

LA LECTURA DE UN TEXTO COMO ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN DEL PENSAMIENTO CTS: LAS VISIONES DE LOS FUTUROS PROFESORES DE BIOLOGÍA

Evelin Salete W. Beckert ⁽¹⁾ y Célia Margutti do Amaral Gurgel ⁽²⁾

⁽¹⁾ Escola Rio Branco. Brasil

⁽²⁾ Universidade Metodista de Piracicaba/UNIMEP-SP-Brasil

RESUMEN*

Este trabajo se origina en una investigación desarrollada con alumnos que estaban concluyendo sus estudios de licenciatura en Biología. Utilizando como procedimiento para la recogida de datos la lectura de un texto periodístico sobre el Genoma Humano, el estudio intentó buscar los principales elementos constitutivos del pensamiento curricular de los futuros profesores y las implicaciones que tendrían para la Educación Científica, en especial en la perspectiva CTS. El concepto de currículum fue el eje conductor de la investigación, entendido como un campo de construcción de culturas.

Palabras clave: Estrategia de Enseñanza- Currículum CTS- Formación del Profesorado -Educación Científica- Enseñanza de las Ciencias.

INTRODUCCIÓN

El abordaje CTS¹ en la enseñanza de las Ciencias tiene como anhelo crear posibilidades para una educación científica bajo la perspectiva crítica de la ética, de la política y de los impactos sociales de esta relación, haciendo posible en el futuro ciudadanos capaces de pensar y de tomar decisiones no solamente de naturaleza científica, sino sociocultural, política y económica, frente a los problemas que requieren actitudes responsables de todos. En el proceso de enseñanza, el conocimiento escolar suele surgir como simplificación del conocimiento científico, lo que puede significar descontextualización, dificultando la visualización y la comprensión de la complejidad del proceso de enseñanza y de aprendizaje. La formación docente en Ciencias y Biología, hoy más que nunca, debe contribuir a una educación de las Ciencias cuya acción y/o reflexión pedagógica esté comprometida y preocupada por la complejidad del mundo global y el papel social del proceso escolar. Desde este punto de vista, resulta fundamental que el profesor adopte una visión curricular donde estén articulados los saberes sobre la Ciencia, la Tecnología y sus implicaciones para la vida social. De esta manera, se los estaría auxiliando en los desafíos de cada día.

Este trabajo se desarrolla en el marco de una investigación para una tesis de Maestría y se realiza con 37 alumnos (22% hombres y 78% mujeres con edad entre 22 y 35 años) que estaban terminando el curso de Biología (Beckert, 2003). A partir de una

¹ Ciencia-Tecnología-Sociedad

estrategia teórico-metodológica apoyada en la utilización de un texto periodístico, que abordaba el tema *Genoma Humano* (Gonzalez, 2001), la investigación buscó identificar algunos elementos constitutivos del pensamiento curricular² de los futuros profesores, sus principales tendencias y las implicaciones que ello tendría para la Educación Científica, en especial bajo el enfoque CTS. El concepto de *currículo* adoptado en este estudio se entiende no sólo como una referencia de contenido programático³, sino como un elemento cultural, parte de la cultura escolar que es una parte de la cultura global (Forquin, 1993).

CULTURA, FORMACIÓN DEL PROFESOR Y EDUCACIÓN CIENTÍFICA BAJO EL ENFOQUE CTS

Durante mucho tiempo se entendió la educación científica como un proceso de transmisión a las nuevas generaciones de los saberes producidos por la humanidad, gozando el profesor de una posición privilegiada de conocedor casi absoluto del conocimiento y fuente oficial del saber y de la cultura (Carvalho et al., 2000). Hoy, no obstante, se investiga el pensamiento del profesor y su formación para comprender el proceso subjetivo que generó su forma de concebir el mundo, la Ciencia, el proceso de enseñanza/aprendizaje y los contenidos escolares, entre otros. Aunque este conocimiento resulte de influencias que llegan desde diferentes fuentes, los profesores serán siempre los actores competentes, como portadores del conocimiento que, con sus saberes y subjetividades, penetran en los más hondo del proceso de enseñanza (Tardiff, 2000). Por ejemplo, si el profesor adoptase una concepción del conocimiento científico como algo superior, objetivo, neutro y descontextualizado, podría estar dejando de reconocer en las ideas cotidianas del sentido común puntos de partida para las conquistas de la Ciencia. Por el contrario, si desarrollase una enseñanza donde los aprendices comprendan la construcción histórica de la Ciencia y los diferentes métodos de abordaje, será posible demostrar que la Ciencia es una construcción cultural e histórica, por lo tanto provisional y no universal.

