



Título: El sentido de la didáctica de la genómica en la formación del profesional de Biología¹

Jannet Rodríguez Argote²; Veléz Varela Patricia E³.

Resumen: La presente ponencia corresponde al proyecto de tesis doctoral incubado en la línea de investigación: “Sujeto, saber pedagógico y ciencias” del doctorado en Ciencias de la Educación Rudecolombia, sede Universidad del Cauca. El mencionado proyecto, surge de la fascinación que produce la enseñanza de la genética y de los hallazgos del trabajo de grado para optar al título de Maestría en Educación, Línea de investigación Enseñanza de las Ciencias y la Tecnología. En él se ha considerado importante, develar, describir e interpretar las configuraciones de sentidos que construyen los docentes, estudiantes y egresados del programa de Biología de la Universidad del Cauca, durante los procesos de enseñanza y del aprendizaje de la genómica, en el marco de su formación científica durante el primer periodo académico de 2017. Se plantea un diseño cualitativo a través del enfoque Hermenéutico Reflexivo, acompañado con la Teoría Fundamentada como metodología.

¹ Los autores certifican que tienen los derechos patrimoniales sobre esta obra, que en el texto se respeta el Derecho de Autor y autorizan su divulgación y publicación con una licencia **Creative Commons Atribución**, tal y como se encuentra descrito en: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>

² Lic. en Educación especialidad Biología. Esp en docencia universitaria. Mg. en Educación y Estudiante del Doctorado en Ciencias de la Educación. Rudecolombia. Universidad del Cauca. Grupo de Biología Molecular Ambiente y Cáncer Colombia. jannetr@gmail.com

³ Lic. Biología, Mg. en Genética Humana y Dra. en Ciencias Biomédicas. Profesora Titular Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la educación. Departamento de Biología. Directora del Grupo de Biología Molecular Ambiente y Cáncer, Coordinadora del Centro de Excelencia en Genómica y Bioinformática – Nodo Cauca, Colombia. pvelez06@yahoo.com



Palabras Claves: Didáctica de la genómica, Hermenéutica reflexiva, Sentido, Formación, Biólogo.

Introducción

A partir del año 2003 con la secuenciación del genoma humano, toma auge la representación del ser humano con base en la información, pues su código genético descifrado, se puede modificar, comerciar, a esto se le denomina según Escobar, 2005, Cibercultura y es aquella en la cual se encuentran inmersos los docentes, estudiantes, profesionales y toda la población en general. Una sociedad en la cual los organismos, incluyendo al hombre, ya no son “naturales” pues se manipulan para su “mejoramiento” bajo los criterios de los más poderosos. Se generan productos farmacéuticos modificados, alimentos transgénicos, animales transgénicos y en general organismos genéticamente modificados, para Sabilia, 2005: corresponde a la era post-natural o de post-evolución.

Se observan los avances en la manipulación de la información genética, se dan a pasos agigantados mientras que los procesos de enseñanza y del aprendizaje de la genética y de la genómica, disciplina heredera de ella, son lentos.

Es ante este panorama la formación científica en todos los niveles cobra gran relevancia y se considera de interés develar los sentidos que se están configurando al interior del programa de Biología de la Universidad del Cauca, pues es el ente responsable, a nivel regional, de la formación tanto de investigadores como de maestros en biología. Pues de ellos dependerá como se aborde una temática tan específica como contemporánea: la Genómica.

A este respecto, la genómica, corresponde al tipo de Biotecnología contemporánea, (Ocelli, 2013), considerada como una de las transdisciplinas a las que se les denomina “Omicas”, (García y Domínguez, 2008), la cual, se constituye en una fuente actual y futura de conocimiento, aplicable a la industria, la ecología, la farmacéutica, la medicina, con amplios horizontes tanto de esperanza como de riesgo para la humanidad. Desde el punto de vista



antropológico, la genómica como biotecnología y las técnicas en general, son objetos creados por la cultura.

Según Cervantes, 2004, la genómica, es la *“ciencia que estudia las funciones e interacciones de todos los genes de un genoma (conjunto completo de genes de un organismo), a diferencia de la genética que estudia la función y los efectos de genes individuales”* (p.48). Tiene diferentes campos de aplicación entre los cuales se destacan:

La Metagenómica o genómica ambiental: rama de la biotecnología genómica, que estudia el total del Acido Desoxirribonucleico ADN, en una muestra ambiental (rio. lago. mar, suelo agrícola o forestal). Tiene aplicaciones en el proceso textil, de alimentos como jugos, carnes y bebidas alcohólicas (Handelsman, Rondon, Brady, Clardy y Goodman, 1998 y Riesenfeld, Goodman y Handelsman, 2004).

Organismos Genéticamente Modificados OGM y transgénicos: Un OGM, es un organismo al que se le ha modificado la expresión de uno o varios genes ó se le ha transferido genes de otro organismo. Por su parte, transgénico, es un OGM al que se le ha transferido uno o varios genes de otro organismo. (UNESCO).

Medicina Genómica: implementación de test genómicos para la detección de mutaciones asociadas a enfermedades infecciosas y no infecciosas. (García y Domínguez, 2008 p.32).
Desarrollo de pruebas para diagnóstico precoz y tratamiento personalizado.

Haciendo esta aclaración de términos, se muestra de manera general la manera como se ha ido estructurando el marco teórico a partir de la formación, para seguidamente hacer referencia a la formación científica y en su interior de manera un poco más específica a la educación científica, con el fin de adentrarse en la Didáctica de las Ciencias puesto que en ella están inmersos los procesos de enseñanza y aprendizaje que son el objeto discursivo de este proyecto. Continuando con la construcción de este marco, se describen aspectos importantes en la formación de los biólogos desde su historia, hasta llegar al programa de Biología de la Universidad del Cauca, de igual manera se revisará aspectos históricos del currículo hasta el currículo específico del



programa de Biología. Se culmina esta parte haciendo referencia a la biotecnología desde la clásica a la contemporánea o genómica la cual parte desde el proyecto genoma humano y la manera como se ha involucrado en la educación.

Para el caso específico de la ponencia se detallan algunos aspectos, sobre todo los referidos a los procesos de enseñanza y del aprendizaje.

Se inicia con el concepto de formación el cual proviene de la palabra latina *formatio*, que se relaciona con el verbo formar y significa dar forma a una cosa, se trata de un concepto polisémico, eminentemente histórico pues varios autores lo han abordado a lo largo de la historia de la humanidad.

No obstante, esta tesis se enfocara en lo que señala Orozco, 2008, para quien la formación es: *“toda configuración producida por la naturaleza”, como cuando se habla de la forma que tiene un terreno, o el tronco del árbol en su parte interna. Pero el término también puede utilizarse como sinónimo de cultura; como cuando decimos “hombre culto” u “hombre formado”. En tal caso estaríamos significando: el modo específicamente humano de dar forma a las disposiciones y capacidades naturales del hombre”* (p175). Lo anterior se complementa con lo señalado por Orozco, (S.F): *“La formación de la persona supone que el ser humano es perfectible; que el estadio de crecimiento personal es, a la vez, un proceso de crecimiento en humanidad; y finalmente, que este crecimiento afecta a la persona en totalidad; a todas las esferas de su ser y, por lo tanto, que el proceso de formación que una universidad puede favorecer a través de las experiencias que el estudiante experimenta en ella a través de su paso por la institución lo afecta en totalidad.”* (p.1).

