

La formación política del maestro de ciencias naturales a través de la puesta en práctica de Asuntos Sociocientíficos: El caso de la Fecundación in Vitro

Juan Sebastian Quintero Santacruz¹
1426264

Universidad del Valle
Instituto de Educación y Pedagogía
Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y
Educación Ambiental
Santiago de Cali, 2020

¹ Instituto de Educación y Pedagogía, Universidad del Valle. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia.
juan.quintero.santacruz@correounivalle.edu.co

La formación política del maestro de ciencias naturales a través de la puesta en práctica de Asuntos Sociocientíficos: El caso de la Fecundación in Vitro

Juan Sebastian Quintero Santacruz
1426264

Trabajo de grado para optar al título de Licenciado en Educación básica con énfasis en
Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Tutor:
Mag. Nelson Enrique Hoyos

Universidad del Valle
Instituto de Educación y Pedagogía
Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y
Educación Ambiental
Santiago de Cali, 2020

All we have to decide is what to do with the time that is given to us – Gandalf

John Ronald Reuel Tolkien

Ni laboru kaj esperu

Lazaro Ludoviko Zamenhof

Agradecimientos

Ha sido muy largo el camino que me trajo hasta aquí. Un camino que no fue fácil, que por ocasiones costó recorrer. Un camino en el que fallé y me caí, pero también uno en el que me levanté y seguí intentándolo. Hoy miro hacia atrás con la satisfacción del deber cumplido, orgulloso no solo por el resultado, sino también por el recorrido.

Agradezco especialmente a mi familia, gracias a ellos tuve la fuerza para reponerme en los trayectos más oscuros. Fueron ellos los que siempre estuvieron ahí, de principio a fin, creyendo en mí y apoyándome de mil y un maneras. Gracias a mis padres, María Cristina Santacruz y Guillermo Ivan Quintero, a mis hermanos Fernanda, David, Marcela e Ivan; y a mis sobrinos Varinia, Majo, Rebecca y Emilio. Este logro también es de ellos.

A la Universidad del Valle por ser mi segundo hogar. Por acogerme en su seno y permitirme descubrir entre sus pasillos y edificios mundos posibles con los que soñar, y ante todo por los cuales vale la pena luchar. *Alma mater* que me brindó de manera generosa innumerables experiencias que forjaron el ser que soy.

A todos los docentes que aportaron para darme una formación integral y crítica. Ellos siempre tuvieron la disposición y el calor humano para trascender sus cátedras e ir siempre más allá de lo requerido en pro de sus estudiantes. Un agradecimiento especial a los miembros del grupo de investigación Ciencia, Educación y Diversidad, Edwin Germán García, Lisbeth Alvarado, Henry Giovanni Cabrera, Daiana Campo, Ruby Guerrero, Mary Cruz Castro, Yovana Grajales y Martha Castillo por permitirme enriquecer mi experiencia universitaria participando en los proyectos de investigación del grupo.

A mi tutor, Nelson Enrique Hoyos, por ser un excelente ser humano y un gran maestro. Gracias por la paciencia y dedicación, por las largas charlas nocturnas en la Universidad, por su guía y enseñanzas, pero ante todo por su ejemplo dentro y fuera del aula. Gracias por mostrarme una visión de la educación comprometida con el futuro de Colombia en la que el rol del maestro cambia a las personas que cambian al mundo.

A Leidy Estefanny Sandoval Galíndez, por su amor incondicional, cariño y paciencia, por su compañía fiel, por darme esperanza y recordarme mis objetivos cuando parecían tan solo sueños lejanos.

A todos los que se cruzaron conmigo en este camino gracias, gracias totales.

Tabla de contenido

<i>Resumen</i>	<i>11</i>
<i>Capítulo I: El concepto de vida y los Asuntos Sociocientíficos</i>	<i>13</i>
Sobre la relación de las ciencias con el mundo globalizado	13
El docente en tensión: La educación como acto político	14
Las propuestas de enseñanza desde los Asuntos Sociocientíficos	16
La fertilización in vitro y los conceptos de vivo y no-vivo	17
<i>Capítulo II: En diálogo con la teoría</i>	<i>20</i>
De la alfabetización científica a los Asuntos Sociocientíficos	20
Civilidad y Cultura Científica	21
Las bases de la argumentación	23
La argumentación en la clase de ciencias	25
El sujeto político	25
<i>Capítulo III: La Investigación-Acción Investigativa en la formación del sujeto político</i>	<i>27</i>
La IAP en la construcción del sujeto político y la sistematización de experiencias en el aula de clases	28
Instrumentos y diseño de las rejillas de análisis	31
<i>Capítulo IV: Macrorrelato: El Asunto Sociocientífico Fertilización in Vitro</i>	<i>34</i>
Primer momento: Rompiendo el hielo	34
Segundo momento: Detección de la problemática y emisión de hipótesis	39
Tercer momento: Caso cerrado	42
<i>Capítulo V: Reflexiones finales de un maestro en formación</i>	<i>46</i>
<i>Referencias bibliográficas</i>	<i>49</i>
<i>Anexos</i>	<i>53</i>

Listado de anexos

Anexo 1: Noticia empleada en clase	53
Anexo 2: Cuestionario	55
Anexo 3: Rejila #1 Categoría Vida	56
Anexo 4: Rejila #1 Categoría Argumentación	58
Anexo 5: Dos casos de fertilización in vitro	61
Anexo 6: Lineamientos de discusión para los estudios de caso.....	62
Anexo 7: Rejila #2 Categoría Vida	63
Anexo 8: Rejila #2 Categoría Argumentación	66
Anexo 9: Instrumento para formulación de hipótesis	69
Anexo 10: Rejila #3 Categoría Vida	70
Anexo 11: Rejila #3 Categoría Argumentación.....	74
Anexo 12: Relación de citas extraídas de los vídeos del juego de roles Caso Cerrado	78
Anexo 13: Rejila #4 Categoría de Vida	79
Anexo 14: Rejila #4 Categoría Argumentación	82
Anexo 15: Rejila del Maestro Categoría Vida.....	84
Anexo 16: Rejila del Maestro Categoría Argumentación	89

Listado de imágenes

Imagen 1: Esquema de la argumentación	23
Imagen 2: Ejemplo de un esquema de argumentación	24
Imagen 3: Evidencia fotográfica de la discusión en grupo con acompañamiento del tutor de tesis	36
Imagen 4: Estudiantes respondiendo al cuestionario y discutiendo en grupo	37
Imagen 5: Estudiantes leyendo el material con los dos estudios de caso	39
Imagen 6: Representante de uno de los grupos presentando un argumento	43
Imagen 7: Grupo construyendo un contraargumento	43

Listado de tablas

Tabla 1: Secuencia de actividades	31
Tabla 2: Rejilla de síntesis. Tendencias halladas en los instrumentos	33
Tabla 3: Cambios en los argumentos elaborados por los estudiantes	45

Resumen:

El presente trabajo de grado explora cómo se forma el sujeto político en el docente de ciencias naturales en el desarrollo del Asunto Sociocientífico Fertilización in Vitro, mientras surgen las tensiones durante la enseñanza del conocimiento científico con otros campos del contexto como son lo político, lo cultural, lo social, etc. Se realiza un diálogo con referentes teóricos para comprender la ciencia como una actividad cultural con estructuras propias dependientes de los contextos en los que se construye y en donde surgen tensiones que son espacios en que se posibilita la formación del sujeto político. Lo anterior es posible llevarlo al aula a través de los Asuntos Sociocientíficos, entendidos como problemáticas interdisciplinarias abiertas para la ciencia y que permiten desarrollar la argumentación, con la que es posible desocultar relaciones de poder. La puesta en práctica de la propuesta se realiza en el Colegio Sagrado Corazón de Jesús Valle del Lili al sur de la ciudad de Cali en el grado décimo. Los datos recolectados son analizados por medio de rejillas haciendo énfasis en las construcciones argumentales del estudiante que reflejan la apuesta política del docente y el papel de la Investigación-Acción Participativa como posibilidad de creación de conocimiento desde la praxis del maestro. Por último, se proponen tres elementos como una manera de formar políticamente al docente, en su formulación, y al estudiante, al aplicarse: Los Asuntos Sociocientíficos como elemento cohesionante, la argumentación como elemento liberador y la metodología de la Investigación- Acción Participativa como elemento de construcción de conocimiento desde la praxis.

Palabras clave: Asuntos sociocientíficos, formación política, concepciones de vida, investigación-acción participativa

Abstract: This work explores how the political subject is formed in the teacher of natural sciences during the development of the Socio-scientific Issue In Vitro Fertilization while tensions arise during the teaching of scientific knowledge with other fields of the context such as the political, cultural, social field, etc. A dialogue with theoretical references is carried out to understand science as a cultural activity with its own structures depending on the contexts in which it is built and where tensions arise as spaces in which the formation of the political subject is made possible. The former is possible to take it into the classroom through the Socio-Scientific Issues, understood as interdisciplinary problems open to science and that permit the development of argumentation, with which it is possible to unhide power relations. The implementation of the proposal was carried out in the Colegio Sagrado Corazón de Jesús Valle del Lili in the south of the city of Cali in tenth grade. The data collected are analyzed using grids, emphasizing the student's argumentative constructions that reflect the teacher's political commitment and the role of Participatory Action Research as a possibility of knowledge creation based on the teacher's praxis. Finally, three elements are proposed as a way of politically training the teacher in their formulation, and students in their application: Socio-scientific issues as a cohesive element, argumentation as a liberating element and the methodology of Participatory Action Research as an element of knowledge construction based on the teacher's practice.

Key words: Socio-scientific issues, political education, life conceptions, participatory action research

Resumo: Ĉi tiu artikolo esploras la formadon de la politika subjekto en la instruisto pri natursciencoj per la disvolviĝo de la Socio-sciencia Afero in Vitra Fekundigo dum aperas tensioj en la instruado de scienca scio kun aliaj kampoj de la kunteksto kiel la politika, kultura, socia, ktp. Okazas dialogo kun teoriaj referencoj por kompreni sciencon kiel kulturan agadon kun siaj propraj strukturoj dependantaj de la kunteksto en kiuj ĝi estas konstruita kaj kie ekestas streĉoj, kiuj estas spacoj, en kiuj povas okazi la formado de la politika subjekto. Ĉi tio eblas venigi en la klasĉambro per Socisciencaj Aferoj, komprenitaj kiel interdisciplinaj problemoj malfermitaj al scienco kaj kiuj ebligas disvolvon de argumentado, per kio eblas malkaŝi pov-rilatojn. La aplikado de la propono efektiviĝis en la Colegio Sagrado Corazón de Jesús Valle del Lili en la sudo de la urbo Cali en la deka grado. La datumoj kolektitaj estas analizitaj per kradoj kun emfazo je la argumentaj konstruoj de la lernantoj, kiuj spegulas la politikan sintenon de la instruisto kaj la rolon de Partoprenig-Agada Esplorado kiel ebleco por scio-kreado surbaze de la praktiko de la instruisto. Finfine, tri elementoj estas proponitaj kiel maniero politike eduki la instruiston, per ties formuliĝo, kaj la lernanton, kiam aplikitaj: Socio-sciencaj Aferoj kiel kuniga elemento, argumentado kiel liberiga elemento kaj la metodaro de Partoprenig-agada Esplorado kiel elemento de scio-kreado el la praktiko

Ŝlosilvortoj: Socisciencaj aferoj, politika edukado, vivkonceptoj, partoprenig-agada esplorado.

