent the dangers involved in the advancement of genetics and have opposed the exploitation commercial genome data; However, around this problem there have been ethical problems because there are situations that demand or at least require an action to be undertaken, this action is presented as dependent on a real responsibility and the characteristics of the situation alone are not enough to guide the action. In this research, an analysis is made of the main ethical problems resulting from the unscrupulous manipulation of this knowledge and methodological proposals are

¹ Doctor en Ciencias. Profesor Titular. Universidad de Las Villas. Cuba.

given on how to approach them from the teaching-learning process in Natural Sciences careers.

Key words: Ethical problems, Human Genome Project, Teaching-learning process.

Introducción

En la actualidad dado el vertiginoso ritmo del progreso científico técnico el estado de la naturaleza constituye una preocupación consciente de la sociedad, pues la naturaleza al seguir siendo medio se transforma al tiempo en fin. De esta manera la relación de los hombres con la naturaleza adquiere sentido moral. La naturaleza de por sí no es objeto de valoración moral, sino la actitud del hombre hacia la naturaleza.

La naturaleza no tiene restricciones morales algunas, estas se derivan de la práctica humana. La actitud moral hacia la naturaleza adquiere una forma específica cuando se trata de la naturaleza viva. La moral está llamada a contribuir con sus medios a que la naturaleza sirva al hombre el tiempo mayor posible con la mayor plenitud.

Uno de estos científicos excepcionales es Jeme Watson, Premio Nobel de medicina, codescubridor en 1953 con Fransic Crik de la estructura del ADN, el mismo publicó lo siguiente el 20 de junio del 2000 en Digital El País por Internet.

“Mi deseo de ayudar a la genética humana fue lo que me animó en 1968 a convertirme en uno de los primeros partidarios del Proyecto Genoma Humano, cuyo objetivo en aquel momento era hallar la secuencia de las aproximadamente 3000 millones de letras que forman nuestro código genético”.

“El congreso aceptó mi mensaje antes que muchos de mis colegas y asignó 3000 millones de dólares para que se gastaran a lo largo de 15 años”. “En el año 1988 me trasladé a Washington para dirigir el importante papel de los Institutos Nacionales de Salud. Desde el comienzo me esforcé por garantizar un proyecto internacional, también deseábamos que todos los datos aparecieran en Internet, de forma que se pudiera disponer de ellos de forma gratuita en todo el mundo”.

Como se evidencia en lo expresado por Watson, en el desarrollo del Proyecto Genoma Humano hay dos tendencias, los que desean que la información del Genoma sea patrimonio de la humanidad y los que quieren enriquecerse con el resultado de esta investigación. Esta contradicción en la comunidad científica de los países capitalistas más desarrollados que han apoyado y financiado el proyecto, de seguro ha traído problemas éticos. En esta investigación se hace un análisis de, los principales problemas éticos resultado de la manipulación inescrupulosa de estos conocimientos y se dan propuestas metodológicas de cómo abordar los mismos desde el proceso de enseñanza aprendizaje de la Biología Celular y Molecular en las carreras de perfil biológico.

Proyecto genoma humano. problemas éticos a considerar en las carreras de Ciencias Naturales

El proyecto sobre el Genoma Humano (P.G.H) es un programa internacional de investigación establecido con tres objetivos principales: propiciar un mapa genético de las posiciones relativas de los genes , dar un mapa físico de la posición real de los genes y determinar la secuencia de bases del ADN .

Los datos del P.G.H se almacenan en diversas bases de datos, por ejemplo, los datos sobre la cartografía de los genes en la base de datos sobre Genoma y los datos relativos a las secuencias del A.D.N de la Gen Bank estadounidense y el Laboratorio Europeo de Biología molecular.

Dos adversarios han participado en la carrera por secuenciar el material genético humano. El Consorcio Público Proyecto Genoma Humano (P.G.H) y la Empresa Privada Celera Genomics.

El P.G.H integrado por los Institutos Nacionales de Salud de EE.UU, el Departamento de Energía y la Fundación Británica, sin ánimo de lucro Wellcome Trust. Además hay algunos centros que han colaborado desde Francia y Japón. También P E Celera Genomics: Empresa con sede en Rockville, cerca de Washington, que está dirigida por el científico Craig Venter.