El Doctor Orozco Silva (2008), va en consonancia con el introducido por Hans Georg Gadamer en el marco de la discusión sobre el estatuto metodológico de las Ciencias Humanas y las Ciencias Naturales. *“proceso por el cual se adquiere cultura, y esta cultura misma en cuanto patrimonio personal del hombre “culto”, es decir, “ascenso a la humanidad” desarrollo del hombre en cuanto hombre. “...algo más elevado y más interior al modo de percibir que procede*



del conocimiento y del sentimiento de toda vida espiritual y ética y que se derrama armoniosamente sobre la sensibilidad y el carácter” (Gadamer, 1992 p.39).

De manera específica, la formación científica universitaria, según Orozco, 1999, puede implicar tanto el entendimiento como la razón del estudiante desde un pensamiento crítico, de tal manera que le permita desarrollar su reflexividad para entender los límites del saber y apreciar los intereses del investigador. Estos últimos están vinculados estrechamente con el componente social que le confiere sus comportamientos, y que a final de cuentas, pueden facilitar la relación entre el conocimiento y su realidad. *“En una palabra, la formación científica o profesional, así alcanzada, se proyecta en la formación ética y engendra no sólo una vida conforme a la verdad sino conforme al bien y a la justicia. Quien haya pasado por la universidad, aunque no se dedique posteriormente a la investigación científica, estará capacitado para hacer con el conocimiento algo distinto que repetirlo; podrá "usarlo" y usarlo con conciencia del interés general (conciencia ético-política) a lo largo de su vida. (p.101).*

Si se tiene en cuenta que, *“la formación es una actividad innata del espíritu y está referida a su condición de inacabamiento. El hombre busca su perfectibilidad; es decir, una totalidad que no excluya nuevas posibilidades. En dicha búsqueda, la experiencia orientará bajo la forma de fines y medios susceptibles de alcanzar la estatura del ser-acabado. Por esto mismo es que el concepto de formación es una finalidad última de la educación. Siendo esto, ella no puede verse reducida a una aparatosa instrumentalización; vista como un medio” (Villegas, 2008 p.7), se encuentra que de la formación científica se desprende una ramificación, la educación científica.*

De hecho, hace más de treinta años que se considera a la formación científica como uno de los objetivos esenciales de la educación, independientemente de si los estudiantes tienen intención de continuar sus estudios científicos. (Gil y Vilches, 2006 p. 296). De esta manera, se hará referencia entonces a la educación científica.

La educación científica, es hoy en día una necesidad urgente, teniendo en cuenta que nos desenvolvemos en una sociedad postmoderna, con un modelo centrado en la tecnociencia,



claramente definida por una vocación fáustica, en la cual, la ciencia y la tecnología buscan el control absoluto de la naturaleza a través de la digitalización incluso de la vida, donde lo natural y lo artificial se pueden unir, donde el genoma humano decodificado se ha reducido a datos e información que ser susceptible de ser patentada, comprada y vendida como cualquier mercancía; donde lo natural y lo artificial pueden estar unidos. Aspectos que impactan la vida, por ejemplo la selección natural deja de ser natural, cuando la tecnociencia genera extinciones más rápidas y de mayor número de organismos, pero a la vez determina la creación más rápida de nuevas especies por medio de la ingeniería genética, conduciendo a la denominada era post-natural y a la post-evolución. (Sibilia, 2005).

Ante este panorama, la educación científica es la directamente convocada a generar los espacios más adecuados para reducir la desigualdad y permitir el acceso al conocimiento, con el fin de habilitar a los nuevos ciudadanos en la toma responsable de decisiones ante los avances que se desbordan. Lo anterior, acorde a lo señalado por la UNESCO: *“el objetivo primordial de la educación científica es formar a los alumnos –futuros ciudadanos y ciudadanas– para que sepan desenvolverse en un mundo impregnado por los avances científicos y tecnológicos, para que sean capaces de adoptar actitudes responsables, tomar decisiones fundamentadas y resolver los problemas cotidianos”*

Al hablar de la educación científica, es importante señalar que su base está en la didáctica de las ciencias, por ello se hará referencia inicialmente al concepto de didáctica en general y luego énfasis en la didáctica específica de las ciencias naturales.

Como es sabido, la palabra didáctica tiene una doble raíz: *docere* que significa enseñar y *discere* que significa aprender, de la palabra *docere* se deriva la palabra docente quien se encarga de enseñar, aunque como lo reconocen diversos autores es quien más aprende al momento de enseñar. Por el contrario, *discere* hace referencia al que aprende. (Medina y Mata, 2009). Por ende, *“la didáctica es la disciplina o tratado riguroso de estudio y fundamentación de la actividad de enseñanza en cuanto propicia el aprendizaje formativo de los estudiantes en los más diversos contextos”* (Medina y Mata, 2009). De hecho, *“El objeto de estudio de la*



didáctica de las ciencias son los sistemas de enseñanza y aprendizaje, en tanto que en ellos se aborden fenómenos materiales y naturales” (Porlán, 1998 p.178).

En este punto, vale la pena señalar que la enseñanza y el aprendizaje, van a ser considerados, como procesos sociales, institucionalizados, que evolucionan ciertamente con la acción del docente en contextos específicos y grupos de estudiantes también particulares, serán asumidas como esquemas de inteligibilidad social, esencialmente de intercambio comunicativo, es decir, como actividad socio comunicativa, desde la perspectiva Hermenéutica.

Procesos de enseñanza y del aprendizaje:

Según Contreras, 1990, es “ *simultáneamente un fenómeno que se vive y se crea desde dentro esto es, procesos de interacción e intercambio regidos por determinadas intenciones (...) en principio destinadas a hacer posible el aprendizaje; y a la vez, es un proceso determinado desde fuera, en cuanto que forma parte de la estructura de instituciones sociales entre las cuales desempeña funciones que se explican, no desde las intenciones y actuaciones individuales, sino desde el papel que juega en la estructura social, sus necesidades e intereses” (...)* “...sistema de comunicación intencional que se produce en un marco institucional y en el que se generan estrategias encaminadas a provocar el aprendizaje. (p. 23)

Los elementos que están implicados en Procesos de enseñanza y del aprendizaje, son: el docente con su capacidad didáctica, comunicativa y perceptiva; los métodos de enseñanza, los contenidos, los medios utilizados, valores y actitudes y la evaluación. El discente (estudiante) y a las teorías que explican cómo se puede dar su aprendizaje. El contenido y el contexto. Según Meneses, 2007, según el elemento que se ubique en el centro del proceso, se genera un modelo distinto.

Aprendizaje: se considera como la adquisición de conocimientos de tipo informativo y formativo por parte de los estudiantes. Actualmente el aprendizaje se puede entender desde cinco ópticas o teorías del aprendizaje:



- Conductismo: el papel del estudiante es pasivo, a nivel histórico, *“se fortalece a partir de 1930 entrando en un período caracterizado por la aplicación de su paradigma empirista”* (Orozco, 2009 (b) p.178). El conductismo tiene dos corrientes, por una parte el acondicionamiento clásico, que implica el aprendizaje de reflejos tales como la deglución y la succión y que ha sido estudiado por Iván Pavlov; y por otra parte, el acondicionamiento operante, en el cual el estudiante participa bajo un modelo de estímulo-respuesta, desarrollado por Thorndike y Skinner. En psicología el conductismo se conoce como asociacionismo conductual, Aristóteles es el creador del asociacionismo que surge como oposición frente al racionalismo descrito y defendido por Platón. En el asociacionismo se considera que el conocimiento proviene de los sentidos los cuales generan imágenes mentales que se asocian siguiendo tres leyes: la ley de contigüidad, la de similitud y la de contraste. A lo largo del siglo XX se consolidó el asociacionismo, y dentro de él, el conductismo (Orozco, ibíd (b) p.178).