I

El concepto de vida y los Asuntos Sociocientíficos

Educar en estos tiempos contemporáneos presenta a los docentes nuevos desafíos y exige nuevas formas del desarrollo del quehacer docente en el área de ciencias naturales para ser capaces de formar un ciudadano crítico, activo y transformador. Este mundo contemporáneo es complejo, súper conectado, globalizado. La globalización, tal y como la experimentamos hoy en día, implica la colonización por parte de la sociedad de mercado de los campos de la cultura y lo social, incluyendo a la educación. En este sentido se expresan Álvarez, Castro, Cuesta & Virviescas (2013) al afirmar que:

«Con la globalización, la sociedad de mercado se introduce en todas las ramas de lo social y las oportunidades para reconstruir un orden más justo, más equitativo, más diverso y más pensante, no desde la racionalidad instrumental sino desde la crítica y la reflexión, se hacen más distantes; en este sentido, descubrir y posicionar nuevas formas de construcción sociopolítica, se convierte en un reto para el campo educativo, dada la importancia que éste representa frente a la construcción de subjetividades que den respuesta ante tales cambios (p. 4)».

He ahí el desafío, el de reconstruir un nuevo orden. Esta reconstrucción de un orden más justo implica reconocer la existencia de uno que no lo es en el cual nos hallamos inmersos y en el que desempeñamos nuestras actividades de enseñanza. Es por eso que los métodos y modelos de enseñanza deben posibilitar una emancipación de esta sociedad de mercado contemporánea² a través de la formación de ciudadanos críticos para lo cual hay que vislumbrar la enseñanza como un acto de resistencia a las dinámicas de poder ejercidos por una cultura dominante, de la cual el saber no se escapa.

En las instituciones educativas actuales la problematización del orden imperante y la construcción sociopolítica se ha ocupado principalmente desde las humanidades, casi que exclusivamente asignada al maestro de ciencias sociales. Pareciera como si las cuestiones sociopolíticas o culturales escaparan del campo de acción de las ciencias naturales y su enseñanza, por lo que el maestro de ciencias no suele involucrarse en el proceso de construcción sociopolítica de su institución y de sus estudiantes. Así, las ciencias humanas y naturales se ven fragmentadas, y si bien desde la teoría existen puentes que las comunican, en la práctica estos esfuerzos curriculares y teóricos son insuficientes, lo que lleva a que en el aula no se vean puntos comunes por los que trabajar.

Sobre la relación de las ciencias con el mundo globalizado

Pero esto no refleja la realidad del mundo actual en el que vivimos, un mundo globalizado e interconectado. Las ciencias naturales y su enseñanza no son ajenas a los movimientos sociopolíticos o culturales. Estas se ven influenciadas y a su vez influyen en la sociedad y la cultura. Las ciencias no son asépticas, no son gases nobles,³ no se encuentran aisladas en una burbuja. Cantidades de problemáticas actuales que aquejan a nuestras sociedades y que tienen

² Una sociedad de mercado es aquella que se piensa solamente desde la economía, pasando por encima de los derechos, tales como la educación y la salud o el libre movimiento, volviendolos negocios que deben dar réditos económicos.

³ Los gases nobles se caracterizan por ser monoatómicos y tener una muy baja reactividad química.

implicaciones políticas tocan profundamente a las ciencias. Un ejemplo puntual es lo que Bruno Latour denomina *Historia social de las ciencias* (Latour, 1991), con lo que explica que el desarrollo de la física atómica no puede desligarse del contexto histórico, sociopolítico, económico, etc, que fue la Segunda Guerra Mundial. Latour cuenta la historia de Frédéric Joliot-Curie como político y como científico en su afán de descubrir un medio que ralentizara los neutrones para provocar una reacción en cadena y de cómo poder obtener ese medio, el deuterio, a bajo costo. Hace hincapié en que no puede ignorarse que este desarrollo científico estaba ligado de manera inseparable con la producción de nuevo armamento militar que aprovechará esta tecnología en la guerra y diera ventajas políticas al bando que lo lograra primero. El desarrollo de la ciencia responde a intereses ya sea bélicos, sociales o económicos y no simplemente a un desarrollo porque sí o a un fin filantrópico.

«Confinar al ministro y a los neutrones a un mismo proyecto, mantenerlos en acción e imponerles una disciplina no constituyen para Joliot tareas muy distintas. Tanto unos como otros son fundamentales para su proyecto. Recorre París de lado a lado, pasando de las matemáticas al derecho, a la política, evitando que unos u otros le abandonen, telegrafando a Szilard para que el flujo de publicaciones necesario para su proyecto siga adelante, telefoneando a su asesor jurídico para que la Unión minera siga enviando uranio, y calculando por enésima vez la curva de absorción obtenida en su contador Geiger. En eso consiste su labor científica, en mantener juntos todos los hilos y ganarse los favores de todos: neutrones, noruegos, deuterio, colegas, antinazis, americanos, parafina...» (Latour, B., 1991, p. 560)

Lo que Latour dice en la cita anterior refleja la forma en que se produce el conocimiento científico, sumergido en tensiones políticas y sociales a la cual no puede ser ajeno. Movilizado por intencionalidades más allá del conocimiento como algo filantrópico, como en este caso adelantarse en la carrera por producir un arma y evitar que el enemigo adquiriera los recursos (materiales y humanos) para realizar la investigación que llevara a la misma, llegando incluso a la ejecución de incursiones militares, como fue la Batalla por el agua pesada.⁴

Otro evento parecido fue la carrera espacial que llevó al hombre a la luna. Ciertamente un gran hito científico, pero detrás de éste hubo toda una historia de tensiones geopolíticas entre Estados Unidos y la Unión de Repúblicas Soviéticas Socialistas (URSS). Ambos poderes buscaban vencer a su oponente ideológico y demostrar superioridad de sus sistemas económicos al poner un hombre en la luna. Para ello fue necesario el desarrollo de nuevas tecnologías y nuevas aplicaciones científicas que se vieron impulsadas por este conflicto político-económico.

El docente en tensión: La educación como acto político

El aula de ciencias naturales no debe ser ajena a estas tensiones (sociopolíticas, culturales, económicas, etc) en el que está inmiscuido el conocimiento científico. Este es el paisaje complejo en el que se desarrolla el proceso educativo y en el que hay un actor clave de la deconstrucción y reconstrucción: El docente. Es él quien aplica las políticas estatales dictadas directa o indirectamente por los poderes de la sociedad de mercado. Es así como, en la enseñanza de las ciencias, no importa únicamente la visión de ciencia que tenga el docente (aséptica o no), sino también las instituciones, ya sea la escuela o el Ministerio de Educación, de quienes emanan los lineamientos y limitaciones al quehacer en el aula (Hoyos, 2015).

⁴ Bajo este nombre se conoce una serie de incursiones militares en Noruega para evitar que la Alemania Nazi se hiciera con el preciado deuterio, isótopo raro usado en el proceso de creación de armas nucleares.

Muchas de estas surgen desde visiones de un mundo bancarizado, como la OCDE⁵, y que se aplican en países en vías de desarrollo. Es decir, que esta educación se encuentra politizada, responde a intereses de grupos económicos y que implementan estos lineamientos a la educación mientras persiguen sus propios objetivos. En este sentido Buck (1981; citado por Vessuri, 2002) afirma que el sistema capitalista se ha inmiscuido en países como los que están en vías de desarrollo implementando «estructuras conceptuales prefabricadas» con las cuales se instaura así mismo una visión de mundo y un sistema de verdad. En términos freireanos, esta educación terminaría siendo una herramienta opresora. Autores como Fleck (citado por Hoyos, 2015) señalan que los fenómenos que estudian las ciencias son reconstrucciones culturales y que, como tales, poseen cargas tanto ideológicas como políticas que no deben ser ignoradas.

En este contexto es el maestro quien está en medio de esta tensión, por tanto lleva a cabo la aplicación de las políticas educativas en su salón de clase. Pero por eso mismo es un agente de cambio. Si logra reflexionar y ser consciente de su papel dentro de la complejidad entonces se estará asumiendo como un sujeto político. Es decir, será capaz de interpretar su contexto complejo, que como ya hemos visto está inmiscuido en juegos de poder detrás de intereses foráneos que permean la legislación en temas de educación como qué enseñar (estándares de educación) y cómo evaluar (pruebas estandarizadas para acceder a estudios superiores). El maestro que se asume como sujeto político interpreta este contexto complejo actúa creativamente sobre él (Hoyos, 2015). Cuando el maestro se piensa a sí mismo y se pregunta por lo que hace y cómo lo hace, es capaz de ubicarse a sí mismo dentro de la gran complejidad de la que hace parte, reconocer sus limitantes y cambiarlos, en un proceso en el que mientras se transforma él mismo, también transforma sus alrededores.

Cuando el maestro se asume como sujeto político entonces ya no estará subyugado a la autoridad y sus lineamientos, ya que él también puede actuar y tomar decisiones conscientes. Se habrá emancipado en términos freireanos (Freire, 1970). Si las políticas estatales no van acordes a ese mundo más justo, equitativo y diverso el cual debe ser nuestro sur (el sur es nuestro norte), entonces el maestro-sujeto político podrá actuar en contra de esos intereses ajenos a su sociedad: hará resistencia.

La participación democrática se muestra entonces como un arma de doble filo para alcanzar ese nuevo orden. Por una parte, es imperante y deseada la participación de todos en la toma de decisiones de política pública que en últimas nos terminan afectando como sociedad. Por otra parte, si la sociedad en su conjunto no está formada de manera adecuada, la toma de decisiones (o su delegación en un representante) no será un acto reflexivo y podrá ser manipulado para adecuarse a intereses de terceros. Como afirma John Galberth (citado por Savater, 2002), el mayor enemigo de una democracia es una masa ignorante.