Dentro de los beneficios del proyecto se encuentran: posibilitará una nueva generación de fármacos diseñados racionalmente, puede personalizarse cada tratamiento para optimizarlo y evitar reacciones adversas, podrá saberse la predisposición de cada persona a cada enfermedad.

En materia investigación, gran parte de los experimentos más lentos se sustituirán por consultas en las bases de datos. La comparación del genoma humano de diferentes especies definirá los procesos básicos de la evolución El análisis del genoma de un tumor decidir la terapia génica contra el cáncer.

Conforme laboratorios privados avanzaban sobre la mina de oro que representa el genoma humano, surgen cuestionamientos de índole legal. ¿Quién es el dueño de esta información genética?

El presidente Bill Clinton y el Primer Ministro británico Tony Blair emitieron en marzo del 2000 un comunicado conjunto declarando que la información básica del genoma humano es patrimonio universal.

Al respecto expresaron:

“Para poder aprovechar al máximo toda la extensión de esta investigación, la información básica sobre el genoma, incluyendo la secuencia de A.D.N humano y sus variaciones debe estar a disposición de la comunidad científica en cualquier lugar del mundo”.

“El acceso a toda esta información resultaría un descubrimiento que reduciría el impacto de las enfermedades y mejoraría la calidad de vida de todo el género humano”. Afirmaron.

¿Qué sucedió en la realidad?

La firma Celera Genomics participó en la carrera para determinar la secuencia de genoma con la intención de sacar provecho de sus descubrimientos, quizás a través de la solicitud de patentes sobre genes individuales. La firma Patentes y Marcas de E.U en aquel momento otorgaron 2000 patentes sobre genes individuales.

Es interesante conocer que Watson el descubridor de la molécula de A.D.N, quien fue el iniciador del Proyecto Genoma Humano abandonó en 1993 el mismo, debido a la

intensión expresada por los Institutos Nacionales de Salud de EE.UU de patentar los datos crudos de la secuencia. Al frente del proyecto quedó el científico Collins, de 50 años de edad, especializado en genética humana. Este científico ha contribuido a prevenir los peligros que entraña el avance de la genética, por oponerse a la explotación comercial de los datos del genoma.

Venter, científico de 53 años, representa a la empresa Celera Genomics, fue médico militar en la guerra contra Vietnam, a su regreso a los EE.UU completó su formación biológica y comenzó a trabajar en el Instituto de Salud, cerca de Washington y allí no consiguió que le patentaran las secuencias que había logrado y decidió irse a otro sitio. La venta de patentes apresuradas, sin la aprobación del Congreso Norteamericano y el uso de esta información con fines de lucro traerá numerosos problemas éticos. La secuencia completa del genoma humano está disponible desde abril de 2003.

¿Qué es un problema ético?

Según Jean Lachierre en su artículo “el impacto de la ciencia y la tecnología en la ética” que se encuentra en el libro *Ética y Tecnología* de E. Poy Ramírez y Mario Alfaro, 1999/ “Hay un problema ético cuando se da una cuestión que reclama o al menos requiere una acción a emprender, cuando esta acción se presenta como dependiente de una verdadera responsabilidad y cuando las características de la situación no bastan por sí solas para orientar la acción”.

A nuestro modo de ver, los principales problemas éticos resultados de la manipulación inescrupulosa de estos conocimientos son los siguientes:

1. La genetización de la salud, el efecto determinista de los genes y por consiguiente los cambios de la definición misma del proceso salud enfermedad.
2. La enorme brecha entre la capacidad diagnóstica y terapéutica.
3. La invasión de la intimidad biológica del individuo.
4. La modificación del individuo y la sociedad a través de la selección de determinadas características con fines eugenésicos.
5. La predicción basada en el determinismo genético de los riesgos a padecer de enfermedades genéticas, de la calidad de vida y de la supervivencia del hombre.
6. La culpabilidad basada en el legado genético.
7. La discriminación genética o limitación del derecho a la igualdad.
8. Las patentes de materia viva y la creación de organismos transgénéticos.
9. El peligro de la clonación de seres humanos.
10. La terapia genética y sus riesgos.
11. La accesibilidad individual y universal a estos procedimientos diagnósticos y terapéuticos.
12. La tecnocratización de los servicios de salud.
13. El atentado a la biodiversidad.