-Cognitivism: Tiene su auge entre las décadas de los 50's y 60's del siglo XX, es un enfoque estructuralista que se caracteriza porque el rol del estudiante es activo, pues es compara *“la información nueva con su “esquema” o estructura cognitiva preexistente. Los acontecimientos y situaciones nuevas se interpretan a la luz de lo que ya se ha aprendido”*. (Orozco, ibíd (b) p.181). En el cognitivism el alumno aporta al proceso de aprendizaje conocimientos, destrezas, creencias y actitudes entre otros aspectos. Uno de sus principales representantes es Jerome Bruner, psicólogo y pedagogo estadounidense, quien fundó el Center for Cognitive Studies, el cual fue considerado como el primer centro de psicología cognitiva ubicado en la Universidad de Harvard.

-Constructivismo: *“constructivismo se ocupa a nivel individual e intrapsíquico de la manera como se construye el conocimiento. Propone un sujeto ideal, cuyo funcionamiento mental se explica gracias a mecanismos internos que todos los sujetos portan y que se desarrollan con considerable independencia del contexto social”* (Rodríguez, 2008) p.73). Se reconoce las contribuciones de diferentes pensadores al constructivismo, entre ellos:



Jean Piaget: de hecho se considera el padre del constructivismo, pues postuló que el conocimiento se construye al interactuar con el medio y que para su construcción es importante tener en cuenta los niveles de desarrollo cognitivo. Según Piaget, los esquemas cognitivos corresponden a representaciones simplificadas de la realidad (representan la realidad experiencial) y el aprendizaje incluye dos procesos: La asimilación: implica incorporación de nuevas experiencias, y la acomodación: en la cual se modifican los esquemas actuales para dar cabida al nuevo conocimiento. Cuando no se parte de los esquemas previos, se aprende de memoria y fácilmente se olvida. (Coll, Martín, Mauri, Miras, Onrubia, Solé y Zabala, 2007 p.51).

Ausubel: Propone la teoría del aprendizaje significativo fundamentado en los conocimientos previos que tiene toda persona. Para este autor la realidad adquiere significado en la medida que se construye, al establecer las relaciones entre las ideas previas y la nueva información. Por ello es importante conocer los conocimientos previos de los estudiantes para así elegir la estrategia de ampliar los conocimientos, sí éstos son escasos ó modificarlos, sí son errados.

Vygotsky: Señala que el ser humano aprende a pensar, percibir, memorizar, etc., a través de la mediación con otros seres humanos. Sus aportes al constructivismo se enfocaron en la denominada “*zona de desarrollo próximo*” que corresponde a la distancia que existe entre el nivel real actual de desarrollo, es decir, la capacidad para resolver un problema sin la ayuda de otra persona. En esta teoría, el docente actúa como mediador en el proceso de aprendizaje.

-Construccionismo: retoma aportes del constructivismo y de la psicología social genética, es intersíquico, colectivo y se ocupa de la acción del sujeto en el campo de lo social (Rodríguez, 2008 p.82). Esta perspectiva está enfocada en el significado de las acciones que realizamos, las cuales se consideran como co-construidas, es decir, construidas con otros, en contextos específicos (Shotter, 1994 p.216 en Rodríguez, 2008). Por lo tanto, es un planteamiento donde la construcción del conocimiento es fundamentalmente social, por lo tanto incorpora emociones, valores, la lingüística y acciones personales y sociales en el aprendizaje, enfocándose en la construcción de conocimiento por el otro y para el otro con el fin de beneficiar a la comunidad.



(Rodríguez, Ibíd p.83). El construccionismo se enfoca en la significación que le damos a nuestras vidas a través del lenguaje puesto que el lenguaje emerge en las relaciones que se establecen con el mundo desde los primeros años.

-Conectivismo: *“El conectivismo es la integración de principios explorados por las teorías de caos, redes, complejidad y auto-organización. El aprendizaje es un proceso que ocurre al interior de ambientes difusos de elementos centrales cambiantes – que no están por completo bajo control del individuo.* (Siemens, 2004 p.6). De esta manera, el conectivismo se fundamenta en principios cambiantes, adquisición continua de información, discriminación entre información relevante y no relevante. Algunos de sus principios según Siemens, ibíd, son: el aprendizaje y el conocimiento dependen grandemente de las diferentes opiniones y necesidades, valora el conocimiento crítico más que a la cantidad de conocimiento. Requiere del desarrollo de habilidades para crear y mantener conexiones entre los conceptos, las ideas, etc.

-Aprendizaje Activo: El estudiante es responsable de su aprendizaje y lo hace de manera activa involucrándose en actividades como lectura, escritura, discusiones, resolución de problemas, con el fin de lograr operaciones intelectuales de orden superior. Los métodos que promueven este tipo de aprendizaje se enmarcan en la teoría constructivista. Por otra parte para David Kolb, el aprendizaje activo se considera como un estilo de aprendizaje. Según Not, 2002, el estudiante se considera como el sujeto de la acción educativa mientras que el docente es considerado como un acompañante.

-Aprendizaje Reflexivo: Supone la reflexión como una condición necesaria en el proceso de aprendizaje humano en el marco de la interacción del sujeto con la sociedad. En esta teoría no es suficiente conocer algo o repetirlo de memoria, sino que es necesaria la reflexión que parte de la experiencia propia y la de los demás. Se sustenta en la consideración de la reflexión como una característica típicamente humana: *“Aprender es ante todo aprender a ser humano, es posibilitar y ejercer la posibilidad de lo humano en el ser que somos o nos hacemos al crear, reflexionar, convivir, sufrir, amar”* (Daros, 2009). Jhon Dewey es uno de los pedagogos y filósofos que le asigna relevancia a la reflexión en el ámbito educativo.



El segundo componente de la diada que interesa en este momento corresponde a la Enseñanza, *“La enseñanza es una práctica social, es decir, responde a necesidades funciones y determinaciones que están más allá de las intenciones y previsiones individuales de los actores directos, en la misma, necesitando atender a las estructuras sociales y a su funcionamiento para poder comprender su sentido total”*(Contreras, ibíd , p.16) en la actualidad se puede comprender desde dos enfoques que coexisten en las aulas:

-El enfoque transmisivo de enseñanza: el docente es responsable y protagonista del proceso y se limita a la transmisión de conocimientos. Este corresponde al tipo de enseñanza predominante, la cual se focaliza en un proceso unidireccional maestro-alumno cuyo propósito es más la acumulación de contenidos curriculares en la cabeza del estudiante. (Gimeno Sacristán y Pérez Gómez, 1996 p.7). Según Martínez, 2008: *“El proceso se estructura en torno a una serie de lecciones o temas ordenados lógicamente desde el ámbito disciplinar y que el alumno debe asimilar con idéntica estructura”*. (p.78).

Algunas de las características de este enfoque son: El docente explica, expone los temas para que el estudiante los memorice y posteriormente pueda examinar y calificar lo memorizado. La administración de la institución es quien determina los contenidos y el maestro debe impartir la totalidad de los temas a través de la exposición oral empleando el tablero o algunas tecnologías educativas para mantener la atención de los estudiantes. (Martínez, ibíd p.79)

-El enfoque constructivista de la enseñanza: el docente y el estudiante comparten la responsabilidad del proceso, por ello el estudiante asume un papel activo y protagónico de su aprendizaje, igual el docente es activo, pues es quien *“pone las condiciones para que la construcción que hace el alumno sea más amplia o más restringida, se oriente en un sentido o el otro, a través de la observación de los alumnos, de la ayuda que les proporciona para que aporten sus conocimientos previos, de la presentación que hace de los contenidos, mostrando sus elementos nucleares, relacionándolos con lo que los alumnos saben y viven, proporcionándoles experiencias para que puedan explorados, contrastados, analizados conjuntamente y de forma autónoma...”*(Zavala, 2000 p.36).