Sobre la base de estos supuestos entendemos la importancia de las actitudes y creencias del profesor en el aprendizaje de sus alumnos (Coll y Miras, 1996) siendo necesarios estudios que busquen nuevos caminos para su formación, no sólo en el campo de las Ciencias sino en otros. Si bien hoy existe un reconocimiento histórico de que la Biología fue la Ciencia que más se desarrolló durante el siglo XX (Hobsbawm, 1999), también se reconocen los problemas aún existentes en relación a la calidad de su enseñanza y a la formación de los profesores. El modelo de racionalidad positivista, desconocedor de la complejidad de la práctica y de sus diversos determinantes, llevó en muchas ocasiones a una simplificación que evita la multidimensionalidad de las situaciones de enseñanza que los profesores y profesoras manejan y, en la mayoría de los casos, a no considerar tampoco la complejidad de los objetivos y contenidos del currículo (Sacristán y Pérez Gómez, 1998). Es desde aquí donde surge el énfasis CTS en el ámbito de la Educación en Ciencias contemporánea.

² Es decir, las visiones y creencias que tiene el profesorado sobre el currículo y los elementos que deben estar presentes a la hora de diseñarlo y desarrollarlo.

³ Es decir, no sólo como el programa oficial de la asignatura.

Reflejos tecnológicos directos, indirectos y decisivos provenientes de los grandes avances científicos transformaron la vida cotidiana de las personas, y la continúan transformando. Perceptibles o no, la sociedad se adapta a las nuevas condiciones de vida muy probablemente sin percibir con qué rapidez la evolución del conocimiento científico arroja avances tecnológicos que transforman nuestra vida, nuestra manera de interpretar al mundo y a la realidad. Es, por lo tanto, comprensible y necesaria la importancia concedida a la enseñanza de las Ciencias en este siglo XXI, en tanto se observa que sus interacciones con el medio natural y social son reales (Gurgel, 2001).

El enfoque CTS de enseñanza atrae con propuestas que pueden tornarse convergentes con los ideales de una sociedad aceptada como multicultural, en tanto que incorpora a la Ciencia y a la Tecnología el medio natural y social, proporcionando una aproximación y una comprensión de la Ciencia tal como ella ocurre. Entretanto, lo que se cuestiona es cómo el profesor va a enseñar algo que no conoce, desconociendo sus propias creencias, valores y actitudes CTS. La visión disciplinar del mundo en la tradición escolar, organizando las materias que van a ser enseñadas en grandes bloques de contenido desde el comienzo de la escolarización, imposibilitó articular, interrelacionar y retroalimentar a la totalidad, a lo global con lo particular y viceversa (Morin, 2000). Esta situación marca claramente que los contenidos científicos adquiridos en la escuela son como mucho almacenados, no encontrándose el alumno y ciudadano en condiciones de relacionarlos, retroalimentarlos e interactuar, con ellos y a favor de ellos, en la tentativa de ubicarlos globalmente. Para que se produzca la contextualización de las informaciones es necesario que sea posible organizarlas y situarlas en el todo, y también entre las partes que lo componen. Desde esta perspectiva, creemos que los caminos que conducen al aprendizaje reciben influencias de las innumerables variables que impregnán a los sujetos participantes en el proceso, y que el resultado final dependerá de cómo se construya este rompecabezas.

Zabala (1999) se refiere *al saber, al saber hacer y al ser*, destacando que tanto los contenidos caracterizados como fácticos, como los conceptuales, procedimentales y actitudinales, necesitan ser cuidadosamente trabajados/organizados, exigiendo diferentes tiempos y dedicación así como estrategias de aprendizaje distintas. Creemos, todavía, que saber desarrollar conceptos, procedimientos, actitudes y valores críticos sobre esta cuestión, difícilmente se producirá con profesores que reciban una formación profesional basada en los modelos del método de transmisión-recepción, sin énfasis en la interacción de los contenidos científicos con la realidad. Wood-Robinson et al. (1998) muestran cómo los ciudadanos que forman parte de la sociedad actual necesitan ser capaces de reconocer y comprender los avances que la Ciencia y la Tecnología ofrecen a la sociedad, ya que la clave está en el “para qué” son producidos y, sobre todo, “para quién” son destinados los beneficios. Citando el ejemplo del *Genoma Humano*, afirman que esta postura exige una formación que involucra conocimientos diferenciados y conectados a las otras áreas del saber, lo que a su vez exigirá del profesor una formación diferenciada, muy distante de la que la mayoría de nuestras escuelas está en condiciones de ofrecer. Los autores, basados en otros estudios anteriores de Driver (1996) caracterizan la formación científica en tres categorías, a saber, *utilitaria, democrática y cultural*.

Estos indicadores buscan llamar la atención acerca de la importancia de los nuevos caminos para el currículo y la didáctica de las Ciencias, de un conocimiento científico democrático y significativo para la vida socio-cultural de los individuos, para que ellos entiendan lo que estos saberes representan en sus vidas, a nivel local y universal.

ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE CATEGORÍAS PARA EL ANÁLISIS

Siguiendo las sugerencias de Gonzalez (2001), la forma de recogida de datos en el estudio de Beckert (2003) se basó en la lectura en clase, por parte de los alumnos, de un texto periodístico acerca del *Genoma Humano* ([anexo 1](#)), y la posterior respuesta a una serie de preguntas que se les formularon. Las preguntas fueron: ¿Qué es lo que usted considera más adecuado en este texto para ser utilizado en una clase de Biología, en la enseñanza media: los tres primeros párrafos o el último? ¿Por qué?

Redactado en cuatro párrafos ([anexo 1](#)) el texto aplicado presentaba una clara separación entre contenidos y procedimientos (saber y saber hacer) en los párrafos 1, 2 y 3, y valores actitudinales en el párrafo 4 (Zabala, 1999). Es decir, en los tres primeros párrafos el problema del *Genoma Humano* era discutido en términos técnico-científicos (DNA y la Ciencia Genética) y en el cuarto y último párrafo se presentaba bajo una perspectiva macro social y política, en el contexto de la Ciencia y la Tecnología. Aunque les fueron sugeridas a los alumnos sólo dos opciones para la elección de los párrafos, la posibilidad de otra forma de elección no se descartó, considerándose en el conjunto del análisis. Por la pertinencia del texto indicado, se mantuvo la proposición temática y la aplicación del texto original. Finalmente, la utilización de la lectura de texto (formal o informal), como recurso didáctico-pedagógico, es capaz de suscitar una comprensión diferente en cada uno de los lectores que, por vivenciar contextos distintos, hacen interpretaciones diferentes. Sin texto no hay objeto de estudio y de pensamiento, porque le atribuye el sentido a las palabras (signo) como representante de los significados (Bakhtin, 1986).

La construcción de las categorías para el análisis y la discusión de los datos fue adaptada de los estudios de Zabala (1999), Wood-Robinson et al. (1998) y Moreira (1986). Quedó establecido como criterio de interpretación que una opción por los tres primeros párrafos estaría revelando una mayor importancia para una enseñanza-aprendizaje basada en conceptos o en el desarrollo de habilidades específicas sobre la Ciencia (saber y saber hacer) y, por lo tanto, un pensamiento curricular de características técnico utilitarias. A su vez, la opción por el cuarto párrafo que relacionaba Ciencia-Tecnología-Sociedad con un contexto sociopolítico más amplio (por qué hacer), estaría indicando una formación científica actitudinal de tendencia democrática y cultural, ya que estaría apuntando hacia una enseñanza-aprendizaje en la que los individuos deberían entender no solamente los conceptos científicos y sus aplicaciones, sino a la Ciencia como una conquista de la sociedad moderna y algo que está al alcance de todos.

TENDENCIAS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

La sistematización de los indicadores de las visiones curriculares de los futuros profesores de Biología se representa en los cuadros 1 y 2, junto a las justificaciones de los alumnos sobre sus opciones.

Siete futuros profesores, el 18,9%, optaron por el uso de los tres primeros párrafos del texto durante sus prácticas pedagógicas de Biología. Desde el punto de vista de una concepción curricular, la opción se orientaría hacia una formación científica que caracteriza o identifica una visión del conocimiento científico con fines utilitarios, es decir, del conocimiento/saber científico como instrumento inmediato en la resolución de problemas prácticos del mundo cotidiano (Wood-Robinson et al., 1998). En términos de Zabala (1999), sería una concepción centrada en la enseñanza de conceptos y de procedimientos. En este mismo sentido, las justificaciones de los alumnos que acompaña a la elección de los tres primeros párrafos del texto pueden encuadrarse en una dimensión curricular centrada en explicaciones correctas desde el punto de vista de la Ciencia, en el desarrollo de habilidades específicas y, también, en la capacidad explicativa del individuo. Estas son algunas de las categorías que Moreira (1986) y Wood-Robinson et al. (1998) creen que forman parte de un currículo dirigido a la formación profesional con fines utilitarios.

El dominio del contenido científico es, sin duda alguna, una de las necesidades formativas de los profesores (Carvalho y Gil-Pérez, 1995). Pero eso solo, de por sí, corre el riesgo de quedar desvinculado de la realidad del alumno quien, a su vez, no encontrará ningún aliciente en el esfuerzo de comprensión de los temas estudiados. Dicho dominio puede ser insuficiente para que el alumno organice y relacione conceptos científicos con los adquiridos anteriormente, no ocurriendo, por lo tanto, la transformación de conceptos de carácter simplista en conceptos científicos. Un profesor preocupado por el "saber" y por el "saber hacer", partidario de las explicaciones ofrecidas en esos textos, difícilmente podrá crear condiciones para una percepción que vaya más allá de los conceptos y de los procedimientos técnicos de este proceso, dando prioridad, de esta manera, tan sólo a explicaciones correctas. Ésta es una expectativa de enseñanza que entiende el aprendizaje como la acumulación de informaciones, o un archivo que se abre para retirar algo adquirido por los alumnos siempre que le fuera exigido. La comprensión de un hecho o de un fenómeno, sea social o natural, ocurre solamente a través de la apertura de nuevas situaciones/posibilidades y de nuevas experiencias que permitirán nuevas elaboraciones y enriquecimiento de los conceptos. Esto es lo que proporcionará la comprensión de que los contenidos conceptuales no son definitivos y cerrados.