La “genetización” de la salud:

Actualmente con los resultados preliminares del Proyecto Genoma Humano, los seguidores de la corriente del “determinismo genético” niegan el papel que ejercen los factores medioambientales, el entorno político, económico, social, los caracteres psicológicos, etcétera en la génesis y evaluación de las enfermedades, planteando que la relación dialéctica individuo-ambiente es anticientífica y falsa. Nadie discute, a la luz de los conocimientos actuales, la importancia de los genes en el desarrollo humano normal o patológico. Sin embargo cuando se le da mayor importancia a lo genético, se desvía la atención de lo social y del medio ambiente, que pueden tener mayor impacto causal, y se deja de ver al hombre como un ser social lo que es inadmisibles en el mundo contemporáneo por las implicaciones sociales que esto pudiera acarrear.

La insistencia en que “la constitución genética determina las diferencias entre los individuos”, propone un cambio radical en la definición misma del proceso salud-enfermedad, pues el equilibrio entre estos dos conceptos se desplazaría desde el ser humano total inmerso en su ambiente social e histórico, hacia la variación identificada en sus genes.

El fenómeno antes explicado traería grandes consecuencias ya que podría transformar a gente sana en enferma, por solo portar algunas variaciones genotípicas; se correría el riesgo de “medicalizar” aún más a la sociedad y ello conduciría (lo que es peor aún), al concepto erróneo y altamente discriminatorio de la existencia de una “constitución genética perfecta o ideal” ya que cualquier desviación de ella implicaría anomalía y/o enfermedad. El medio social se impregnaría en el “afán de la perfección genética” y de una actitud intolerable hacia todo lo que difiere de lo “presuntamente normal”.

La brecha entre la capacidad diagnóstica y terapéutica:

Uno de los problemas generados por el Proyecto Genoma Humano (en la actualidad), es que sus resultados solo ofrecen de inmediato posibilidades diagnósticas, lo que abre aún más la brecha entre la capacidad diagnóstica y terapéutica de la medicina moderna. Si bien se está avanzando en el campo de la terapia génica, esta modalidad terapéutica resulta aún muy remota para la resolución de la mayor parte de las enfermedades genéticas. Este abismo enorme entre la capacidad diagnóstica y terapéutica, genera dilemas éticos profundos, tanto para la sociedad, que se verá obligada a presenciar la predicción y el diagnóstico de múltiples enfermedades para las cuales no existen tratamientos nuevos, como para la medicina que se verá imposibilitada de resolver estos grandes problemas.

La invasión de la intimidad biológica:

El Proyecto Genoma Humano permitirá conocer la intimidad genética de los individuos y lo que es todavía más importante establecerá las bases para posible modificación. Pero resulta evidente que la posibilidad de manipular tal información por personas inescrupulosas, hará al hombre más vulnerable debido a la pérdida de su intimidad biológica, lo que pueda ser utilizado ampliamente en su contra

ocasionándole daños. El hecho de conseguir el consentimiento previo del interesado no garantiza la debida privacidad a la hora de manipular la información obtenida.

Por otra parte, la falta de protección de los grandes sistemas de intercambio de información y la conducta irresponsable de los científicos y tecnólogos a los cuales se les confíe tal información, pueden acarrear grandes problemas éticos relacionados con la invasión de la privacidad” y el irrespeto al derecho de cada individuo a la “confidencialidad”.

La modificación del individuo y la sociedad a través de la selección de determinadas características con fines eugenésicos:

Hipertrofiar el papel de los genes en las decisiones del desarrollo conduce a un enfoque reduccionista del mismo, porque el obviar la importante regulación que ejerce el medio extragénico, desde la propia célula hasta la sociedad, conduciría a un fatalismo genético, donde habrían “genes buenos” y otros “no tan buenos” que estigmatizarían a los individuos desde su niñez. Este hecho fundamentaría y justificaría la actitud de algunas personas que desde ya abogan por la práctica obligatoria de test génicos, de esterilizaciones forzadas, de abortos obligatorios y sobre todo por la modificación del individuo y la sociedad a través de la práctica sistemática de las técnicas de la terapia génica en células germinales, para inundar al mundo de individuos “sanos y perfectos”.

La predicción basada en el “Determinismo genético”.