Algunas de las características del enfoque constructivista son: El maestro permite que los estudiantes expresen sus ideas acerca de la temática a estudiar con el fin de hacer una aproximación a las ideas científicas. La evaluación se considera como un proceso en el cual se analiza la evolución o cambio en las ideas. Se le da relevancia a la interacción social y a la organización lógica del conocimiento (Martínez, 2008 p.87). Modelos constructivistas empleados en la enseñanza de las ciencias naturales según Ruiz, 2007, son: Por descubrimiento, recepción significativa, cambio conceptual y enseñanza por investigación.

- *Descripción del Problema:*

Autores como Escobar, 2005, hablan de que la cultura actual corresponde a la cibercultura y la subdivide en -Inteligencia Artificial que genera una tecno sociedad (Stone, 1991 en Escobar, ibíd) y en -Biotecnología, la cual a través de cambios en la producción de la vida, en la naturaleza y en el cuerpo, da origen a un nuevo orden llamado biosocialidad (Rabinow, 1992 en Escobar, Ibíd. Ambas, inteligencia artificial y biotecnología han logrado un auge simultáneo y han modificado drásticamente, la manera de teorizar los cuerpos, los organismos y las sociedades desde la perspectiva de lo orgánico, lo técnico y lo textual o cultural, de hecho, para Escobar, ibíd.: *“ser entendida como el campo de fuerzas y significados en el cual esta compleja producción de sentidos de vida, de trabajo y de lenguaje, toma lugar”* (p.22).

En el marco del capitalismo cultural, Narvárez, 2010, señala la existencia de dos tipos de sociedades: -Mediatizadas (enfocadas en el signo oral icónico que ha existido desde la imprenta hasta los medios masivos de comunicación actuales) y -Alfabetizadas (fundamentadas en el código alfabético, potenciada por medio de la *“escuela”* a este tipo de sociedad se le conoce como Sociedad del conocimiento. Es así como el capitalismo contemporáneo se nutre de dos vertientes: el capitalismo cultural, que aspira a imponer la sociedad del conocimiento a través de la promoción intensiva de la cultura alfabética y el capitalismo global, que aspira a imponer la sociedad de la información a través de la promoción extensiva de la cultura mediática y el mercado cultural.



Desde esta perspectiva en la sociedad del conocimiento el valor está en el trabajo intelectual, en la producción de mercancías culturales, los bienes ahora son simbólicos y el valor simbólico prima sobre el valor material. Los avances de la biología, principalmente los alcanzados en biología molecular, así como los logros en las Tecnologías de la Información y la Comunicación, TIC, han llevado al desarrollo de la Biotecnología que en palabras del Narváez, Ibíd: *“... es el punto más alto del desarrollo industrial, como quiera que se trate de la industrialización de la vida. Podemos decir entonces que la Biotecnología es el punto de intersección entre la Economía de la Cultura y la Economía Real”* (p.150 y 151).

La incorporación de la biotecnología en las diferentes naciones, es tan importante, que según el grado de apropiación se distribuye a los países en la escala G-7 donde Japón y Estados Unidos (naciones centrales) están en el top con un 34% de exportaciones de alta tecnología y países como Colombia está con promedio inferior al 10% y por ende se lo ubica como país periférico o de clase baja como consumidor de tecnología.

Según Narváez, 2010 la alfabetización científica tecnológica a nivel de educación superior, está directamente relacionada con la brecha existente entre los países productores (Naciones centrales o “de clase alta”) y los países consumidores (Naciones periféricas, “de clase baja” o usuarios) de tecnología. Esto se muestra en términos de economía política, al describir la brecha entre la producción de medios de producción la cual es característica de los países de la periferia; y la producción de medios de consumo (bienes intermedios), típica de los países del centro (Anglosajones y Japón) los cuales son los productores de sustancias de contenido, es decir, los nuevos conocimientos en ciencias duras como las matemáticas, física, química y biología, que en conjunto permiten el desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Así, los países del G-7 se mantienen en el centro del capitalismo cultural

Como se indicó anteriormente, Colombia está actualmente ubicada en los países periféricos que extraen y exportan materias primas, consumidor de los bienes manufacturados en los países centrales quienes producen el conocimiento, un país a las puertas de concluir un conflicto



armado en aras de la paz y la transformación social; un país que podría enfocarse en llegar a ser un país competitivo a través del horizonte educativo. Un país que necesita urgentemente formar tanto investigadores como de profesores en genética y en específicamente en genómica. Pues desde la implementación de los programas de Biología en las Universidades colombianas, éstos se han consolidado en la formación de una minoría de investigadores y una gran mayoría de profesores en el área. Olvidando quizá las potencialidades de un país como Colombia poseedor de una amplia biodiversidad que requiere de ambos tipos de profesionales para avanzar.

No obstante, los futuros investigadores necesitan hacer mayores esfuerzos económicos, pues deben salir del país para especializarse, en áreas como genética y genómica; igualmente hacer sacrificios personales (pues se alejan de su familia, amigos y su patria) y también presentan dificultades sociales (el reconocimiento en nuestro país no se compara con el que se hace a otras profesiones). A nivel de investigación, Colciencias es el ente que apoya la investigación a nivel nacional, pero como otras instituciones va entrando en crisis y las oportunidades de lograr que se financien los proyectos es cada vez más difícil; las posibilidades de financiamiento a través de las regalías se mueven con diferentes intereses lo que dificulta también su acceso.

Otro aspecto que ensombrece el horizonte para quienes optan por la investigación en ciencias biológicas en Colombia, es el hecho de que los grupos de investigación reconocidos por Colciencias 2015, son relativamente pocos, 855 en ciencias naturales de un total de 3970 grupos, en las áreas de: biología (35), genética (56) y biotecnología (67) y de manera específica sobre genómica solo existen 4 grupos registrados hasta el momento, esto quizá por los altos costos para insumos y equipos especializados y la amplia responsabilidad en los procesos, por ello se trata de trabajos más frágiles y que implican mayor sacrificio.

Por otra parte los egresados en Biología tienen la opción de desempeñarse también como profesores de Biología en el nivel de educación media (grados 10 y 11) y a nivel universitario. En Colombia según el Consejo Profesional de Biología hay 174 biólogos registrados de los cuales 35,6% se dedican a actividades de docencia. Lo anterior con la posibilidad de estar vinculados de manera más estable y tener cierto grado de reconocimiento académico, sobre



todo aquellos que logran vincularse a universidades públicas y privadas. Con respecto a los salarios que logran son mejores respecto de los de aquellos que se vinculan al magisterio, pero también se les duplica su intensidad horaria pues debe estar acorde al Proyecto Educativo Institucional (PEI) de la Universidad, que generalmente los requiere en actividades de docencia, investigación y proyección a la comunidad. Aquellos que logran vincularse al Magisterio ya sea como provisionales ó nombrados en propiedad, deben enfrentarse quizá con mínima formación pedagógica, a grupos de estudiantes grandes y heterogéneos, currículos rígidos que pueden romper con su creatividad y salarios más bajos que los de otros profesionales y lo más sobresaliente, un reconocimiento social, a que los profesores tienen en sus manos la formación de los futuros ciudadanos, profesionales, científicos, empresarios, etc. del país.

A pesar de las dificultades que se plantean para el desempeño de los biólogos, se necesita urgentemente de su formación como investigadores y como profesores, pues estos últimos tendrán la responsabilidad de formar a los jóvenes futuros ciudadanos que estarán inmersos en la llamada cibercultura, en tal sentido Kirkpatrick, 2002 indica: *“En el futuro cercano, los estudiantes necesitan tanto conocer los riesgos beneficios para su vida diaria, como participar en el debate público del impacto de estas nuevas tecnologías”* (p.31)

De hecho, desde la decodificación del genoma humano, la vida misma se ha digitalizado, se ha reducido a datos que se manejan en software, que pueden patentarse, comprarse y venderse (Sibilia, 2005) y ha surgido una reciente disciplina la Genómica, o también llamada Biotecnología genómica.