En el cuarto párrafo, elegido por 15 de los alumnos (48,5%), las justificaciones se mueven bajo una perspectiva macrosocial, destacándose aspectos y reflexiones sociopolíticas que envuelven a agentes y factores externos a aquel medio. Se centra en la preocupación de cómo deberían pensar y actuar los agentes sociales frente al fenómeno. Este porcentaje de opciones demuestra la sensibilidad de los futuros profesores hacia las cuestiones de naturaleza política que envuelven a la Ciencia, Tecnología y Sociedad, en coherencia con lo deseado desde un currículo CTS.

Wood-Robinson et al (1998), citando a Driver (1996) dicen que aquellos alumnos que en sus justificaciones destacan la preocupación por aplicar sus conocimientos para entender y participar en debates relacionados con temas científicos, presentan una formación científica democrática, en tanto que aquellos que sugieren en sus argumentos una preocupación por entender la Ciencia como un éxito cultural de la sociedad moderna mantienen una formación de tipo cultural.

Solé et al. (1999) y Zabala (1999) se preocupan por el saber hacer y ser del profesor; es decir, acerca de qué procedimientos, actitudes y valores adoptados por el profesor durante la transformación de los contenidos científicos en contenidos escolares, son importantes en la organización y la comprensión de los significados producidos por los alumnos. Si analizamos los argumentos que los alumnos adoptan como parámetros para efectuar el análisis de las justificaciones, observamos una tendencia de formación científica de tipo *democrática y/o cultural*.

Para Moreira (1986), esto demuestra la posibilidad de ampliar la visión de la enseñanza de las Ciencias. Coincidimos y nos reafirmamos en que, aunque el cuestionario para este estudio señalase sólo dos opciones, esto no significaba una visión fragmentada o dicotomizada de nuestra parte sobre el proceso de enseñanza CTS. Es decir, no estamos minimizando la enseñanza conceptual y procedural, primando la actitudinal con énfasis en la dimensión macrosocial, o viceversa. Es preciso prestar atención a estos aspectos para no reducirnos a la aceptación de argumentos simplistas acerca de la relación CTS. Con el "saber valorar" (actitudes y valores) es preciso "saber decidir" en las decisiones sociocientíficas.

Finalmente, algunas manifestaciones de los alumnos se orientaron, según una tercera vertiente de elección (16,2%), hacia el texto completo, aportando argumentos similares a los que apunta la siguiente cita:

"A mi modo de ver, la elección por una u otra opción fragmenta el texto volviéndolo tendencioso y defectuoso en su intención de provocar una reflexión del alumno. Ambas alternativas llevan a un análisis parcial (...) El texto íntegro nos remite a una reflexión responsable, mostrándonos posibilidades de acontecimientos y no hechos consumados (sic)".

Las manifestaciones en esta dirección apuntan a que, si bien, por un lado, es importante una mayor comprensión científica sobre el *Genoma Humano*, el saber y el cómo hacer, también lo es saber por qué hacer, es decir, el sentido político e ideológico de sus resultados e implicaciones sociales. Una enseñanza que articule Ciencia, Tecnología y Sociedad cuenta con la posibilidad de desarrollar en el alumno una visión más articulada e interconectada de los contenidos discutidos en la escuela con las informaciones que provienen del mundo presente fuera de ella.

Los supuestos del constructivismo social buscan un currículo actitudinal deseando que, tanto el alumno como el profesor, actúen intensa y constantemente, no delegando la responsabilidad del proceso de enseñanza y aprendizaje en uno u en otro, aunque sea de responsabilidad del alumno la construcción de su propio aprendizaje. Entretanto, le cabe al profesor desarrollar en su acción pedagógica condiciones para que el alumno ponga en práctica habilidades de investigación y de comunicación, así como estrategias para aprender el conocimiento. Buscando una enseñanza CTS bajo una

mirada no asociada solamente a habilidades, reglas, técnicas y métodos, sino bajo otra que explique esta interacción en la perspectiva de un proceso histórico significativo y cuestionador, los aprendices podrán, de este modo, reflexionar mejor sobre sus certezas y sabrán orientarse hacia nuevas concepciones o paradigmas frente a sus mundos.