En un sistema político como el nuestro donde, en teoría, la decisión la toman las mayorías la etiqueta de éstas como educadas o no, como informadas o no, es muy relevante y de una importancia radical. Si el ciudadano no ha sido educado en un entorno crítico será presa fácil de soluciones mágicas, de engaños y de promesas vacías. No podrá delegar de manera responsable su poder decisivo en otro, mucho menos actuar por iniciativa propia para resolver de manera creativa problemáticas de su entorno que le aquejen, por cuanto no contará con el

⁵ La Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE) es una organización internacional que interviene para estandarizar políticas económicas y sociales.

conocimiento apropiado para hacerlo. Educar, bien, es un acto fundamentalmente democrático, emancipador y, como no, político.

Las relaciones entre política y educación tienen un referente claro en Latinoamérica en la figura de Paulo Freire. Para Freire una educación que carezca de una ideología que la sustente y de una práctica que la dirija es una educación sin sentido (Freire, 1996; Álvarez, Castro, Cuesta & Virviescas, 2013). De acuerdo a esto el docente debe asumir posiciones en relación a las tensiones que se dan al ejercer su práctica pedagógica y actuar en consecuencia. De lo contrario, como ya se ha mencionado, la educación estaría al servicio del sistema opresor como cámara de eco de las «estructuras conceptuales prefabricadas» que son importadas y que a su vez responden a intereses externos.

Las propuestas de enseñanza desde los Asuntos Sociocientíficos

De todo lo anterior queda claro la necesidad que existe de incluir aspectos sociales en la enseñanza de las ciencias naturales (Chassot, 2006) y así superar la visión cientificista para converger hacia una educación civilista (Molina, Niño & Sánchez, 2014). Aparece entonces la cuestión de cómo incluir estos aspectos y es entonces cuando los Asuntos Sociocientíficos (ASC) resaltan como una gran alternativa para llevar al aula de ciencias las complejidades sociales, culturales, económicas, políticas, etc. Como se verá más adelante los ASC son útiles para desarrollar la argumentación que en clases de ciencia permiten visualizar visiones de mundo y posiciones éticas y morales asumidas por estudiantes y profesores; el pensamiento crítico y una articulación transversal de las diferentes áreas del saber.

En Colombia el uso de Asuntos Sociocientíficos (ASC) es un campo aún novedoso en la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, hay autores como Escobar, Morales & Ruiz (2015) que han implementado los ASC. Éstos aplicaron un Asunto Sociocientífico sobre la contaminación de los recursos hídricos ubicados en las proximidades de la Institución Educativa Distrital Altamira de la ciudad de Bogotá. El trabajo realizado giró en torno a tres objetivos: 1) describir la conformación del Pequeño Grupo de Investigación (PGI) a partir de la experiencia existente en la IE sobre el Proyecto Educativo Ambiental, 2) discutir los fundamentos teóricos de la experiencia centrada en aspectos epistemológicos de la problemática ambiental y 3) analizar la articulación de la problemática ambiental con el currículo de ciencias de la institución. Para ello articularon la problemática ambiental al currículo a través de un ASC sobre una fuente hídrica cercana y que incluyó aspectos como la minería ilegal, la privatización del agua y el crecimiento descontrolado de las poblaciones. Se definió un eje transversal: el agua, y a partir de éste se crearon secuencias de actividades entre diferentes cursos, no solo de ciencias, sino también del área de tecnología, artes y matemáticas, siendo esta capacidad de transversar las áreas del conocimiento y de traer el contexto al aula de clases una de las principales ventajas del uso de ASC según los autores.

A nivel latinoamericano Brasil ha realizado varios estudios sobre ASC. Entre ellos se encuentra el de Guimarães y Pacheco de Carvalho (2015), quienes usan la metodología de grupo focal con nueve licenciados en ciencias biológicas de la Universidad Federal de Sergipe para discutir sobre el uso de células madre y su investigación. Los investigadores definen varias posturas en relación al uso de células madre, pero obtienen durante el desarrollo del grupo focal que todos los participantes se decantan por una sola de ellas, sin surgir del debate teorías alternativas. Todos los participantes fueron capaces de elaborar argumentaciones simples. Sin embargo éstas no incluyeron informaciones certeras sobre la investigación en células madre y sobre su reglamentación legal, lo que encuentran alarmante al tratarse de futuros docentes. Concluyen

que hay una laguna en la formación de maestros en lo que trata de vincular los puntos de vista ético, científico y jurídico en discusiones que los afectan.

Más reciente se encuentra el trabajo de Vera (2016) quien aplica un ASC sobre el cáncer de mama a través de la metodología de investigación-acción. Encuentra que a través de los ASC se puede desarrollar el pensamiento crítico en los estudiantes a través de la argumentación, fomentando la formación integral al vincular aspectos del contexto cultural y social en el aula de ciencias y estimular la profundización en los contenidos disciplinares, procedimentales y actitudinales, además de potencializar la formación ciudadana. El tema se desarrolló a través de una secuencia de actividades que relacionaban los factores ambientales, políticos, éticos y sociales del cáncer, y discutiendo estos factores con argumentos no sólo científicos.

De esta manera, con los ASC se hace viable la inclusión en el aula de ciencias de temas sociopolíticos sin dejar de lado la rigurosidad de la disciplina científica y sin abstraer la disciplina de su contexto.

La fertilización in vitro y los conceptos de vivo y no-vivo

En cuanto al Asunto Sociocientífico escogido para desarrollar en este trabajo se ha decidido tomar el concepto de vida a través del proceso de la fertilización in vitro. En el campo de la biología el concepto de vida es un «irreducible fundamental»,⁶ de ahí la necesidad de su enseñanza en el aula de clases (Gómez, Sanmartí & Pujol, 2007). A pesar de ello se encuentra que los estudiantes no logran tener una claridad sobre éste concepto, presentando multitud de falencias y concepciones alternativas, en su mayoría correspondientes o relacionadas con la animalidad y el movimiento (Velasco, 1991). Al mismo tiempo, el concepto de «vivo» y su antagónico lo «no vivo», son tema de debate en la sociedad contemporánea, que tienen repercusiones directas e indirectas en la vida de los ciudadanos por lo que se hace imperante que éstos tomen posturas políticas en torno a estos debates y polémicas, y que lo hagan desde una base científica para argumentar, lo cual exige tener claridad en los conceptos disciplinares.

Esto significa que no puede desligarse el conocimiento científico del contexto, por el contrario, se puede aprovechar las circunstancias del entorno para ahondar en los conceptos disciplinares y al mismo tiempo educar para la civilidad, promoviendo la argumentación con base en el conocimiento científico, sin desligarse del contexto sociopolítico, ético y cultural.

Este ASC aporta a la formación sociopolítica del maestro ya que lo lleva a tomar consciencia. La emancipación demanda una consciencia y una acción debido a que la realidad social ha sido construida por las acciones de las personas y no por la casualidad o aleatoriedad y así mismo su transformación no vendrá de la casualidad sino de la acción del ser humano, es decir, de la toma consciente de decisiones y acciones para cambiar los nexos de poder preestablecidos (Freire, 1970; Foucault, 1996). Al llevar un ASC al aula el maestro se obliga a sí mismo a tomar consciencia sobre los trasfondos sociopolíticos, históricos, económicos y culturales de aquello que pretende enseñar. Es en la puesta en práctica, en su praxis (acción liberadora según Freire), donde se harán explícitas las muchas tensiones. En el proceso de enseñanza a través de un ASC (en este caso la fertilización in vitro) se sentarán las bases para la construcción de un sujeto político que se verá reflejado en las acciones áulicas del maestro y también espejadas en sus estudiantes.

⁶ El uso de este término por parte de los autores refiere a la transversalidad de este concepto en la enseñanza de la biología, ciencia a la cual este concepto da forma y sentido.

Jacob (1999) afirma que «la marca de lo viviente es la facultad de reproducirse». En relación a esto, uno de los debates actuales en torno a al concepto de vida radica en procesos de reproducción asistida, como la fertilización in vitro, y el papel de los embriones obtenidos y desechados a través de estos procesos. La aplicación y desarrollo de la fertilización in vitro, cuyo resultado práctico consiste en miles de nacimientos cuya concepción natural (sin intervención asistida) no hubiera sido posible, constituyó un hito importante dentro del desarrollo del conocimiento científico y sus procedimientos, por lo que se otorgó el Premio Nobel en Medicina o Fisiología a Robert Edwards, quien fue el principal investigador de la técnica de reproducción asistida. El Premio Nobel fue entregado en 2010 como reconocimiento a Edwards y su trabajo, una fecha bastante reciente que revela la importancia actual del concepto subyacente (y motivo de debate) que es el de vida. La fertilización in vitro aplica como un asunto científico adecuado para el concepto de vida, ya que tiene implicaciones políticas, socioculturales, económicas, etc, que se pueden trasladar al salón de clases.

Sobre el concepto de vivo y no vivo, ya Piaget (1929) adelantaba investigaciones sobre ideas previas y nociones de los estudiantes en relación a estos. Su objetivo era hacer explícitas estas nociones, que según el autor surgen de manera natural en los niños, y observar la evolución de los conceptos a través de la edad. Piaget dedica todo un capítulo a las concepciones de niños en relación al concepto de vida, dentro de un estudio más grande cuyo objetivo era estudiar las diferentes formas en que los niños entienden la realidad, cómo estas formas de entendimiento se desarrollan y cambian a través de diferentes etapas de la vida del estudiante y qué tanto se diferencian éstas en comparación con las ideas sobre los mismos conceptos que tienen los adultos. Piaget concluye que en los niños el concepto de lo vivo (que posee vida) se desarrolla en cuatro etapas: 1) Cuando se asimila en relación a la actividad como algo general, 2) al movimiento, 3) al movimiento espontáneo o autopropulsado y 4) a animales y plantas.

Velasco (1991) halla ideas previas que relacionan al concepto de vida únicamente con los animales, lo que implica un reduccionismo o simplificación drástica del significado real del concepto. Encuentra así mismo que el movimiento es una vez más la cualidad más importante para distinguir lo vivo de lo no-vivo lo que trae como consecuencia el asumir que las plantas no son seres vivos por carecer de éste. También encuentra que se da una importancia mayor o una calificación mayor de vida a animales vertebrados grandes que a pequeños invertebrados. En su estudio se puede apreciar cierto acercamiento de los estudiantes hacia la célula y la reproducción como características a tomar en cuenta para definir lo vivo y no-vivo. El objetivo de la investigación era hacer explícitas las ideas de los estudiantes de lo que en Colombia sería educación media y primeros semestres de licenciatura, y evidenciar cómo estas cambiaban o no luego de recibir clases sobre el tema, para esto se sirvió de tres técnicas: el cuestionario abierto, el cuestionario de selección múltiple y la entrevista semiestructurada.