En este marco global y local, surge el actual proyecto de tesis, con el interés de dar continuidad al trabajo de investigación desarrollado en la Maestría en Educación, línea enseñanza de las ciencias y la tecnología, denominado: “Aprendizaje de los ácidos nucleicos desde la modelización en estudiantes de educación superior en la Universidad del Cauca”, el cual permitió indagar y describir, a través de la Etnografía Educativa, las dificultades en el aprendizaje de los ácidos nucleicos en 34 estudiantes de la asignatura Genética, del programa Biología en el año 2013. Los datos se obtuvieron por medio de 30 diarios de campo (15 con



cada uno de los grupos participantes); 2 cuestionarios escritos con preguntas abiertas, un taller de Modelamiento empleando las TIC donde participaban todos los integrantes de los grupos y tres entrevistas personales con 6 estudiantes (3 por grupo de estudio), entrevistas personales con 3 docentes encargadas de la asignatura Genética de VI semestre del programa de Biología.

El estudio mencionado, dejó visualizar una problemática compleja al interior del aula del programa de Biología, donde se entrecruzan algunos aspectos que fueron categorizados en su momento, como dificultades de aprendizaje: Un currículo rígido, enfocado en contenidos teóricos sobre los ácidos Nucleicos (ADN y ARN), caracterizado por clases magistrales que hacen que sea una temática difícil y poco atractiva para los estudiantes; contenidos descontextualizados, pues los estudiantes difícilmente llegan a relacionar lo visto en el aula con actividades o experiencias de la cotidianidad, es decir, que no coincide con sus inquietudes e intereses, uno de los relatos de los estudiantes muestra este hallazgo de manera muy clara: *“a parte de la relación que tiene lo aprendido en Genética con otras asignaturas de mi carrera, en mi vida cotidiana no existe relación con estos conocimientos (E.26 C1 P3.17-13)*, al respecto, Blanco, 2004 *“Sí la gran mayoría de las personas son incapaces de relacionar sus propias experiencias con la ciencia, entonces la educación científica ha fallado al no proporcionarles una gran cantidad de información útil para sus vidas” (p.80).*

Un currículo que, además, deja espacios en algunos aspectos relativos a la Genómica, que pueden fácilmente ser cubiertos por los medios de comunicación que en las lógicas de la vida cotidiana, transfieren conceptos errados o exagerados de la genómica y sus aplicaciones. En este sentido, Blanco, 2004 indica: *“...la imagen de la ciencia en una sociedad determinada se construye en buena medida a través de los medios de comunicación” (p.72).* En consonancia, Occelli, Malin y Valeiras (2011) señalan que: *“Las fuentes de información reconocida por los adolescentes son películas, cómics y otros, pero no la enseñanza formal” (p.231)*

Adicionalmente también se describió la falta de motivación de los estudiantes, y las actitudes negativas, algunos relatos muestran que la Genética no es el área de preferencia, lo cual se apoya además en algunos relatos como: *“...a mi Genética por lo menos, sí pues es chévere y*



todo, pero a mí casi no me gusta, (...)” (Rodríguez, 2014 p.37) “(...) *para la gran mayoría no es nuestro campo de interés...*” (Rodríguez, 2014 p.38). Adicionalmente, en las actitudes como desatención, incumplimiento del horario y pasividad en el aula. Lo anterior estrechamente ligado a las estrategias pedagógicas del docente al que se denominó “con menos empatía” aquel que se enfocaba más en los contenidos impartidos, las presentaciones de power point y que generalmente no se interesaba por saludar a sus estudiantes “*Generalmente siempre me distraía en sus clases, nunca logró captar totalmente mi atención, creo que se debe a que sus clases siempre fueron muy monótonas*”. (Env3- P12-E.14). A este respecto, Justi, 2006 señala: “*Por muy interesantes que sean estos temas si se presentan de manera que los alumnos no aprecien qué sentido tiene aprenderlos o bien de manera que no se favorezca su aprendizaje, la situación actual tiende a perpetuarse*” (p.174).

En concordancia, Justi, (2006) señala: “*Los alumnos que tienen interés por las ciencias son en general una minoría en todos los países, e incluso para ellos las dificultades son enormes (p.174).(...). La desvalorización, por parte de los propios estudiantes y a veces del grupo social al que pertenecen, de la adquisición de conocimientos científicos; otros intereses (...)* presentación de las ciencias (...) *como un área difícil (...) que hace que los alumnos no le den sentido*”. (p.174). Esta falta de motivación generalizada mostró incluso, una reducción de las vocaciones científicas hacia la genética, de hecho solo un 8,3%, de los estudiantes, expresaron su interés por desarrollar estudios de Postgrado en el área. En este mismo sentido, Fenshman, 2004 en Vázquez y Manassero, 2009 p.34, dice que: “*... la investigación detecta que la falta de interés y las negativas actitudes de los estudiantes hacia la ciencia y la tecnología son hoy el principal problema de la educación científica, que se traduce en conocimientos deficientes sobre la ciencia y la falta de vocaciones científicas necesarias...*”.

Al mismo tiempo, se describe que la temática con mayor dificultad para los estudiantes fue el tema: “Control de la expresión Genética”, en el cual se relacionan la estructura y la función, además que intervienen variedad de enzimas en un orden específico y se trata de un tema por demás abstracto. “*Del mismo modo por lo extenso, complejo y abstracto de los contenidos, los*



estudiantes manifiestan rechazo hacia los mismos y como consecuencia, no están motivados, lo que conduce a un “aprendizaje” memorístico y descontextualizado” (Mazarella y Rios, 2006 p.16). Aquí vale la pena señalar que la temática control de la expresión genética es la que “abre la puerta” al conocimiento genómico y por ello es fundamental para su comprensión.

Es así como el aprendizaje de la genética en general y de la genómica y en particular, se constituye en un entramado complejo en el cual se enlazan y entrecruzan: el currículo, historia de la ciencia, aspectos biológicos, actitudes como la falta motivación de algunos de los actores sociales (maestros y estudiantes), la lingüística (jerga especializada), las implicaciones sociales de la temática que a pesar de ser variados y de mucha actualidad quedan en su mayoría por fuera del currículo quedando en manos de los medios de comunicación.

Lo anteriormente expuesto, deja ver de manera específica, una problemática que quizá tenga su origen al interior del aula, en el proceso mismo de enseñanza y aprendizaje de la genética y en consecuencia de la genómica, de manera paradójica, en una sociedad cada vez más influenciada por los avances científicos, una sociedad que necesita de manera urgente de la formación de investigadores y profesores de Biología que estén al nivel de los requerimientos de la sociedad actual y venidera, que estén en capacidad de motivar y formar futuros ciudadanos con los conocimientos suficientes en genómica que les de criterios para participar en las decisiones ante los avances de este tipo de biotecnología.

Por ello, hay razones para creer que en Colombia y en la región Cauca de amplia biodiversidad, la Universidad del Cauca, debiera preocuparse por formar profesionales que se constituyan, tanto en científicos como profesores de genética, particularmente de la genómica, por lo que puede significar para su aporte al desarrollo regional y nacional. Visualizar a la genómica como un espacio que se está abriendo y está colmado de oportunidades. Es así como, se considera que realmente vale la pena investigar en este momento histórico la manera cómo se están aproximando a la genómica, los actores involucrados en ellos, e identificar lo que está pasando específicamente en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la genómica, para desde esta perspectiva indagarse sobre...¿para qué enseñar genómica y para qué aprender



genómica? ¿Qué está sucediendo en la actualidad en los espacios de formación, en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de los futuros profesionales de la biología, que podrían valorar la genómica como parte de su proyecto de vida? Qué está sucediendo en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la genómica: cómo se maneja el conocimiento, cómo se vislumbra y qué perspectivas tienen maestros, estudiantes y egresados del programa de biología, de la facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación, en la Universidad del Cauca?