La predicción del riesgo de enfermar de alguna patología genética, de la calidad de vida y de la supervivencia del hombre basado exclusivamente en el determinismo genético serían los errores más groseros en los que podría incurrir un médico de estos tiempos. Esta conducta antihumana, anticientífica basada en el “hereditarismo” podría causar serios trastornos psicológicos al individuo, a su familia y en general a la sociedad, lo que resultaría ética y científicamente inaceptables.

La discriminación genética:

En los últimos años, varios programas de televisión, numerosas decisiones de los tribunales y el contenido de algunas campañas gubernamentales han puesto sobre el tapete, la alarma de que la discriminación por motivos de índole genética puede florecer en varios países. Numerosos litigios entre personas en riesgo y compañías aseguradoras y empleadoras ilustran esta afirmación. Para profesionales formados en una sociedad, como la nuestra, resulta increíble y totalmente inaceptable esta nueva forma de discriminación. Ya no se trata de que se discrimine al hombre por su origen étnico, su raza, su religión, su sexo o su cultura, se trata de la discriminación basada en lo que tiene en su código genético y que puede o no expresarse en el transcurso de su vida.

Las patentes de materia viva animal o vegetal:

El conocimiento científico según Jesús Mostenier es un bien público. Se genera, se difunde, a no ser que se tomen medidas extremas de “secretismo” militar o privado, que impidan su difusión. Los resultados de la ciencia básica tempranamente se publican, se incorporan al archivo de la comunidad científica internacional. Por eso

es muy preocupante las tendencias de las empresas privadas de investigación genómica a ocultar y patentar sus descubrimientos.

El peligro de la clonación de seres humanos:

Otro peligro que acecha a la humanidad es la clonación de seres humanos, cada vez más cercano debido a los extraordinarios progresos de la Biología Molecular. El rechazo unánime de la comunidad científica internacional y de múltiples naciones en diferentes partes del mundo no se hizo esperar. Por su parte los científicos del Instituto Roslin, donde vio la luz en julio de 1996 el primer clon ovino, protestaron. Aclararon que junto con los retos morales habría que tener en cuenta los tecnológicos. Sin embargo, técnica aparte, lo que sí es seguro es que la humanidad ya no podrá librarse del peligro de la experimentación en seres humanos de la técnica de la clonación, con las terribles consecuencias que ello puede generar.

La terapia génica y sus riesgos:

La terapia genética está llamada a convertirse en una de las vías más seguras para el tratamiento de un gran número de enfermedades de causa eminentemente genética, sin embargo la posible legalización de su empleo en célula germinales humanas pudiera acarrear resultados impredecibles que van desde la obtención de “curas milagrosas” hasta la creación de monstruos o robots tal como sucedería con la clonación. Es decir, la posibilidad de crear un “Frankenstein”, con todos los riesgos que esto implica, dejaría de ser una utopía.

La accesibilidad a los servicios de salud tras su tecnocratización:

La desigualdad económica determina dilemas diferentes para los bioeticistas del Primer y Tercer Mundo. Mientras en los países desarrollados se debaten las consecuencias no desarrolladas de la terapia génica, en los países del Tercer Mundo no se puede ni siquiera diagnosticar una enfermedad causada por un número anormal de cromosomas, a pesar de que esto es posible desde la década de los 50. ¿Se puede hablar de los riesgos que entraña la terapia génica en células germinales, cuando en nuestro continente diariamente millones de niños por no tener acceso a los más elementales servicios de salud? Y ¿qué diríamos si se llegaran a tecnocratizar estos servicios?, ¿cuántos hombres y mujeres del Tercer Mundo serán objeto de sus beneficios?, ¿cuántos países de nuestras “sufridas tierras”, podrán tener acceso a estas tecnologías?

Un atentado a la biodiversidad:

La incorrecta manipulación de los resultados de este proyecto y su indebida aplicación con fines eugenésicos, puede traer como consecuencia la estandarización de la raza, lo cual constituiría un atentado monstruoso contra la biodiversidad.

Sin pretender profundizar en ninguno de estos aspectos, hemos querido hacer un recorrido por las principales implicaciones bioéticas y para la salud del Proyecto Genoma Humano. Sus implicaciones legales son predecibles, dada su posibilidad para atentar contra los derechos constitucionales de los discapacitados, de los

niños, de la familia y de los individuos al honor, a la igualdad y a la conservación de su propia imagen.