CONCLUSIÓN

Como consecuencia de todo lo expuesto, creemos que los futuros profesores de Biología sugirieron aspectos relevantes para que la educación científica, en este comienzo de siglo, sea repensada. La utilización de lecturas de textos CTS favorecen aprendizajes muy importantes de tipo actitudinal, procedural y conceptual y, contribuyen para que los alumnos puedan vivenciar este proceso, que es complejo, con nuevas dinámicas, interacciones y construcciones de sus saberes, estableciendo relaciones entre lo que piensan sobre el tema y lo que el texto dice. Es una práctica de la enseñanza que podrá incentivar a los profesores y a los futuros profesores para aprender a indagar sobre sus propios conceptos previos, favoreciendo la toma de conciencia de la importancia del conocimiento y del control de las propias estrategias de lecturas para mejorar la práctica de la enseñanza.

Considerando al aprendizaje como la construcción de significados a partir de conocimientos adquiridos, el progreso surge cuando el aprendiz es estimulado a provocar y/o construir, a partir de sus conocimientos previos, preguntas acerca de esos significados y variar sus respuestas de acuerdo a la calidad y a la cantidad de instrumentos de ayuda y apoyo utilizados por el profesor. Es justamente en este punto donde el ámbito de lo social juega un papel importante, ayudando a establecer vínculos entre el sujeto y el objeto de estudio mediante actividades que hacen de ese objeto algo relevante para el sujeto.

La escuela, en su visión contemporánea, tiene una doble dimensión social cuando aproxima al alumno a la cultura de su medio social y hace posible, a la vez, su individualización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKHTIN, M. (1986). *Marxismo e filosofia da linguagem*. São Paulo/Br: Editor Hucitec.
- BECKERT, Evelin. S. W. (2003). *O pensamento curricular de licenciandos de Ciências e Biologia e suas implicações para a educação científica no limiar do século XXI*. FE-PPGE UNIMEP, Piracicaba, SP/Br. (Diss. Mestrado).
- CARVALHO, A. M. P Y GIL-PÉREZ, D. (1995). *Formação de professores de Ciências: tendências e inovações*. 2. ed., São Paulo/Br: Cortez.
- CARVALHO, W. et al. (2000). *Biologia: o professor e a arquitetura do currículo*. São Paulo/Br: Editora Articulação Univ./Escola.

- COLL, C. Y MIRAS, M. (1996). A representação mútua professor/aluno no processo de aprendizagem. In: COLL et al.. (orgs.). *Desenvolvimento Psicológico e Educação*. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas, vol 2, pp.265-280.
- DRIVER, R., LEACH, J., MILLAR, R. Y SCOTT, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Buckingham: Open University Press.
- FORQUIN, J. Escola e Cultura (1993). *As bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar*. Porto Alegre/Br: Artes Médicas.
- GONZALEZ, F. (2001). Biología para una nueva generación. Nuevos contenidos y nuevos continentes. *Alambique*, 29, pp.63-69.
- GURGEL, C. M. A. (2001). A dimensão social das Ciências da Natureza na percepção de professores do Ensino Médio: implicações para a educação sócio-cultural das Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1(1), pp.96-117.
- HOBSON, E. (1999). *Era dos Extremos. O breve século XX (1914-1991)*. São Paulo/Br: Companhia das Letras.
- MOREIRA, M. A (1986). A questão das ênfases curriculares e a formação do professor de Ciências. *Caderno Catarinense de Física*. Florianópolis/Br, 3(2), pp.66-78.
- MORIN, E. (2001). *A cabeça bem feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. 3. ed., Rio de Janeiro/Br: Bertrand Brasil.
- SACRISTÁN, G. J. Y PÉREZ GÓMEZ, A. I. (1998). *Compreender e transformar o ensino*. 4. ed. Porto Alegre/Br: Artmed.
- SOLÉ, I. et al. (1999). Os professores e a concepção construtivista. In: COLL et al. *O construtivismo na sala de aula*. São Paulo/Br: Ática. pp.9-28.
- TARDIFF, M. (2000). Os professores enquanto sujeitos do conhecimento: subjetividade, prática e saberes no magistério. En *Didática, Currículo e Saberes Escolares*. Rio de Janeiro/Br.: DP&A editora, pp. 112-128.
- WOOD-ROBINSON, C.; LEWIS, J.; LEACH, J. y DRIVER, R. (1998). Genética y formación científica: resultados de un proyecto de Investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), pp.43-61.
- ZABALA, A. (1999). Os enfoques didáticos. En COLL et al. *O construtivismo na sala de aula*. São Paulo: Ática, pp.153-196.