Por consiguiente, el proyecto de tesis plantea el siguiente interrogante:

-Cuáles son las configuraciones de sentido que construyen docentes, estudiantes y egresados, en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la genómica, en el marco de su formación como profesionales de la Biología en la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación, Universidad del Cauca?

Se ha considerado desarrollar la presente propuesta de tesis doctoral con estudiantes, docentes y egresados del programa de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación, Universidad del Cauca. Específicamente en las asignaturas: Genética (VI semestre); Electiva de Genética (VII semestre) y trabajo de grado en el área de genética y egresados integrantes del grupo Biología Molecular Ambiente y Cáncer BIMAC.

Respecto al Estado del arte, luego de revisar las bases de datos: Dialnet, Redalyc, Ebsco, Ebsco- Host, Scielo y RACO; adicionalmente, revisión de las publicaciones disponibles on line entre 1995-2013 de la Revista de estudios socioculturales de la ciencia y la tecnología (REDES) Universidad Nacional de Quilmes, Argentina; los números disponibles on line de la Revista Colombiana de Biotecnología entre 2003- 2010 y los números disponibles en línea de la Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias; se identificaron y analizaron un total de 60 artículos científicos relacionados con la temática en estudio, mostrando que la mayoría de los estudios (47%) se han desarrollado con un diseño cualitativo, un 36% con diseño cuantitativo y un 2% con diseño mixto.



Un 70% de los estudios se han desarrollado sobre educación en temas de genética y biología molecular; 11% en temas de biotecnología tradicional (recuérdese que la genómica corresponde al tipo de biotecnología contemporánea) y 12 % de los estudios se enfocaron en la enseñanza y el aprendizaje de la Genómica. Aquí se considera pertinente discriminar las temáticas en los estudios revisados: Herencia biológica e información genética, Herencia Mendeliana, el ADN, Mitosis y meiosis; siendo las menos referenciadas (1 o máximo en 2 estudios): Clonación, genes, organismos genéticamente modificados y proyecto genoma humano. Al tener en cuenta los actores sociales más referidos en estos estudios: un 51% de las investigaciones se han realizado con estudiantes de secundaria (especialmente 8 y 9 grado) y solo un 3% con maestros de secundaria.

Al tener en cuenta las dimensiones sociales estudiadas en los artículos revisados para el estado del arte, se describe que lo que más se analiza son las concepciones o ideas previas de los participantes con un 25% de los estudios. Por otra parte, la mayoría de los estudios reportados provienen de países como: Colombia (30%) y España (25%). No se describen trabajos en los cuales se intente comprender el sentido de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la genómica a nivel universitario, en relación con la formación de profesionales de la biología, con participación conjunta de estudiantes, docentes y egresados, de hecho de estos últimos no se describe en los trabajos reportados. Lo que ha permitido visualizar hasta el momento, la ausencia de estudios del tipo específico y con los participantes que se proponen en este proyecto de tesis doctoral.

Justificación: Es así como, el hecho de develar las configuraciones de sentido construidas por estudiantes, docentes y el currículo del Programa de Biología en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la genómica, se considera esencial para que la Universidad del Cauca, como ente de motor regional, tenga elementos de juicio y soporte con los cuales reconocer que se necesita de manera urgente, involucrarse en el desarrollo de proyectos educativos en genómica, por el impacto para el país en la formación de biólogos que se desempeñen como científicos y educadores que a corto plazo se constituyan en generadores de industrias de investigación



genómica, desarrollos en agricultura, ganadería y medicina genómica. Todo esto fundamental para países como Colombia que dispone de una amplia Biodiversidad (Melo, Mondragón, Wilches, Valbuena, Bolaños y Celis, 2001), como uno de los recursos más valiosos y podría preocuparse por conocerlos, conservarlos, pero también aprovecharlos para obtener sus beneficios, generando el menor impacto negativo posible al medio ambiente. En este aspecto la educación de las generaciones actuales y futuras es esencial, por lo tanto, se hace necesario, conocer lo que está ocurriendo en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la genética que abre las puertas a la genómica, para que, con los elementos dados por este trabajo de tesis doctoral, los docentes del programa de Biología y sus grupos de investigación establezcan un proyecto que fortalezca la formación de profesionales de Biología para el siglo XXI, (profesores e investigadores) que le apuesten a la genómica como un campo de desarrollo regional y nacional. De esta manera la Universidad del Cauca, de amplia tradición podría seguir siendo fiel a la responsabilidad que tiene con la sociedad en la que se encuentra inmersa.

En este orden de ideas, el trabajo se justifica desde diferentes aspectos:

-Teórico: Para Contribuir al campo de la investigación sobre la configuración de sentidos construidos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la genómica por docentes, estudiantes y los egresados del programa de Biología puesto que, ninguno de los estudios reportados en las bases de datos revisadas sobre este aspecto se han interesado en develar los sentidos y su relación con sus potencialidades en la formación del biólogo como educador y científico del siglo XXI.

-Metódico: Se plantea desarrollar un trabajo desde el enfoque comprensivo interpretativo empleando como método y metodología la Hermenéutica Reflexiva destacando que aunque la mayoría de los estudios sobre enseñanza y aprendizaje de la genética se han desarrollado traves del diseño cualitativo, ninguno, hasta el momento de cierre en la elaboración del estado del arte, ha indagado los sentidos del proceso de enseñanza y aprendizaje de la genómica en la formación de los biólogos.



-Practico: Para contribuir en el proceso de formación científica de los estudiantes, docentes y egresados del programa de biología que participen en el estudio, al respecto del para qué estudiar la genómica y sus aplicaciones. Lo anterior, para ir en consonancia con el Ministerio de Educación en su documento de “Lineamientos Curriculares” (1998), en cumplimiento del artículo 78 de la Ley 115 de 1994: *La política educativa, el currículo en general y la escuela como institución, no deben ser ajenas a la problemática social que generan la ciencia y la tecnología y su influencia en la cultura y en la sociedad*”. (p.21).

De igual manera, para aportar al proceso de formación de los futuros maestros de ciencias (pues muchos de los biólogos que egresan de la universidad, ejercen como profesores de ciencias naturales), con respecto a la educación científica de sus alumnos, en general y a la educación sobre la genómica en particular: *“La manera como la mayoría de los futuros biólogos son educados está mas articulada a la biología del pasado y esta necesita ser transformada para preparar el futuro profesional de la biología de manera efectiva a los requerimientos de la biología del presente y a la que se construye día a día.”* (Cajas, Orozco, Paz, Torres, Velasco y Zambrano, 2011 p.3). Lo anterior en consonancia con la Declaración Universal sobre el Genoma Humano y los Derechos Humanos (1997): *“Toda persona debe tener acceso a los progresos de la biología, la genética y la medicina del genómica humano, respetando su dignidad y sus derechos”* (Art. 12).

En este mismo sentido la Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico, UNESCO, 1999 indica: *“Habida cuenta de los progresos científicos, es especialmente importante la función de las universidades en la promoción y la modernización de la enseñanza de la ciencia y su coordinación en todos los niveles del ciclo educativo. En todos los países, especialmente en los países en desarrollo, es preciso reforzar la investigación científica en los programas de enseñanza superior y de estudios de posgrado tomando en cuenta las prioridades nacionales”*.