Otro estudio de Mondelo, Martínez y García (1998), muestra que exploran las concepciones de vivo y no-vivo entre estudiantes universitarios de magisterio y biología. A diferencia de estudiantes de educación básica, el movimiento da paso a funciones fisiológicas macroscópicas como carácter principal de lo vivo, por encima también de la célula o el ADN. Abogan por la enseñanza de la célula como unidad viviente para abordar la magnitud microscópica que es en muchos casos ignorada por los estudiantes y que condiciona su comprensión del concepto de vivo. Los investigadores aplicaron una encuesta de una única pregunta abierta en relación a tres representaciones de seres vivos (un niño, un árbol y una vaca) y una de un objeto inerte (un cristal). El uso de una representación de un niño tenía como fin identificar si los estudiantes le asignaban características semejantes a las de otros seres vivos, o si al contrario se diferenciaba al ser humano de entre el resto de seres vivos, específicamente del resto de

animales, y en este caso qué características le otorgaban.

Mahar (2003) en un estudio realizado en Turquía, reafirma varias de las investigaciones anteriores al encontrar una relación entre movimiento y noción de ser vivo. Además del movimiento, otras de las características de un ser vivo según el estudio son: la nutrición, el crecimiento, respiración, reproducción, irritabilidad y excreción; variando su importancia como característica de lo vivo según el grado de escolaridad. El estudio además apunta a que los estudiantes no consideran las semillas, huevos y similares como seres vivos, asignándoles la categoría de materia inerte. El autor finaliza invitando a transformar la enseñanza tradicional y a implementar la discusión como una herramienta eficaz para diagnosticar y aportar a la solución de la problemática. El autor aplica una cuadrícula con 16 cuadros numerados que contienen a su vez 16 objetos en ellos, que recupera de un trabajo anterior de Egan (1972). A los estudiantes se les pidió que escogieran una o más cuadrículas como respuesta a varias preguntas, además se les cuestionó por la naturaleza de sus respuestas.

También encontramos aportes desde la filosofía de las ciencias, por ejemplo, François Jacob (1999) hace un recorrido histórico de la biología y su materia de estudio: la vida. Jacob hace notar que más que la capacidad de alimentarse o crecer «la marca de lo viviente es la facultad de reproducirse». La capacidad de transmitir su herencia genética a otro es la característica más notable de aquello que está vivo, de lo que llamamos ser vivo. Según el científico, un ser vivo debe contar con un programa genético, y la capacidad de codificar, traducir y transmitir ese programa, que con cierta flexibilidad (mucho más amplia en los humanos) delimita su desarrollo.

El físico Erwin Schrödinger (1997) afirma que los seres vivos tienden hacia el orden a diferencia de lo no-vivo y el resto del universo. Aclara cómo esto no rompe con las leyes de la termodinámica al apropiarse estos de «entropía negativa» del medio. Hace énfasis también en la capacidad de heredar genéticamente y los mecanismos que se desarrollan para que esto sea posible.

Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente, y para cerrar esta primera sección, que educar es una apuesta política y que es el maestro quien como agente en el aula lleva a cabo las políticas educativas, institucionales y ministeriales en su clase, surge entonces la inquietud de cómo es que se construye dentro del aula de clases ese sujeto político en el maestro durante su praxis. Cómo surge el sujeto político en el maestro mientras está en la tensión que es el proceso de enseñanza en un espacio áulico cuando se aplica un Asunto Sociocientífico, lo que implica polémicas de base científica con repercusión social. Es decir, se pretende estudiar la siguiente pregunta:

*¿Cómo evidenciar en un proceso de enseñanza basado en el Asunto Sociocientífico
Fertilización in vitro la formación de un maestro como sujeto político?*

De manera complementaria será de interés, el estudio de las construcciones discursivas del estudiante para que a partir de ellas se caracterize el pensamiento político del profesor en formación de ciencias naturales. Con todo esto, por último, se propondrán elementos que aporten a la formación política del maestro en formación de ciencias naturales.

II

En diálogo con la teoría

En el anterior capítulo se tejió la justificación con relación al uso de los asuntos sociocientíficos, de la enseñanza del concepto de vida y de la necesidad de una enseñanza alternativa que tenga en cuenta las complejidades del mundo actual, siendo inclusivo a las relaciones de la ciencia con la política, la cultural y lo social. En esta segunda sección se explicarán teóricamente los términos y conceptos introducidos anteriormente, otorgando claridad desde los diferentes referentes.

De la alfabetización científica a los Asuntos Sociocientíficos

El primer concepto a desarrollar es el de los asuntos sociocientíficos. Estos trascienden la alfabetización científica tradicional y de ahí, el enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad), el cual propone presentar las distintas problemáticas que giran entorno a asuntos referidos al medio ambiente, la pobreza, las decisiones políticas de los gobiernos, la tecnología, etc; todo aquello que se pueda apreciar desde un asunto sociocientífico. Por ende, lo que pretende el uso de cuestiones sociocientíficas en el aula es mostrar cómo todos estos aspectos se integran y relacionan entre sí, para que los estudiantes reflexionen sobre la naturaleza de la ciencia con un pensamiento crítico, y que puedan tomar una postura frente a cada problemática. De acuerdo con Henao & Palacio (2013):

«En el campo de la Educación en Ciencias y específicamente, la línea Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS–, desde hace más de cuatro décadas, aboga por una alfabetización científica que contribuya a la formación para la ciudadanía (Furió y Vilches, 1997; Niedo y Macedo, 1997) y en concordancia, señala la urgencia de formar en autonomía, para la toma de decisiones responsables e informadas (p. 136)».

Lo dicho hasta aquí supone que alfabetizar científicamente es lo más adecuado para formar futuros ciudadanos capaces de tomar decisiones. Pero, una de las críticas que se realizan a esta postura es el hecho de no buscar que quienes son alfabetizados científicamente tomen posturas y actúen frente a las reflexiones críticas construidas sobre la ciencia.

Hodson (2003, 2004) por ello, llama a la alfabetización científica como una formadora de «críticos de sillón» y propone que la educación en ciencias no se conforme simplemente con una alfabetización. Esta, a su vez, debe buscar que los estudiantes y futuros ciudadanos tomen participación sociopolítica y ética frente a las necesidades del contexto. Resulta importante para ello considerar una educación para la civilidad, ya que lo que ésta pretende es que los estudiantes conozcan el problema, reflexionen sobre él y construyan posturas críticas, soportados en argumentos científicos para asumir una postura crítica a favor o en contra en relación a la problemática planteada y que se forje la necesidad de tomar acción frente a ésta.

En este orden de ideas podemos decir que los Asuntos Sociocientíficos son controversias sociales que tienen en su base nociones científicas, relacionando aspectos éticos, políticos, culturales y ambientales, siendo un recurso importante para la divulgación científica y punto de inicio para el desarrollo del aprendizaje (Jiménez-Aleixandre, 2010; Díaz y Jiménez-Liso, 2012). Además, los Asuntos Sociocientíficos despiertan el interés de los estudiantes al ser polémicas de índole actual que involucran la cotidianidad. Sadler y Zeidler (2005), citados por

Quiceno y Vélez (2011), relacionan a los Asuntos Sociocientíficos a polémicas, controversias o debates producto de los procedimientos, técnicas, conceptos y productos de las ciencias en donde se puede observar influencias políticas y económicas vinculadas a decisiones públicas.

El uso de los ASC es un tema de interés en el desarrollo de habilidades argumentativas como pueden ser el uso de evidencias para apoyar teorías, la producción de teorías alternativas y de contraargumentos o refutaciones (Kuhn, 1991; citado en Guimarães & Pacheco de Carvalho, 2015), además de promover el desarrollo moral al permitir que los participantes del debate perciban las múltiples opiniones que hay alrededor de un mismo asunto y las implicaciones morales que se derivan de sus posiciones frente a las problemáticas (Guimarães & Pacheco de Carvalho, 2009; citados en Guimarães & Pacheco de Carvalho, 2015).

Civilidad y Cultura Científica

En contraste con lo anterior, autores actuales traen a consideración aquello llamado «*educación en y para la civilidad*». Para continuar hablando de una educación para la civilidad es necesario apreciar qué se entiende por civilidad. Tomando en cuenta lo anterior, la definición aportada por Valencia, Cañón & Molina (2008) nos puede ayudar a aproximarnos a una noción de civilidad:

«En ciertos contextos históricos, el concepto de civilidad se ha identificado con civilización como opuesto de barbarie. Ésta se transformará con la educación y así se sacará del estado de ignorancia a una población. En igual sentido, se contrapone a natura; es decir, se reconoce la civilidad como construcción cultural (p. 82)».

Dicho de otra manera, lo que se busca con una educación pensada para la civilidad es la formación de ciudadanos conscientes sobre las problemáticas presentes en el siglo actual, debido a los avances científicos y tecnológicos; capaces de tomar acción frente a los asuntos sociocientíficos.

Por otra parte, autores como Henao & Palacio (2013) entienden la educación civilista como un proceso educativo emancipador y de resistencia en pro del bienestar de todos los ciudadanos. Es decir, como un espacio para el desarrollo de *sujetos políticos* que intervengan en su mundo cultural, sociopolítico y científico al confrontar y cuestionar la idea misma de ciencia y tecnología y cómo estos circulan en la sociedad, por lo que bajo un prisma civilista se hace necesario «problematizar las formas tradicionales, específicamente, llama al desocultamiento, es decir, a la visibilización de las relaciones de poder que cruzan dichas actividades (p. 139)».

Para que se logre hablar de una educación civilista es necesario tener en cuenta la divulgación de los Asuntos Sociocientíficos, es decir, pensar cómo se van a construir dichos asuntos en el aula de clases ya que implica incluir la literatura científica y el uso de medios de comunicación relacionados con las ciencias, entre otras fuentes de divulgación. Todo esto con el fin de crear espacios de debates, donde los estudiantes logren reflexionar sobre los asuntos presentados y así obtener una participación activa que los lleve a tomar una postura frente a la problemática introducida con el asunto sociocientífico.