Cuadro 1.- Justificaciones de los alumnos sobre sus opciones (párrafos 1, 2, 3)

RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS	DIMENSIÓN CURRICULAR	FORMACIÓN CIENTÍFICA
<i>Los tres primeros párrafos del texto presentado son más atractivos y más ricos que el último.</i>	Centradas en las explicaciones correctas de la Ciencia (saber)	Utilitaria, (argumentación implícita)
<i>Los tres primeros párrafos son más adecuados, pues ellos explican acerca del DNA, muestran la utilización, hacen comparación del nº de genes entre especies diferentes y hacen que el lector reflexione sobre el tema.</i>	Centrada en las explicaciones correctas de la Ciencia (saber)	Utilitaria, conceptual
<i>En los tres primeros párrafos el asunto se trata de una manera más clara y de mejor comprensión para los alumnos, y es un tema que sería de mayor interés.</i>	Centrada en las explicaciones correctas de la Ciencia (saber)	Utilitaria, conceptual
<i>Los tres primeros párrafos, porque contienen la totalidad de la investigación (de laboratorio) que, desde mi punto de vista, está mejorando cada día, pertrechándose para la búsqueda de un mejor conocimiento sobre nosotros mismos. Es claro que debería ser muy bien explicado, pues normalmente los alumnos de enseñanza media tienen una gran dificultad para entender; sin embargo, es importante resaltar la necesidad de desmitificar lo que es la investigación de laboratorio.</i>	Centrada en el desarrollo de habilidades específicas y explicaciones correctas de la Ciencia y de la práctica experimental (saber y saber hacer)	Utilitaria, conceptual y procedimental
<i>Considero que los tres primeros párrafos, porque ellos están más orientados hacia la Ciencia, el estudio de los genes y cómo se llegó hasta ellos, las comparaciones entre los genes humanos en relación con otros genes, etc.</i>	Centrada en las explicaciones correctas de la Ciencia (saber)	Utilitaria, conceptual y procedimental
<i>Creo que el texto por sí solo no sería suficiente para trabajar en un aula; tendría que desarrollarse un trabajo más detallado y en un lenguaje más "simple" (tenemos que tomar en cuenta el nivel de los alumnos), así que creo que los 3 primeros párrafos corresponden más al modo de trabajar.</i>	Centrada en las explicaciones correctas de la Ciencia con prácticas específicas (saber y saber hacer)	Utilitaria, conceptual y procedimental
<i>Creo que lo más adecuado sería el 1º, 2º y 3º parágrafo por estar más detallados. Es claro que el 4º parágrafo tiene su lado bueno, donde los alumnos pueden reflexionar más sobre el asunto, y hasta sacar sus propias conclusiones. Entrar en la parte socio-política significa analizar esta situación por todos los "lados".</i>	Centrada en las explicaciones correctas de la Ciencia y sobre el papel del individuo como el que explica (saber y saber hacer)	Utilitaria, conceptual y procedimental

Cuadro 2.- Justificaciones de los alumnos sobre sus opciones (párrafo 4)

RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS	DIMENSIÓN CURRICULAR	FORMACIÓN CIENTÍFICA
<i>Debería enseñarse el último párrafo, pues aún tienen que hacerse muchos estudios sobre el genoma humano, en los cuales el gobierno también tendría que intervenir y desmonopolizar todas las pretensiones económicas de ciertas empresas o ciertas entidades</i>	Centrada en una enseñanza que relaciona Ciencia, Tecnología y Sociedad para tener una fundamentación sólida (saber cómo y por qué hacer)	Democrática, actitudinal
<i>Con toda seguridad, todo el texto es muy adecuado para su uso en el proceso de la enseñanza media, no obstante, el último párrafo aborda el tema (genoma humano) de una forma más visible, ya que termina encerrando toda la cuestión socio-política, que es la que hoy le importa realmente a un alumno de enseñanza media.</i>	Centrada en una enseñanza que relaciona Ciencia, Tecnología y Sociedad para tener una fundamentación sólida (saber cómo y por qué hacer)	Democrática, actitudinal
<i>El último (no justificó)</i>		
<i>Desde mi punto de vista, el 4º párrafo es el más adecuado, pues puede mostrarle al alumno la realidad. Sólo con los otros resulta oscuro. Llama la atención para un trabajo que deja bien en claro la situación, y que con eso motiva el interés de todos.</i>	Centrada en una enseñanza que relaciona Ciencia, Tecnología y Sociedad para tener una fundamentación sólida (saber cómo y por qué hacer)	Democrática, actitudinal
<i>El último, pues estará trayendo un hecho que encerrará el futuro de los alumnos. En este contexto, ellos podrán tener la visión más social y política de la biología, que encierra no solamente a la biología pura y aplicada, sino también la que involucra a personas de diferentes clases sociales e intereses, diferentes ideas y visiones del mundo. Una biología más palpable y más cuestionable. No es que los otros párrafos no sean importantes para tener una visión de lo que es el genoma, sino que según entiendo el último párrafo es mucho más interesante y utilizable para situar al alumno en una sociedad y formar su conciencia para que las cosas sigan tomadas de la mano con la ética.</i>	Centrada en una enseñanza que relaciona Ciencia, Tecnología y Sociedad para tener una fundamentación sólida (saber cómo y por qué hacer)	Democrática y cultural, Actitudinal
<i>Más adecuado sería el último, pues los alumnos deben saber los efectos de esas experiencias, aunque los 3 párrafos sean muy interesantes, pero sólo como curiosidad.</i>	Centrada en una enseñanza que relaciona Ciencia, Tecnología y Sociedad para tener una fundamentación sólida (saber cómo y por qué hacer)	Democrática
<i>Con seguridad la última. Pues sería una concienciación científica. Los tres primeros párrafos podrían ser trabajados, pero el resultado sería diferente para cada alumno, pues sus conocimientos previos difieren. Y también siempre van a existir resultados acerca de alguna investigación, pero no la conciencia científica, si ella no fuese trabajada en las escuelas. La ciencia no es perfecta, más allá de los diversos factores que la distorsionan, intereses financieros, políticos, etc. Y esto tiene que ser claro para el alumno, pues siempre aparecerán nuevas</i>	Centrada en una enseñanza que relaciona Ciencia, Tecnología y Sociedad para tener una fundamentación sólida (saber cómo y por qué hacer)	Democrática y cultural, Actitudinal

RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS	DIMENSIÓN CURRICULAR	FORMACIÓN CIENTÍFICA
<i>informaciones, pero el alumno tiene que estar preparado para recibirlas, y consciente de sus consecuencias, objetivos perjudiciales, etc.</i>		
<i>Yo elegiría el último parágrafo, pues no es suficiente tratar un asunto aislado, sin sus consecuencias. Debemos analizar el asunto tratando junto con él sus pros y contras, mostrando al alumno una realidad concreta, haciendo que él cuestione y cuestione al prójimo, no permitiendo que las respuestas sean prontas y acabadas. Es necesario desarrollar el sentido crítico del alumno.</i>	Centrada en una enseñanza que relaciona Ciencia, Tecnología y Sociedad para tener una fundamentación sólida (saber cómo y por qué hacer)	Democrática y cultural, actitudinal
<i>El último, pues además de la información presentada establece y despierta la ética en los alumnos.</i>	Centrada en una enseñanza que relaciona Ciencia, Tecnología y Sociedad para tener una fundamentación sólida (saber cómo y por qué hacer) (está implícito)	Democrática, actitudinal
<i>El último párrafo. (no justificó)</i>		
<i>El último parágrafo contiene informaciones de suma importancia y debería ser abordado en las clases de Biología, pues antes incluso de explicar cómo se constituye el DNA en el genoma, es necesario que se expliquen los riesgos de las verdaderas técnicas de laboratorio respecto de cómo se debe proceder a la decodificación genómica. Las técnicas no están prontas, deben ser adaptadas y deberían ser básicamente enseñadas en las clases, pues sólo quien trabaja en el área, como yo, tiene acceso.</i>	Centrada en una enseñanza que relaciona Ciencia, Tecnología y Sociedad para tener una fundamentación sólida (saber cómo y por qué hacer)	Democrática y cultural, procedural y actitudinal
<i>El último parágrafo, donde se pueden discutir, además de las técnicas, las cuestiones socio-políticas, aclarando eventuales dudas y permitiéndole a cada uno tomar sus propias decisiones respecto de este asunto.</i>	Centrada en una enseñanza que relaciona Ciencia, Tecnología y Sociedad para tener una fundamentación sólida (saber cómo y por qué hacer)	Democrática y cultural, Actitudinal
<i>Creo que el último parágrafo comprende todo lo involucrado en el proceso de descubrimiento científico, los problemas políticos, los intereses económicos y los problemas sociales. Los alumnos deben tener una idea de todo. Los datos obtenidos son importantes, pero más importante es el reflejo que todo tendrá en las vidas de las personas, cuando en la práctica cotidiana se incluyen palabras nuevas en el vocabulario sin que tengan noción siquiera del tamaño de los descubrimientos.</i>	Centrada en una enseñanza que relaciona Ciencia, Tecnología y Sociedad para tener una fundamentación sólida (saber cómo y por qué hacer)	Democrática y cultural, Actitudinal
<i>El último parágrafo, porque hace que el alumno entienda lo que ocurre en la teoría, y que tome una postura ética en relación al asunto. Formando ciudadanos críticos y no pasivos.</i>	Centrada en una enseñanza que relaciona Ciencia, Tecnología y Sociedad para tener una fundamentación sólida (saber cómo y por qué hacer)	Democrática y cultural, Actitudinal
<i>Considero al último parágrafo más interesante para la discusión en la clase de enseñanza media,</i>	Centrada en una enseñanza que relaciona Ciencia, Tecnología y Sociedad para	Democrática y cultural, actitudinal

RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS	DIMENSIÓN CURRICULAR	FORMACIÓN CIENTÍFICA
<i>pues los alumnos están recibiendo informaciones variadas sobre el genoma en los medios de comunicación, sin embargo no son llevados a reflexionar acerca de los pros y los contras y, principalmente, cómo eso podrá afectar su vida.</i>	tener una fundamentación sólida (saber cómo y por qué hacer)	
<i>El último. Porque los alumnos de Enseñanza Media deben tener conocimiento general del asunto para después saber más sobre las técnicas, los datos son algo más específico.</i>	Relaciona Ciencia, Tecnología y Sociedad para tener una fundamentación sólida (saber cómo y por qué hacer)	Democrática
<i>Yo considero que el último parágrafo es el más adecuado para trabajar con los alumnos en clase. La vinculación socio-política del proyecto genoma puede ser visualizada con mayor facilidad por los alumnos, y sus consecuencias pueden ser discutidas y analizadas. Los tres primeros párrafos tratan de informaciones técnicas y algunas aplicaciones de este proyecto, sin embargo, no esclarecen puntos de vista a favor y en contra de su utilización, como se hace en el último parágrafo.</i>	Relaciona Ciencia, Tecnología y Sociedad para tener una fundamentación sólida (saber cómo y por qué hacer)	Democrática y cultural, Actitudinal

ANEXO 1

Libro abierto. EL PAÍS, 13 de febrero de 2001. Granada/España (texto original)

Parágrafo. 1-Siete meses después de la lectura completa del genoma humano - el orden exacto de los 3000 millones de bases o letras químicas que cada persona hereda de sus padres, y que contienen las instrucciones básicas para construir un ser humano a partir de un simple óvulo fecundado-, los científicos han culminado el siguiente paso en la comprensión de esa mareante cantidad de información: la identificación de los genes o unidades básicas de sentido, en ese inmenso texto escrito en el críptico lenguaje del ADN. El resultado ha sido una sorpresa científica, pero al mismo tiempo ha puesto a tiro de piedra las primeras aplicaciones clínicas de lo que sin duda alguna constituirá la gran revolución de la medicina en las próximas décadas.

Parágrafo 2-Nuestra especie tiene que conformarse con 30000 genes, una cifra inesperadamente baja cuando el más modesto de los gusanos tiene 16000 genes. Con sólo un tercio más de genes, el embrión humano en desarrollo tiene que construir un cerebro 300 millones de veces más complejo que del gusano. Nuestra singularidad como especie está en los genes -no otra cosa distingue el óvulo humano del de una rata-, pero es obvio que a la ciencia genética aún le queda mucho trabajo por hacer para lograr explicaciones completas.

Parágrafo 3- El genoma humano se ha revelado también como un gran derrochador de espacio. El 95% del genoma parecen textos absurdos, a veces ruinas de antiguos genes de virus, largos tramos de ADN que parecen haberse acumulado allí sólo porque no estorban demasiado. Estas paradojas mantendrán ocupados durante décadas a los investigadores básicos. Pero la medicina no tendrá que esperar tanto. Las técnicas necesarias para examinar de un golpe la totalidad de los genes de un individuo están ya listas y las explicaciones de esta metodología -independientemente de cuanto tarden en ofrecerse a los ciudadanos- son potencialmente inmediatas.

Parágrafo 4- El análisis del genoma merece dos reflexiones sociopolíticas. La primera es que las técnicas genómicas van a permitir muy pronto un conocimiento detallado de los riesgos sanitarios de cada persona, y que esos datos se prestan a un evidente abuso por parte de las aseguradoras. Los gobiernos deben impulsar la legislación necesaria para evitar una personalización de las primas de seguros que acabe con el reparto equitativo del riesgo, y lo deben hacer cuanto antes. La segunda es que la cascada de medidas políticas sobre privacidad y sanidad que las técnicas genómicas están a punto de provocar no deben quedar en manos de los pocos expertos capaces de extender la ciencia que subyace en ellas. La alfabetización científica de los ciudadanos debe pasar a ser parte de los fundamentos democráticos para que ellos mismos puedan tomar las decisiones que les pertenecen.

* **Summary**

This work originates from a research, developed with students finishing their Biology license. The study tried to identify the main constitutive elements of the curricular thought of these future teachers, and the implications this would represent for the scientific education, especially in the CTS perspective, using the lecture of a journalistic text about the Human Genome, to collect data. The guideline for this research was the concept of curriculum, understood as cultures construction site

Key Words: Teaching Strategies- Curriculum STS- Teacher Formation- Scientific Education-Science Education