De tal manera que el interés por desarrollar la tesis en el programa mencionado se debe, a que en su interior se forman los futuros maestros de niñ@s y jóvenes de primaria y secundaria, quienes tendrán en sus manos la responsabilidad de educar científicamente a los ciudadanos del



futuro, en vista de que las aplicaciones de la ciencia podrían llegar a tener no solo consecuencias benéficas sino también perjudiciales, tanto para los seres humanos, la sociedad y el medio ambiente, es un derecho tener acceso al conocimiento científico y tecnológico a través de la educación, por ello, la enseñanza de las ciencias es fundamental para la formación de ciudadanos críticos, activos y bien informados. (Declaración sobre la Ciencia y el uso del saber científico, 1999). De hecho, en otros países, por ejemplo, expertos en genética clínica sugieren incorporar la genómica en la práctica clínica de los estudiantes de Medicina, por cuanto deben tener conocimiento sobre el uso de las pruebas genómicas: cuándo solicitarlas, a qué tipo de pacientes, como explicarles a sus pacientes los resultados, cómo interpretar los resultados y de qué manera deben hacer el seguimiento a los paciente después de los test genómicos personalizados. (Bowdin, S., Gilbert, A., Bedoukian, E., Carew, C., Adam, M. et al, (2016).

Por otra parte, las dificultades en el aprendizaje tales como algunos vacíos conceptuales que deja el currículo del programa de Biología hace que se considere necesario tomar una postura didáctica desde la perspectiva de autores como Ayuso y Banet 2002 los cuales señalan que: *“sería conveniente que los estudiantes conocieran la importancia desde el punto de vista científico, de los estudios desarrollados sobre el genoma humano...”* (p.146), a través de sus docentes y no solo de los medios de comunicación.

- *Objetivo General:* Develar e interpretar las configuraciones de sentidos que construyen los docentes, estudiantes y egresados del programa de Biología de la Universidad del Cauca, durante los procesos de enseñanza y del aprendizaje de la genómica, en el marco de su formación científica.
- *Objetivos Específicos:*
 - Develar e interpretar los sentidos que configuran los docentes del programa de biología en el proceso de enseñanza de la genómica en la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación de la Universidad del Cauca



-Develar e interpretar los sentidos que construyen los estudiantes del programa de Biología en el proceso de aprendizaje de la genómica, en la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación, de la Universidad del Cauca.

- Develar, describir e interpretar los sentidos que los egresados del programa de Biología le asignan durante los procesos de enseñanza y del aprendizaje de la genómica desde su experiencia en el grupo de investigación de Biotecnología, Ambiente y Cáncer (BIMAC).

- *Metodología:*

La propuesta de tesis doctoral se desarrollará a través del enfoque comprensivo interpretativo que ofrece la Hermenéutica (Rios, 2005).

De manera específica se ha elegido trabajar desde la propuesta Reflexiva de la Hermenéutica hecha por Paul Ricoeur, pues intenta conciliar el plano explicativo con el comprensivo interpretativo del lenguaje, ofreciendo la rigurosidad que toda investigación cualitativa se merece.

Adicionalmente se considera que, la Hermenéutica reflexiva permite un acercamiento a las características del problema y facilita el ingreso en el área que se relaciona de manera profunda con el proceso de formación de las personas, de hecho, corresponde a *“La estrategia hermenéutica que ofrece la posibilidad de develar sentidos encubiertos que, al salir a la luz, permiten una mejor comprensión de las personas estudiadas, abriendo posibilidades para una mejor convivencia escolar y para un crecimiento personal basado en la conexión con los propios sentidos y con los de los demás”* Rios, Ibíd, p52. De hecho, la hermenéutica más que una metodología o un instrumento de investigación se considera como: *“una filosofía de la comprensión. (...) es una reflexión filosófica que nos muestra una vía de acceso a la dimensión de los sentidos en el plano de la investigación”* (Rios, Ibíd. p. 52).

Sumando a lo anterior, la obra de Ricoeur, muestra diferentes posibilidades y matices en cuanto a la investigación educativa donde convergen aspectos comprensivos, explicativos como



interpretativos del lenguaje. De esta manera, la hermenéutica reflexiva se basa en el hecho de que la experiencia lingüística precede a la acción, considerando al lenguaje como facilitador en el proceso de configuración del ser humano como persona. A este respecto Gadamer, 1992 señala: *“En todo nuestro pensar y conocer estamos ya desde siempre sostenidos por la interpretación lingüística del mundo (...) (p.149).*

Metodología Teoría Fundada.

Puesto que los procesos de enseñanza y del aprendizaje de la genómica se consideran complejos, es necesario indagarlos en su contexto social, por ello en el trabajo de campo, se plantea inicialmente la entrada al campo, con la solicitud de autorización para trabajar con los actores sociales mencionados anteriormente, presentación de la propuesta de tesis, seguido del diligenciamiento del formato de consentimiento informado por parte de las personas que acepten participar en el trabajo. Esta parte del proyecto se considera fundamental pues a través de este documento, tanto el investigador como los participantes contraen una serie de responsabilidades conjuntas de respeto mutuo y respeto a la información y se da por sentado la confidencialidad y garantía de que la información obtenida será utilizada solo con fines académicos.

Ya en el trabajo de campo en profundidad, se planea emplear la técnica de observación participante y la entrevista en profundidad, que según Murcia y Jaramillo, (2008), corresponde a: *“encuentros cara a cara entre el investigador y los informantes” (p.136)*; es tentativo la aplicación de cuestionarios semi estructurados y análisis documental para la recolección de los relatos orales y escritos.

Se ha considerado que el procesamiento de los datos obtenidos en el trabajo de campo, puede ser a través del análisis del discurso, partiendo del análisis estructural de los textos orales, escritos, verbales y no verbales, producidos por los sujetos participantes, es decir, en la manera en que funcionan los códigos y sus relaciones o cruces. Desde esta perspectiva, los datos se codifican, luego se hace una reflexión detenida al leer varias veces los relatos. Posteriormente,



se identifican y resaltan las unidades de sentido, es decir, que se compararan las palabras por sentidos de relación. Rios, ibíd señala al respecto que: “*La hermenéutica nos proporciona, de este modo, tanto una nueva forma de comprender los discursos como una nueva forma de interpretar la experiencia humana a partir de éstos.*” p54

Seguidamente se realiza la categorización “in vivo”, se resaltan las palabras o ideas que se repitan, indicando manifestación y condensación, o sea, que las categorías emergen del texto y se nombran con los mismos términos que se encuentran en los relatos. Luego, se describen las categorías culturales emergidas de los relatos, con ellas se estructuran las categorías axiales, las cuales se relacionan para finalmente, confluir en la categoría núcleo.

Para dar validez interna al trabajo de tesis, se recogerán datos en diferentes momentos, se realizará la comparación constante y se utilizarán diferentes técnicas e instrumentos, adicionalmente el análisis será continuo, las observaciones serán por lo menos durante 4 meses con descripciones detalladas. De igual manera, los hallazgos socio-culturales pueden analizarse a través de la triangulación de las fuentes: docentes, estudiantes y documentos del programa de biología. Para mantener la validez externa se presentarán los resultados de manera narrativa y descriptiva. Todo lo anterior según las recomendaciones para validez interna y externa de Creswell, 1994.