Estos debates basados en las polémicas de los ASC deben tener la característica de no poder ser negadas o aprobadas de manera sencilla. Deben crearse argumentos alrededor de ellos. Para que haya un debate debe haber más de un punto de vista en juego. Un asunto sociocientífico no se resuelve con un simple sí o un simple no. Los diferentes puntos de debate son en principio

igualmente válidos hasta que se refuten o se aprueben con base en los argumentos científicos. Pero como punto de interés muchos de estos debates siguen abiertos y vigentes para la comunidad científica actual, a los que no se les ha dado conclusión y a los que no se les dará una definitiva en el aula de ciencias. Esto acerca a los estudiantes a un mejor entendimiento de la naturaleza de las ciencias, ya que les permite aproximarse a un proceso semejante al que ocurre en la comunidad científica cuando se produce conocimiento desde las ciencias, en el que hipótesis rivales se enfrentan y se refutan.

Superar la visión científicista, de verdades únicas, pasa por la comprensión de la ciencia como una actividad cultural que se construye en comunidad, en relaciones con los otros en colectivos de pensamiento con sus propias estructuras sociológicas dependientes de los contextos, y por tanto los hechos científicos son construcciones sociales que determinan estilos de pensamiento (Fleck, 1934). Apoyando esto se encuentra Vessuri (2002) para quien, si se asume la ciencia como una actividad cultural, entonces el progreso científico de un país no debe llevarlo necesariamente a emular las prácticas de Europa o Estados Unidos, sino que se abre la posibilidad de crear una ciencia propia:

«Llegar a ser científicamente desarrollados podría no necesariamente significar volverse como Europa y/o los Estados Unidos. Por lo menos sería posible alimentar la idea de que tanto en los países en vías de desarrollo como en Euro-América, pudiera haber ciencias plenamente desarrolladas que llevaran la marca de ser partes de los sistemas particulares que tienen las culturas para experimentar la naturaleza y darle sentido. No necesariamente debieran ser menos científicas; en efecto pudieran serlo más ya que serían en forma reconocible la creación de esos pueblos, compartiendo valores e intereses comunes. (p. 2)»

La cultura científica se entiende como un proceso de adquisición de una segunda cultura, en relación a una primaria imperante normalmente en el contexto. Es decir, como una enculturación a la naturaleza y los procesos de la ciencia que dialoga y se interrelaciona con la primera cultura. De esta manera la relación dialógica entre ambas culturas (la propia y la apropiada) da sentido al mundo natural y social (Cobern & Aikenhead, 1998). Se pretende alejar de la visión *científicista* de la enseñanza de las ciencias, en donde la ciencia es vista como aséptica, sin un diálogo existente con el contexto, una *verdad universal* que visualiza la enseñanza de las ciencias al limitado término de la alfabetización científica. Ésta ciertamente hace parte de la cultura científica, mas no *es* cultura científica. No existe una relación 1:1 entre ambos conceptos, siendo cultura científica mucho más amplio al fundamentarse en la importancia del contexto, además de realzar la propia naturaleza social y cultural existente para la ciencia y su enseñanza, en el que de las realidades específicas de los contextos parten los objetivos y contenidos del proceso formativo (Molina, Niño & Sánchez, 2014).

Al asumir el proceso de apropiación de una cultura científica como un objetivo de la educación en ciencias, nos alejamos de la tradición científicista de la enseñanza de las ciencias y nos acercamos a una opción *civilista* de la misma, en el que la argumentación entra a jugar un papel importante para la formación de ciudadanos críticos, propositivos y en capacidad de tomar decisiones de relevancia para la transformación de su contexto. De esta manera la argumentación funge de puente entre la alfabetización científica y la cultura científica (Archila, 2014), aproximándonos a una educación científica civilista.

Si bien existe un consenso sobre la necesidad de integrar aspectos sociales en la enseñanza de las ciencias naturales, autores como Molina (2007) expresan su preocupación sobre la manera en que dichos aspectos sociales deben y pueden ser integrados en la clase de ciencias. En este sentido, se apoya el uso de Asuntos Sociocientíficos en la formación en ciencias como un elemento cohesionante de los aspectos disciplinares y sociopolíticos del proceso de enculturación y que consolida el uso de la argumentación crítica, siendo ésta una acción liberadora, un acto de resistencia por medio del cual se construyen criterios sobre las relaciones del poder en el cual está inmiscuido el saber (nexo saber-poder) y se toman acciones que explicitan la capacidad de autonomía del individuo y su responsabilidad frente a las problemáticas de su entorno. En este sentido según Foucault (1999), reconocer las relaciones saber-poder permite «abrir los ojos» y enfrentarse a su vez a conceptos ocultos subyacentes en los «sistemas de verdad», como lo han sido la ciencia y enseñanza tradicionales (Henao & Palacio, 2013).

Las bases de la argumentación

Como se ha visto en párrafos anteriores la argumentación es importante durante las discusiones que surgen de los debates de Asuntos Sociocientíficos, para la civilidad y para la construcción del sujeto político. Es necesario entonces aclarar lo que se entiende por argumentación y su rol en la clase de ciencias. La argumentación es una actividad dialéctica en el sentido que hay una intencionalidad de una parte de convencer al otro, sosteniendo y defendiendo los argumentos propios en detrimento de los de la contraparte. Siguiendo a Toulmin, Riecke y Janik (1979, citados por Posada, 2010) la argumentación sería:

«[...] la actividad completa de hacer aseveraciones (claims), cuestionarlas, respaldarlas con razones, criticar esas razones, refutar las críticas, etc. El término *razonamiento* será usado, más estrictamente, para la actividad central de presentar razones para sustentar una aseveración (*claim*), así como para mostrar en qué medida las razones verdaderamente fortalecen la aseveración. Un *argumento*, en el sentido de una *cadena de razonamientos*, es la secuencia de aseveraciones y razones entrelazadas que, entre sí, establecen el contenido y la fuerza de la posición desde la cual argumenta un hablante en particular (p. 8)».

De lo anterior se desprende que los autores entienden el argumento como un acto complejo, que implica una urdimbre de razonamientos (*reasonings*) que forma el contenido de la argumentación, ésta última siendo el acto, aún más complejo, de presentar los argumentos y defenderlos.

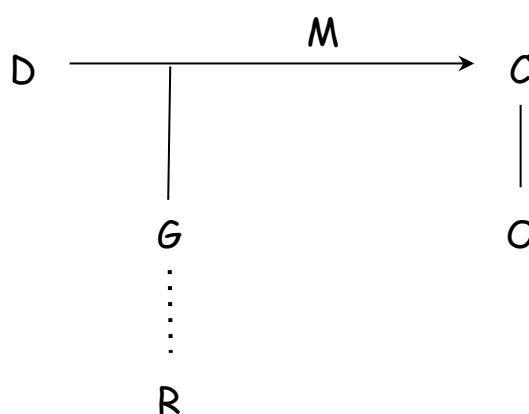


Imagen 1. Esquema de la argumentación. Adaptado de Toulmin (2007)

La imagen 1 resume el Modelo de Argumentación de Toulmin (MAT). Según el MAT, basándose en datos conocidos (D) se llega o infiere una conclusión C. Sin embargo, los datos sustentan la conclusión de diferentes maneras o con diferentes intensidades que van desde la certeza absoluta hasta la posibilidad, pero casi nula probabilidad. A estos niveles de intensidad Toulmin los llama «calificadores modales» o simplemente «modalizadores» (M). Los datos, sin embargo, parten de premisas conocidas o casos similares anteriores que los respaldan (R), y que a su vez armonizan con un grupo de leyes, reglas o principios que explican los datos o hechos, y que reciben el nombre de «garantías» (G). Por último, encontramos otros datos, que en caso de ser verdaderos refutarían el argumento, llamados objeciones (O). Para esclarecer el esquema Toulmin aporta el siguiente esquema:

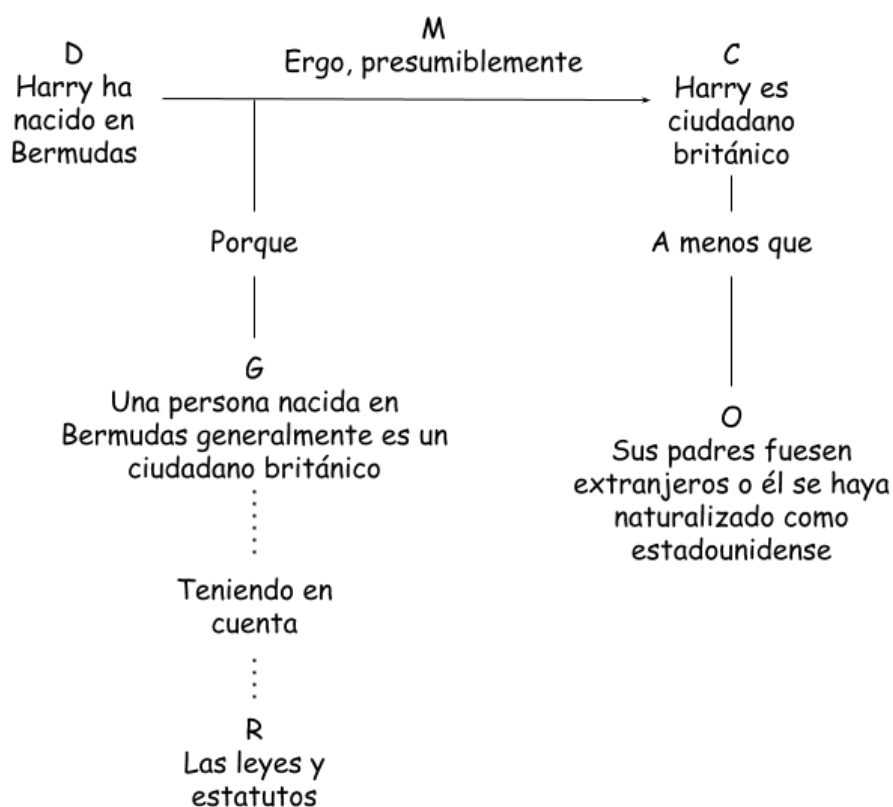


Imagen 2. Ejemplo de un esquema de la argumentación. Adaptado de Toulmin (2007)

El ejemplo que se lee en la imagen 2 puede leerse de la siguiente manera: «Harry nació en Bermudas (D), por lo que, presumiblemente (M), es un ciudadano británico (C), ya que alguien nacido en Bermudas será en general un ciudadano británico (G), considerando las leyes y estatutos actuales (B), a menos que sus padres fueran extranjeros o él se hubiera naturalizado como estadounidense (O)». Posada (2010) propone para más claridad considerar los *datos* como verdades aceptadas tanto por el orador como por el auditorio, los *respaldos* como hechos o verdades semejantes a los datos y que también son considerados verdades por las partes y las *garantías* como los reglamentos, leyes, principios, etc, que rigen sobre los hechos y verdades que se argumentan.