El principal responsable de estos problemas éticos son los científicos que han participado en el proyecto, pues estos son moralmente responsables en la determinación del curso de su investigación. El científico está en la posición de influir en aquellos que usan sus conocimientos ya que él es un técnico y el trabajo práctico no puede llevarse a cabo sin él. Frecuentemente solo el científico está en la capacidad de reconocer la significación de lo que ha hecho, de interpretar los nuevos hallazgos en la medida en que se logran. Es responsable de esta situación, el sistema social imperante en los países que portan la mayor parte de esta información, pues aquí lo más importante es obtener dinero de la forma que sea.

Allí donde se plantea un problema ético, el ser humano se encuentra comprometido y debe resolverlo. El gobierno de Estados Unidos ha dedicado un financiamiento a los problemas éticos y jurídicos del Proyecto Genoma Humano parece que se está haciendo uso de la información violando normas éticas establecidas y en algunos casos no existen algunas para poder impedir el uso que se le está dando a la información que se ha obtenido hasta el momento.

San Martín, publicó un artículo titulado “Desafío de la genética” y expresa algunos principios genéticos que se deben tener en cuenta en el uso de la información sobre el genoma y que nosotros compartimos con él.

- Un conocimiento obtenido por diagnóstico genética, debería utilizarse solo para informar al paciente, no para discriminarlo.
- Una terapia génica de tipo germinal, debería como mínimo ir precedida del consentimiento de la población contemporánea y no debería hipotecar el futuro de la humanidad.
- Saber más sobre el Genoma Humano, no es lo mismo que estar más capacitado para diseñar, en suma, el futuro de la humanidad.

Desde el proceso de enseñanza de las diferentes carreras del área de las Ciencias Naturales en diferentes niveles educativos, se deben valorar estos problemas y su implicación en la vida y en el medio ambiente, se debe destacar el papel del científico en este sentido.

En las disciplinas Biológicas estos problemas pueden ser abordados al estudiar los niveles de organización de la materia, la importancia de las biomoléculas y el origen de la vida, desde este primer tema se estudian los ácidos nucleicos y dentro de estos el ADN , se debe aprovechar este contenido para destacar el papel y los valores de los científicos que descubrieron que el ADN era el material hereditario , el impacto de este descubrimiento hasta nuestros días y la incorporación de Watson al Proyecto Genoma Humano , su papel en el mismo y su final abandono como consecuencia de no aceptar que este resultado científico fuera utilizado , por algunos científicos, con fines inescrupulosos.

En el tema célula , se deben estudiar distintos tipos celulares , destacando que la célula constituye una unidad de estructura y función de los seres vivos , que es

capaz de metabolizar , intercambiar con el medio ambiente , reproducirse y que sus procesos son regulados por enzimas y genes , de ahí el peligro que puede entrañar su manipulación celular.

En el estudio del núcleo, es necesario profundizar en las características del ciclo celular, precisando la diferencia entre núcleo interfásico y núcleo en división, enfatizando en los procesos metabólicos que ocurren relacionados con los ácidos nucleicos y con las proteínas.

Al abordar la importancia de la mitosis y de la meiosis, los estudiantes deben relacionar estos tipos de división celular con la estabilidad y la variación de los caracteres hereditarios, en el proceso de transmisión de la información genética, de generación en generación.

Al estudiar el gen como unidad de estabilidad y de variación, los estudiantes deben identificar las propiedades funcionales del ADN que determinan esta unidad y los mecanismos enzimáticos relacionados con el flujo de la información genética.

La “genetización” de la salud es un problema ético que se debe profundizar en este tema, planteando que la relación dialéctica individuo-ambiente es científica y verdadera.

La regulación a nivel celular es un aspecto muy importante que debe ser analizado en toda la disciplina, destacando la influencia de las condiciones fisiológicas, tanto en la regulación enzimática como en la regulación genética, sobre la base del principio de la economía celular que rige toda la actividad metabólica de la célula. Al estudiar la importancia de la epigenética, se debe destacar por qué en los organismos vivos se expresan unos genes y se silencian otros, de esta manera, se conforman las características físicas particulares y la susceptibilidad al desarrollo de enfermedades determinadas.