Bibliografía

- Arráez, M., Calles, J. y Moreno de Tobar, L. (2006). La hermenéutica una actividad interpretativa. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, Año 7, (2), 171-181
- Ayuso, G.E y Banet, E. (2002) Alternativas a la enseñanza de la genética en la educación secundaria. *Revista enseñanza de las ciencias* 20 (1), 133-157
- Blanco, A. (2004). Relación entre la educación científica y la divulgación de la ciencia. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*. 1 (2), 70-86



- Bowdin, S., Gilbert, A., Bedoukian, E., Carew, C., Adam, M. et al, (2016). Recommendations for the integration of genomics into clinical practice. *Genetica Médica*. On line publication doi: 10. 1038
- Cajas, N., Orozco, L., Paz, G., Torres, P., Velazco, N. y Zambrano, G. (2011). Documento Condiciones de Calidad para el programa de Biología. Comité de Plan del programa de Biología. Universidad del Cauca. Popayán
- Cervantes, A. (2004). Horizontes de la medicina genómica. En, Zepeda, M., Izquierdo, T., Zavaleta, P. y Pulido, M. (Ed.). (2004). *La revolución genómica: orígenes y Perspectivas*. México DF, México: Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco
- Colciencias, (2015). Documento reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación Convocatoria 737 de 2015. Recuperado de [listadopreliminar-resultados-conv737-2015-grupos-versionconsultaCOLCIENCIAS.pdf](#)
- Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J. Solé, I. y Zavala, A. (2007). *El constructivismo en el aula*. Barcelona, España: Graó. 18a. Edición
- Contreras, J. (1990). *Enseñanza, currículum y profesorado. Introducción crítica a la didáctica*. Recuperado de <https://ecaths1.s3.amazonaws.com/didacticamagna/626962315.CONTRERAS-Domingo-Enseñanza-curriculum-y-profesorado.pdf>
- Creswell, J. (1994). *Diseño de investigación. Aproximaciones cualitativas y cuantitativas*. Cap.9 El procedimiento cualitativo. Recuperado de http://www.catedras.fsoc.uba.ar/masseroni/Creswell_caps1_5_6_8.pdf
- Daros, W.R. (2009). *Teoría del aprendizaje reflexivo*. Argentina. Editorial I RICE
- Escobar, A. (2005). Bienvenidos a Cyberia, notas para una antropología de la cibercultura. *Revista de estudios sociales* (22), 15-35
- Gadamer, H. G., (1992). *Verdad y método II*. Salamanca, España: Sígueme,
- Gil, D y Vilches, A. (2006). ¿Cómo puede contribuir el proyecto Pisa a la mejora de la enseñanza de las ciencias (y de otras áreas de conocimiento?). *Revista de Educación Extraordinario*. 295-311



- Gimeno Sacristán, J y Pérez Gómez, A.I. (1996). *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid, España: Morata.
- Handelsman, J.; Rondon, M. R.; Brady, S. F.; Clardy, J.; Goodman, R. M. (1998). "Molecular biological access to the chemistry of unknown soil microbes: A new frontier for natural products". *Chemistry & Biology* 5 (10): R245–R249. doi:10.1016/S1074-5521(98)90108-9. PMID 9818143.
- Justi, R. (2006) La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 24 (2), 173- 184.
- Kirkpatrick, G., Orvis, K. and Pittendrigh (2002). A teachig model for biotechnology and genomics education. *Journal of biological education* 37 (1)
- Ley 115 de Febrero 8 de 1994 Por la cual se expide la ley general de educación. http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf
- Martínez, P. (2008). Estilos de aprendizaje: pautas metodológicas para trabajar en el aula. *Revista Complutense de Educación*. 19 (1), 77-94
- Mazarella, C y Rios, P. (2006). Desarrollo y validación de un sistema computarizado para el aprendizaje de un contenido de genética (ADN). *Revista Investigación y postgrado*. 21 (2), 11-42
- Medina, A. y Mata F. (2009). *Didactica General*. Madrid, España: Prentice Hall
- Melo, C., Mondragón, C., Wilches, F., Valbuena, E., Bolaños, P. y Celis, L. (2001). Incidencia de los proyectos escolares en biotecnología en la enseñanza de las ciencias naturales. En memorias XXXVI Congreso Nacional de Ciencias Biológicas. Cartagena Oct. Del 2001.
- Meneses, G. (2007). Capítulo 1. El proceso de enseñanza-aprendizaje: el acto didáctico. En *NTIC, Interacción y aprendizaje en la universidad*. Universidad Rovira I Virgili
- Murcia, N. y Jaramillo, L.G. (2008). *Investigación cualitativa, "la complementariedad" Una guía para abordar estudios sociales*. Armenia, Colombia: Kinesis.
- Narváez, A. (2010). Educación, capitalismo y desarrollo. Cultura alfabética y globalización anglosajona. *Signo y Pensamiento*, 57(29), 248-267.
- Not, I. (2002). *Las pedagogías del conocimiento*. México Fondo de cultura económica



- Ocelli, M. (2013). Enseñar Biotecnología en la escuela: aportes y reflexiones didácticas. *Revista Boletín biológica* (27).
- Ocelli, M., Malin, T y Valeiras, N. (2011). Conocimientos y actitudes de estudiantes de la Universidad de Córdoba (Argentina) en relación a la biotecnología. *Revista electrónica de las ciencias*. 10 (2), 227-242
- Orozco, L.E. (2008). La formación integral. Mito y realidad. *Repositorio Digital 10* Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana
- Orozco, L.E. (1999). La educación a lo largo de la vida y la transferencia cualitativa de la Universidad. *Educación superior y Sociedad* 10 (1), 93-106
- Orozco, L.E. (S.F). La calidad de la formación en la Universidad, Universidad de los Andes. Facultad de administración. Recuperado de www.acofi.edu.co/portal/documentos/Luis_Orozco.pdf
- Orozco, E. del C. (2009). (b) Las teorías asociacionistas y cognitivas del aprendizaje: diferencias, semejanzas y puntos en común. *Revista docencia e investigación*. (19), 175-191.
- Porlán, A, (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias* 16 (1), 175-185
- Riesenfeld, C. S.; Goodman, R. M.; Handelsman, J. (2004). "Uncultured soil bacteria are a reservoir of new antibiotic resistance genes". *Environmental Microbiology* 6 (9): 981. doi:10.1111/j.1462-2920.2004.00664
- Rios, T. (2005). La hermenéutica reflexiva en la investigación educacional. *Revista enfoques educacionales*. 7 (1), 51-66.
- Rodríguez, H. (2008). Del constructivismo al construccionismo: implicaciones educativas. *Revista educación y desarrollo social* 11 (1), 71-89
- Rodríguez, L.J. (2014). Aprendizaje de los ácidos nucleicos desde la modelización en estudiantes de educación superior de la Universidad del Cauca” Trabajo para optar el título de Maestría en educación Línea enseñanza de las ciencias y la tecnología Universidad del Cauca. Dirigido por la PhD. Patricia Veléz Varela, p. 113
- Ruiz Ortega, Francisco Javier; (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 41-60.



Sibilia, P (2005) *El hombre postorgánico Cuerpo Subjetividad y tecnologías digitales*. Buenos Aires, Argentina: Fondo de Cultura Económica

Siemens, G. (2004). Conectivismo una teoría de aprendizaje para la era digital. Traducción Diego Leal Fonseca, 2007. Recuperado de <http://www.fce.ues.edu.sv/uploads/pdf/siemens-2004-conectivismo.pdf>

Unesco, (1999). Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico. La ciencia para el siglo XXI Conferencia mundial sobre ciencia. Budapest Hungary 26 de Junio – 1 de Julio Recuperado de: http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm

Unesco, La ciencia para el siglo XXI. Declaración sobre la ciencia y el uso del saber Científico. Recuperado de www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm

Vázquez A, Ángel y Manassero M.A (2009), La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. *Enseñanza de las ciencias*, 2009, 27(1), 33–48

Zabala, A. (2000). *La práctica educativa. Cómo enseñar*. España: Graó.