La argumentación en la clase de ciencias

Aprender ciencia desde una perspectiva actual va más allá de un entendimiento somero de los conceptos científicos. Más que la identificación y descripción de los metales pesados, por ejemplo, se busca que el estudiante entienda las implicaciones de éstos en el agua o su ambiente, que se cuestione cómo llegan los metales ahí y porqué lo hacen. Cómo estos fenómenos afectan su entorno, a la ciencia, la sociedad y la tecnología. Es aquí donde la argumentación adquiere una importancia central en la educación en ciencias tal como afirman Bortoletto & Pacheco de Carvalho (2015): «É por meio da argumentação que o sujeito expressa a maneira como articula o conhecimento, exteriorizando as visões de mundo: percepções que revelam a racionalidade que sustenta o próprio discurso (p. 252)».

Es decir, que es a través de la argumentación que el estudiante hace explícito y reconocible su entendimiento de un conocimiento que tiene arraigado y con el cual explica su realidad al dar forma a su racionalidad. También se hacen reconocibles las concepciones éticas y morales del estudiante.

Los debates y polémicas surgidos de un Asunto Sociocientífico permiten el uso de actividades para el desarrollo de la argumentación en el estudiantado al analizar evidencias desde múltiples perspectivas e incluso formular las propias. No obstante, no podemos olvidar que es el maestro quien trae al aula este tipo de actividades, interviniendo desde una perspectiva distinta, y por lo tanto poniendo en acción una idea diferente del maestro-sujeto político. De esta manera, a través de la argumentación que promueve el maestro que se hacen más claras las visiones de mundo y de ciencia que posee el estudiante. Además, como los autores aseveran, el aprender a identificar los datos, justificaciones, argumentos y contraargumentos, manipulaciones y falacias argumentativas permite al estudiante aproximarse a una idea de cómo se hacen las ciencias, es decir que se produce un proceso de enculturación científica.

En la actualidad surgen dos posturas que justifican el uso de la argumentación en el aula de ciencias a través de Asuntos Sociocientíficos. El primero al acercar a los estudiantes a los procesos propios del desarrollo del conocimiento científico como se ha anotado anteriormente, y que se relaciona con la Naturaleza de la Ciencia. El segundo lo hace desde una perspectiva civilista, en donde la argumentación fomenta el desarrollo de un pensamiento crítico en el sujeto frente a las prácticas político-sociales y ético-morales de su contexto (Bortoletto & Pacheco de Carvalho, 2015). Así la argumentación crítica ayuda a la emancipación del sujeto al permitirle analizar su realidad social y tomar una postura frente a esta, dilucidando, como se ha hecho notar en un apartado anterior, los nexos de poder que permean su sociedad y la ciencia.

El sujeto político

Por último, es necesario darle contenido al sujeto político del que se ha venido hablando. En Heisenberg (1985) encontramos que plantea desde la filosofía de las ciencias una relación hombre-naturaleza, en el que el primero se encuentra en la segunda. Esto lleva como corolario el que preguntarse sobre la naturaleza sea en últimas preguntarse sobre sí mismo. Esta relación indivisible de hombre-naturaleza rompe con la visión tradicional en el que el investigador es un espectador externo que no interviene en lo investigado.

La visión de Heisenberg implica que no solo no es posible ser un espectador externo que no interviene, sino todo lo contrario, que lo observado depende enteramente del sujeto. Pensar al mundo, es pensarse a sí mismo. Actuar sobre el mundo para cambiarlo es actuar sobre sí mismo para cambiarse. Para Hoyos (2015) el sujeto político es «un ser existente con capacidad de

razonar, de tener una concepción del mundo con una mirada propia de su naturaleza y sus elementos, capaz de resignificar y comprender su realidad con suficientes habilidades para interpretar su contexto y con creatividad para modificarlo (p. 52)». El sujeto político no solo posee conocimiento, sino que comprende ese conocimiento en un contexto específico, que le permite construirse y reconstruirse al mismo tiempo que construye y reconstruye el mundo.

Arias y Villota (2007) sintetizan desde la filosofía política en cinco puntos al sujeto político, algunos de los cuales ya han sido mencionados anteriormente. Para ellos un sujeto político debe tener una fuerte noción de lo que es la justicia, en especial la justicia social: un carácter público entonces no puede entenderse fuera de una comunidad, debe asumir su rol como sujeto político de una manera crítica y debe ser un constructor de su propia realidad. Por último, el sujeto político parte desde lo individual para llegar a lo colectivo y de lo privado hasta lo público.

En cuanto a la relación entre educación y sujeto político, ya en la Grecia antigua no se podía visualizar la educación separada de la democracia (Savater, 2000). Platón ya apuntaba que el objetivo de la educación era formar mejores seres humanos, más virtuosos y justos, pero siempre en relación a la ciudad y sus habitantes, los ciudadanos, esto concuerda con lo afirmado anteriormente por Arias y Villota (2007). Para Platón *Paideia* y *Politeia* no pueden ser separados, pues tal y como afirma García (2006, citado por Hernández, 2016) «Platón ha visto claramente que, para mejorar a los hombres, hay que reformar la politeia a fin de obtener un régimen de convivencia justo y dirigido hacia el bien común; pero para reformar la politeia hay que educar a los ciudadanos sabiamente (p. 2)». Traducido esto a un régimen democrático, los ciudadanos que ejercerán sus derechos durante el sufragio deben estar políticamente educados para tomar decisiones de muy diversa índole, entre ellas las científicas. Sobre el sistema educativo recae la principal responsabilidad, a través de la larga escolaridad, formar mejores ciudadanos; y en este contexto el maestro juega un rol clave, y para ello él mismo debe estar políticamente formado.

Es vital recordar esto en tiempos como los actuales en los que vemos como información falsa y paparruchadas⁷ definen resultados electorales que afectan a todos. Nuestra vida común, en democracia, se ve afectada por la información o la falta de ésta. Esto no solo significa que se ha fallado en educar políticamente, sino que la Educación, con mayúscula, ha fallado. No formamos ciudadanos críticos capaces de tomar decisiones con base en conocimientos contruidos a través del aprendizaje. No se toma esta información y se construye conocimiento alrededor de ella. La Escuela no los prepara para discernir y filtrar dentro del maremágnum de información con el que se ven bombardeados constantemente. El sistema educativo se ha alejado demasiado del cambiante mundo y ya no lo articula en el aula. El mundo que ven afuera no es el mundo que se enseña en el aula y por lo tanto no pueden tomar decisiones para transformarlo. Un fracaso democrático y un fracaso como sociedad.

⁷ Según el diccionario de la lengua española, se define paparruchada como 1. noticia falsa y desatinada. 2. tontería, estupidez.

III

La Investigación-Acción Participativa en la formación del sujeto político

De acuerdo con los postulados esbozados anteriormente surge la necesidad de formular una metodología acorde, que permita evidenciar la construcción de un sujeto político en el maestro, un maestro-sujeto político en capacidad de formar estudiantes críticos, con una praxis emancipadora que permita visualizar la actividad científica como una actividad cultural compleja, fuera de verdades absolutas y con una visión en contexto (Hoyos, 2016).

En concordancia con una idea de sujeto político que existe junto a y dentro del mundo en una relación hombre-naturaleza, donde no es posible ser un simple espectador, sino que por el contrario siempre quien observa también transforma, encontramos la metodología Investigación-Acción Participativa (IAP). En esta metodología se rompe con el binomio investigador-investigado, y se pasa a una investigación sujeto-sujeto. Es decir, un hipotético espectador fuera del mundo pasa a estar inmerso en el mismo, se investiga a sí mismo e investiga lo que lo rodea, destruyendo a través de su praxis el antiguo binomio (sujeto-objeto). El investigador hace parte de la investigación, toma parte en ella, de ahí el nombre Participativa. Así mismo, los que tradicionalmente se han considerado objetos de estudio rompen ese esquema para tomar activamente parte de la investigación.

Es así que, desde las propias comunidades, subyugadas u oprimidas en muchos casos, se dan procesos en los que ellas mismas participan para dar una solución a las problemáticas de sus contextos, produciendo un conocimiento propio, sistematizado y validado por ellos mismos, útil y valioso en relación a sus necesidades.

Se mencionaba anteriormente que producir conocimiento científico no significa emular las prácticas de otros países, que traen consigo estructuras conceptuales prefabricadas. Por contrario, es posible producir conocimiento científico propio, un conocimiento que una vez adquirido y sistematizado sea útil para los oprimidos en su emancipación. En palabras de Fals Borda (1991), una ciencia popular. Es esta ciencia popular la que Anisur (1991) apunta como distintivo de la IAP ya que la opresión no se da únicamente por el control de los medios de producción material, sino también por el control de los medios de producción del conocimiento. Es aquí donde yace uno de los principios emancipadores de la IAP, otorgando a los oprimidos la libertad necesaria para apropiarse los medios de producción del conocimiento y retornando a las bases la capacidad de la verificación social de su propio conocimiento producido:

«En este sentido, la gente puede escoger o configurar su particular sistema de verificación que le permita generar su propio conocimiento científico. El retornar al pueblo o a las bases la legitimidad del conocimiento que ellas están en capacidad de producir a través de sus propios sistemas de verificación adoptados como plenamente científicos, y el derecho a usar este conocimiento (excluyendo cualquier otro conocimiento, más no dictado por el mismo) como guía en sus propias acciones, son objetivos inmediatos de la IAP.» (Anisur, 1991, p. 25)

Se espera así mismo que en el proceso se promueva la creatividad de los participantes en la investigación (Anisur & Fals Borda, 1991). La creatividad es especialmente importante en la IAP tanto para encontrar las soluciones, como para aplicarlas y para comunicarlas. La comunicación de los resultados (así como en general el desarrollo de la investigación en sí

misma) no debe estar saturada de tecnicismos innecesarios y un lenguaje pesado, sino que debe hacerse en un lenguaje claro que permita la comprensión a la mayor cantidad de personas, sin perder el rigor y la claridad. Según Fals Borda:

«Formas eficientes de comunicaciones basadas en lenguajes “totales” o intencionales incluyen el uso de imágenes, sonidos, pinturas, gestos, mimos, fotografías, programas de radio, teatro popular, videos, materiales audiovisuales, poesía, música, marionetas y exhibiciones.» (Fals Borda, 1991, p. 16)

El límite de las formas comunicativas queda establecido por la propia creatividad del individuo o de la comunidad que desarrolla la investigación siendo efectivos toda clase de recursos a la mano de los investigadores. La flexibilidad es total y se puede adaptar a cualquier comunidad y a los medios con los que estas ya cuenten o sean más acertados para ellas.