Desde este tema se debe profundizar en los problemas éticos asociados al Proyecto Genoma Humano y se sugiere la realización de un seminario donde se aborden estas problemáticas.

El contenido relacionado con el Proyecto Genoma Humano y en particular los problemas éticos asociados al uso de los resultados investigativos del mismo se ha abordado desde las asignaturas Biología Celular y Molecular I y II de las carreras pedagógicas con perfil biológico y ha propiciado que los estudiantes valoren las posiciones de científicos que investigan esta problemática, reflexionen sobre las consecuencias de diversos problemas éticos y tomen una actitud responsable ante hechos que propicien dilemas éticos, además de apropiarse de los adelantos de la ciencia y la técnica en este sentido.

En cuanto a la Ingeniería Genética, debe precisarse que consiste en la manipulación de la composición genética mediante la introducción o la eliminación de genes específicos, por medio de técnicas modernas de Biología Molecular (tecnología del ADN recombinante; secuenciación del ADN; reacción en cadena de la polimerasa (PCR); clonación molecular; transgénesis, entre otras). La Biotecnología, es el

conjunto de tecnologías para la utilización directa e indirecta de organismos vivos, en función de la formación de un producto con el máximo de eficiencia.

Es importante que se destaquen los impactos de la aplicación de estos conocimientos, para lo cual los estudiantes deben valorar los riesgos y los beneficios de la intervención del hombre auxiliado por las tecnologías, así como la experimentación científica y la aplicación de sus resultados, a partir del análisis bioético que requiere que los científicos tomen partido en definir la correcta dirección de las investigaciones genéticas y compartir sus resultados con toda la humanidad.

En las disciplinas geográficas también es factible considerar los problemas éticos asociados al proyecto genoma humano al abordar los problemas ambientales globales y locales, las causas y consecuencias de estos problemas y las medidas que permiten minimizarlos. Considerando que la Geografía es una ciencia que se basa en las relaciones espacio-temporales que se dan entre la naturaleza y la sociedad y su interacción con el medio ambiente no solo a nivel global sino en la localidad ya que este es un principio inviolable de la Geografía donde juega un papel esencial el enfoque que desde el proceso de enseñanza aprendizaje se le da a la necesidad de proteger y conservar desde una educación ambiental enfocada al desarrollo sostenible partiendo de posiciones éticas y responsables.

Las disciplinas químicas en el estudio de las moléculas orgánicas particularmente los ácidos nucleicos es importante destacar su composición química, estructura, funciones, propiedades y su localización a nivel celular así como las modificaciones que puede experimentar tanto por el azar como por los cambios ambientales incluyendo los producidos por los factores sociales. Algunos de estos están asociados al uso del proyecto genoma humano.

Como se puede apreciar en la formación de un profesional de las ciencias naturales es factible el tratamiento del proyecto Genoma Humano aprovechando las potencialidades del contenido y su tratamiento metodológico en función de los objetivos expresados en el modelo del profesional y de la carrera que están relacionados con la necesidad de un profesional ético, responsable y humanista.

Conclusiones

Existe una gran vinculación entre la ética y el desarrollo científico tecnológico, por consiguiente el vertiginoso desarrollo de las ciencias naturales que nos anuncia el siglo XXI, nos impone cambios éticos importantes, pues surgirán innumerables problemas éticos.

El Proyecto Genoma Humano de hecho ya está causando numerosos problemas éticos que no están solamente relacionados con el carácter histórico de la ética, sino que son un reflejo de las características de la moral burguesa capitalista.

El tratamiento de estos contenidos desde el proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Naturales ha propiciado que los estudiantes asuman posiciones, honestas, responsables, humanistas al analizar los problemas éticos relacionados con el Proyecto Genoma Humano.

Referencias

- Colectivo de autores, (2003). Historia y repercusión de un descubrimiento: La estructura espacial del ADN .Editorial Academia. Cuba
- Get Email Updates .(2015)Advancing human health through genomics research.Privacy Copyright Contact Accessibility Plug-ins Site Map Staff Directory FOIA
- National Institutes of Health Department of Health and Human Services USA.gov,2005-2015
- Salvador Jiménez Roxy .Proyecto Genoma humano y problemas éticos. Material en soporte digital .
- Watson, D. (1987). The Molecular Biology of the Gen. España: Fondo educativo. Interamericano S.A.