La IAP en la construcción del sujeto político y la sistematización de experiencias en el aula de clases

Como se ha explicado anteriormente, la IAP proporciona una metodología pertinente que sin dejar de ser rigurosa permite la realización de investigación en contextos complejos en donde otras metodologías no son apropiadas por su falta de flexibilidad y por una visión externa del objeto de estudio. Como maestros en el aula de clases, la IAP permite desarrollar una investigación en el aula al mismo tiempo que se interviene en ella, siendo el maestro también parte de la investigación.

Traer la IAP al aula nos permite como maestros reconocer nuestra propia praxis como una fuente de conocimiento, reflejada en nuestro quehacer cotidiano. El maestro está en todo momento interviniendo en el aula, interactuando con sus estudiantes, modificando los planes en pro de ellos. Posee un conocimiento sobre su práctica y sobre el contexto. Es por ello que la IAP es una metodología pertinente para él, porque le permite investigar mientras ejerce su práctica en el aula, interviene y se transforma, siendo esta metodología flexible para adaptarse a las complejas realidades del contexto escolar y rigurosa para objetivizar el conocimiento resultante.

Durante su práctica y puesta en escena el maestro se encuentra en medio de una tensión formada por su concepción de la enseñanza de las ciencias y el sentido que entiende por educación; que entra en contacto con una visión institucional e incluso ministerial sobre la praxis del maestro. Aunque podría pensarse que hay poco margen de acción en un entorno como este, Hoyos (2016) afirma que es en esa tensión en donde surge el maestro como sujeto político al estar presente.

«El profesor que es capaz de pensar y repensar su práctica, de liderar y modificar el entorno en el que desarrolla su práctica profesional con capacidad para recontextualizar la enseñanza de las ciencias reconociendo las fortalezas, debilidades, pero además las oportunidades que puede ofrecer un entorno determinado (p. 21)».

Es reconocerse en esta tensión y actuar en concordancia para transformar su práctica, con las dificultades, pero también con las oportunidades que forja en el maestro un sujeto político.

En lo que respecta a lo aplicado en el presente trabajo, hay una problemática de interés de los estudiantes. Esta problemática gira en torno a los debates ético-morales que están presentes alrededor del concepto de vida y la fertilización in vitro en una institución con fuerte identidad católica que permea a los estudiantes, despertando su interés y curiosidad sobre estos conceptos, que además son de actualidad y están presentes en discusiones reales. El maestro-sujeto político identifica ésta problemática y la oportunidad que conlleva en su contexto. Este Asunto Sociocientífico es de interés, así mismo, para el maestro ya que le permite abordar un concepto fundamental de la enseñanza de la biología (Gómez *et al*, 2007), promover la argumentación como un camino que permita visibilizar a las ciencias dentro de un todo, que interactúa y se ve afectado por aspectos sociopolíticos, culturales, económicos, etc; y problematizar las verdades absolutas que puedan estar presentes alrededor de este concepto para permitir al estudiante construir una verdad para sí mismo que le permita tomar posición y actuar, proponer cambios que lo afecten directa e indirectamente.

Esta relación maestro-estudiante es importante de resaltar ya que tal como señala Freire (1970) no es posible que alguien libere o emancipe a otra persona, así como tampoco que alguien se emancipe a sí mismo. La emancipación viene en comunidad. En el momento en el que el maestro se piensa su práctica para transformar, en ese momento en el que se vuelve un sujeto político hacia la emancipación también se estarán emancipando sus estudiantes. Por supuesto hay un liderazgo en el maestro, pero es uno que se identifica con sus estudiantes y los acompaña en este proceso emancipador y de construcción de conocimiento.

Rastrear al maestro-sujeto político en su praxis puede hacerse a través de sus estudiantes, en el desarrollo de estos, pero también su propuesta pedagógica, en la intencionalidad y en los materiales que presenta ante sus estudiantes. Volviendo a Heisenberg (1985), el maestro-sujeto político se transforma cuando transforma su praxis, y se forma cuando forma a otros, en un contexto específico.

Un método particular de la IAP coherente con el esfuerzo de crear conocimiento científico a través de la práctica y de hacer de la búsqueda de este conocimiento en un hacer en el tiempo, un proceso, transformador tanto social como personal, es la sistematización de experiencias (Jara, 2006). Esta permite evidenciar de manera (auto)crítica la práctica del maestro, con todas las complejidades, dificultades y propuestas realizadas durante este proceso y recuperar desde las producciones de los estudiantes la práctica del maestro.

En este contexto se vuelve importante aclarar lo que se entiende por sistematización de experiencias y cómo se desarrolla esta dentro de la Investigación Acción Participativa. La sistematización de experiencias es un esfuerzo de crear conocimientos partiendo de una intervención y una acción social, como puede ser en este caso la educativa. Estas experiencias que se busca sistematizar son procesos sociohistóricos complejos tanto individuales como colectivos vividos por personas concretas en tiempos, espacios y contextos específicos. Son por tanto experiencias vitales únicas e irrepetibles que se pretenden, no obstante, objetivizar para extraer de estas prácticas un conocimiento nuevo que por sus características es útil para la comunidad que se encargó de crearlo. La sistematización es una acción consciente que busca mejorar la propia práctica y compartir esos aprendizajes con otras comunidades a través de una reconstrucción de lo vivido y un ordenamiento de los elementos subjetivos y objetivos (Torres, 1999; Jara, 2001; Jara, 2006).

La sistematización de experiencias es un proceso y no una decisión final. En la medida que surge el conocimiento así mismo surgirán los ajustes y cambios necesarios que permitan alcanzar los objetivos o la mejora y riqueza de la investigación. Así mismo, la sistematización de experiencias ayuda a que los actores de la experiencia, es decir los investigadores-investigados de la que habla la IAP, se vuelvan sujetos de conocimiento (Carr & Kemmis, 1989; citados por Torres 1999) ya que los participantes van construyendo un conocimiento conceptual, procedimental y actitudinal para la producción de conocimiento. Esto es valioso desde el prisma de la IAP donde son las propias comunidades oprimidas las que participan en la creación de su propio conocimiento validado y útil, una ciencia popular, que les permite empoderarse y emanciparse.

Tal y como apunta Jara (2001), no hay una sola «receta» para llevar a cabo la sistematización de experiencias. El modelo a aplicar siempre dependerá de las muchas variables y de los objetivos que cada investigación tenga. Se convierte así la sistematización de experiencias en un acto creativo muy acorde a la metodología de la IAP, teniendo siempre claro que todo lo que se utilice sea en pro de los objetivos planteados.

La reconstrucción de los hechos acaecidos no debe caer en solo una narrativa o un reporte final de actividades. Se espera que se realice una interpretación crítica de lo que se hizo y del porqué sucedieron las cosas como sucedieron. Por supuesto debe darse cuenta del contexto y las condiciones únicas en las que sucedieron los hechos, pero no debe quedarse únicamente con las cronologías. Esto no significa que la narrativa que se construye sea neutral, algo imposible por la propia implicación y compromiso con la práctica. Se busca un equilibrio entre el valor subjetivo y la objetivización de la experiencia para poder regresar a ella con ojos críticos que permitan transformarla. Una experiencia es un proceso socio-histórico complejo que puede ser tanto individual como colectivo vividos por personas concretas. En palabras de Jara (2006):

«En síntesis, las experiencias son siempre experiencias vitales, cargadas de una enorme riqueza por explorar; cada experiencia constituye un proceso inédito e irrepetible y por eso en cada una de ellas tenemos una fuente de aprendizajes que debemos aprovechar precisamente por su originalidad; por eso necesitamos comprender esas experiencias; por eso es fundamental extraer sus enseñanzas y por eso es también importante comunicarlas, compartirlas. Sistematizar experiencias es, esencialmente, un instrumento privilegiado para que podamos realizar todo eso (p. 3)»

Como se ha señalado con anterioridad es importante comunicar las conclusiones, pero también los procesos de una manera clara que pueda ser entendida por la mayor cantidad de personas posible, evitando un lenguaje en exceso técnico sin perder la rigurosidad (Fals Borda, 1991). Para este caso se ha decidido presentar una sistematización de la experiencia acaecida durante el desarrollo de una propuesta sociocientífica alrededor de la fertilización in vitro y el concepto de vivo y no-vivo. La manera elegida para presentar la sistematización de experiencia ha sido un macrorrelato. Éste permitirá ser conscientes del contexto en que se desarrolló la práctica, de las dificultades encontradas en el camino y de la manera en que éstas fueron abordadas para encontrar una solución. El macrorrelato está dividido en tres momentos que surgen desde la propia experiencia de lo que ocurrió en el aula durante la puesta en práctica del Asunto Sociocientífico. Para el análisis de lo sucedido se tendrá en cuenta dos categorías, que surgen igualmente de la experiencia misma. Estas dos categorías son: El concepto de vida y no-vida, que construyen los estudiantes junto al maestro luego de la aplicación del Asunto Sociocientífico, y la argumentación, proceso en el que el maestro procura fortalecer esta habilidad en sus estudiantes a través de las diferentes tensiones que se ven en clase.

Instrumentos y diseño de las rejillas de análisis

Para la recolección de datos y posterior sistematización de la experiencia vital en el aula se utilizaron cuatro instrumentos con los que se esperaba recoger el testimonio del proceso ocurrido en el aula durante la aplicación del Asunto Sociocientífico. El primer instrumento fue un cuestionario (Anexo 2) con el cual se pretendía dar cuenta de la introducción a la problemática que se realizó a través de una noticia traída a clase (Anexo 1). Un objetivo del instrumento fue empezar a desdibujar la idea de una ciencia aséptica que no tiene puentes hacia y desde otros campos como la religión o la política, entre otros, mientras se problematizaba la Fertilización in Vitro y se introducían los términos que serían usados durante la aplicación del ASC

A continuación, se presentaron dos estudios de caso (Anexo 5) al que se le aplicó una guía de discusión (Anexo 6). El instrumento de esta rejilla involucra fuertes escenarios ético-morales que se ponen en juego en dos casos similares con resultados diferentes. El concepto que se maneja en los dos casos sobre lo vivo y no vivo determinan como resultado juicios diferentes. Además, se aprovechó para introducir un aspecto que es el de la intencionalidad tras los textos, pudiendo identificar esto a través de los argumentos usados por el autor y una vez identificados poder argumentar a favor o encontrar los huecos argumentales para objetar. Dejar en claro la problemática a tratar fue uno de los objetivos de este instrumento mientras se ponía en tensión los conceptos de vivo y no-vivo de los estudiantes con miras a avanzar hacia una nueva construcción propia, lejana de verdades absolutas.

Luego de la etapa de detección de la problemática se pasó a una formulación propia de hipótesis por medio un instrumento (Anexo 9) que invitaba al estudiante a basar sus argumentos sobre el estado de vida del embrión por medio de fuentes externas a sí mismo, y de base científica que por un lado servirían para el posterior proceso de debate y por otro reforzaba aspectos del Modelo de Argumentación de Toulmin poco establecidos hasta el momento. La argumentación empleada permitiría también hacer explícitos los aprendizajes y la construcción del concepto de vivo y no-vivo hasta el momento.

El último instrumento consistió en un juego de roles (Anexo 17) en el que los estudiantes pondrían en práctica lo aprendido y harían explícito el concepto de vida construido por medio de un gran debate. Se esperaba que gran parte de lo construido durante la aplicación del proceso de enseñanza por medio del ASC fuera empleado para acercarse a un concepto propio de lo vivo, sin verdades universales uniformes para todos, pero sí que cada concepto partiera del conocimiento científico.

Actividad	Descripción
¿Qué entiendes por fertilización in vitro?	Discusión en clase para indagar y hacer explícitos los conceptos previos alrededor de la idea de vivo y no-vivo y del procedimiento de Fertilización in Vitro (FIV).
Serpientes y escaleras	Proyección de vídeo en el que se introduce el proceso de Fertilización in Vitro y posterior juego con preguntas sobre la técnica vista en el vídeo.
El bebé con ADN de tres personas	Problematización de la FIV a través de una noticia donde se reflejan varias tensiones y aplicación de un cuestionario para registrar las respuestas de los estudiantes, sus conceptos de vivo y no-vivo, y su habilidad de argumentación.

Casos de estudio	Lectura de un texto sobre dos casos con problemáticas similares sobre el uso y desecho de embriones con resultados diferentes cada uno y con tensiones morales. Se aplica un cuestionario en el que se esperaba registrar si los estudiantes identificaban la postura del autor, así como la concepción de vivo o no-vivo implicada.
¿Están los embriones vivos?	Los estudiantes emitirían una hipótesis en uno u otro sentido (vivo o no-vivo) sobre el estado de los embriones haciendo uso de fuentes contrastables y referentes en la materia para soportar sus propios argumentos.
La lógica de lo viviente	Lectura y análisis de la introducción del libro de François Jacob que enriquece los referentes traídos ya por los estudiantes con una figura importante en la filosofía de la biología.
Caso cerrado	Juego de roles en el que los estudiantes presentan y refutan argumentos usando el conocimiento aprendido en clase y que permite evidenciar la construcción del concepto de vivo y no-vivo hasta ese momento.

Tabla 1. Secuencia de actividades

Para el análisis de la experiencia se diseñaron unas rejillas que permitieran recoger lo vivido en el aula para ponerlo en diálogo con los referentes teóricos, que se presentan en el capítulo II; y la propia práctica del maestro, desde donde se hace un ejercicio de inferencia e interpretación. Las rejillas tienen en cuenta dos categorías que surgen desde la experiencia en el aula encontrándose a lo largo y ancho de la puesta en práctica del ASC. Una primera categoría es el concepto de vida que es un elemento central en la discusión, entendiendo esta categoría como un pilar fundamental de la enseñanza de la biología y transversal del Asunto Sociocientífico, siendo además de interés por el grado en el que se encontraban los estudiantes y la tensión que esto significaba en su contexto.

La segunda categoría corresponde a la argumentación, ya que como se ha mostrado en anteriores capítulos es desde la argumentación, que se produce a partir de la reflexión, que se puede evidenciar la construcción del sujeto político en el estudiante y a su vez del profesor a través de la propuesta que decide traer al aula. La argumentación permite apropiar una cultura científica, dotando de sentido las experiencias vividas por el estudiante y permitiéndole resistir y actuar ante las problemáticas del contexto.

Estas categorías permiten acercarse a la noción de maestro-sujeto político en tanto la primera, el concepto de vida, es el escenario donde se presentan las tensiones: la concepción de enseñanza de las ciencias, las visiones institucionales, culturales, políticas, etc; siendo justamente de estas tensiones de donde surge el sujeto político (Hoyos, 2016). En la categoría de argumentación se hacen visibles estas tensiones de manera más clara, y se desvelan nexos de saber-poder en las ciencias, que ya no serán asepticas sino complejas, permitiendo además al sujeto político actuar y transformar autónomamente su contexto.

Los datos recogidos en los instrumentos se trasladaron a las rejillas para su posterior análisis tomando extractos de las respuestas de los estudiantes y clasificándolos en las categorías. Este proceso, que se repitió para cada uno de los instrumentos, permitió contrastar lo hallado en clase en las respuestas de los estudiantes con las fuentes teóricas. A cada uno de las frases extraídas y sistematizadas en las rejillas se les aplicó este proceso de contrastación con los

referentes teóricos, tras lo cual se realizaron inferencias de lo que estaba pasando en el aula viva, del estado de la construcción del concepto de vida, de la capacidad de argumentación y de las tensiones que aparecen y se transforman en los estudiantes. Una vez analizados los datos de los estudiantes se rastrea una tendencia común en la rejilla que recoge en buena medida el estado de la experiencia vital en el momento de la aplicación del instrumento. A la par de los datos de los estudiantes, se realiza de manera similar rejillas de los instrumentos para el análisis del maestro en formación, cuya sistematización permite realizar una reflexión metacognitiva de la propuesta y de la puesta en práctica de la misma en el aula.

A continuación se presenta una rejilla de síntesis que recopila las tendencias halladas en las demás rejillas a modo de resumen. Las tendencias halladas y los análisis realizados fueron piezas indispensables para la posterior construcción del macrorrelato, transformados a manera de una narrativa crítica para la facilidad de la comunicación de la experiencia vital y los hallazgos.

Instrumento	Categorías de análisis	
	Concepto de vida	Argumentación
Cuestionario Anexo 2	Los estudiantes consideran a los embriones como seres vivos a partir del momento de la fertilización	Los estudiantes no logran completar el Modelo de Argumentación de Toulmin, si bien en ocasiones logran cumplir con varias de sus características. Logran presentar modalizadores y respaldos. Su argumentación es incompleta ya que no ofrecen garantías (reglas, leyes o principios) o confunden las conclusiones con objeciones.
Estudio de Caso (Anexo 6)	Los estudiantes asumen los embriones como seres vivos pero no como seres humanos	Los estudiantes no logran identificar las intencionalidades subyacentes en el texto así como los posibles nexos saber-poder dentro del mismo.
Mi hipótesis ¿Están los embriones vivos? (Anexo 9)	Los estudiantes asumen el embrión como vivo pero no lo suficiente para ser un ser humano. La idea de movimiento aparece como característico de lo vivo	Los estudiantes no logran completar el Modelo de Argumentación de Toulmin, si bien en ocasiones logran cumplir con varias de sus características. Logran presentar modalizadores y respaldos. Su argumentación es incompleta ya que no ofrecen garantías (reglas, leyes o principios) o confunden las conclusiones con objeciones. El instrumento fue eficaz y serviría incluso de sustento para la discusión posterior. Se logró promover que los estudiantes se familiarizaran con fuentes científicas (y no científicas) con las que sustentar sus propios argumentos. Puso en tensión las opiniones personales de los estudiantes con autores y representantes de diferentes campos del saber.
Juego de roles (Anexo 17)	El embrión se considera como no vivo. Aparece la posible idea de una jerarquización en los estudiantes, ubicando al embrión en la parte baja, junto a lo no vivo, y en la parte más alta al ser humano.	Hay una mayor apropiación del Modelo de Argumentación de Toulmin aunque aún se dificulta a los estudiantes proponer un argumento completo o diseñar un contraargumento efectivo con todas las características de este modelo. La objeción aparece en los casos que se desea refutar un argumento contrario, hallando huecos argumentales que pueden ser explotados. Las argumentaciones propias se acompañan de respaldos y garantías para evitar objeciones.

Tabla 2. Rejilla de síntesis. Tendencias halladas en los instrumentos

IV

Macrorrelato: El Asunto Sociocientífico Fertilización in Vitro

El macrorrelato es la forma elegida en esta ocasión para presentar la sistematización de experiencias. Éste permite en detalle realizar en recorrido de la propuesta presentada de una manera creativa, característica importante tanto de la propia sistematización como de la IAP (Fals Borda, 1991; Jara, 2001). El narrador rompe con el binomio investigador-investigado y se interna en la propia historia como un participante activo, sujeto de conocimiento, mientras va reconstruyendo su experiencia vital, reconociendo con ojo crítico sus errores y falencias, pero también sus fortalezas y la manera en que esta experiencia transformó su práctica.

El presente macrorrelato cuenta con tres secciones que parten de la experiencia misma. El primer momento trata de una etapa introductoria en que ambas partes, maestro y estudiantes, entran en contacto y se reconocen mutuamente. En este momento el maestro introduce el tema de la fertilización in vitro y realiza un primer diagnóstico del concepto que los estudiantes manejan de lo vivo y no-vivo así como de su capacidad de argumentación. Luego de la introducción el segundo momento es el de la detección de la problemática, donde se asientan las tensiones generadas a través de un estudio de caso y se fortalece el Modelo de Argumentación de Toulmin. El tercer momento da cierre a la propuesta sociocientífica con un juego de roles a manera de gran debate en el que el maestro cede la voz principal a sus estudiantes para que hagan uso de aquello aprehendido.

Primer momento: Rompiendo el hielo

Cada etapa conlleva su particular dificultad, pero el inicio es siempre especialmente desafiante. La toma en contacto entre los estudiantes de la licenciatura y los alumnos de los colegios ocurre en una fase muy avanzada de la carrera. A pesar de los conocimientos teóricos con los que llegué a la institución educativa (IE) fue un momento que no fue sencillo. Las expectativas de los docentes de la IE, de mis docentes de carrera y las mías propias, además del hecho de estar en una puesta en escena real, con jóvenes reales y todo lo que ello implicaba, formaba un caldo de cultivo para los nervios.

Lo primero fue realizar un reconocimiento del terreno. Normalmente este paso se desarrolla durante la asignatura de Investigación en el Aula, donde además se realizan algunos de los planteamientos de la práctica. La propuesta inicial estaba pensada para desarrollarse en un colegio público, el Eustaquio Palacios. El convenio con la IE Eustaquio Palacios venció y no se renovó. Se aprovechó el incidente para firmar un nuevo convenio, esta vez con el Colegio Sagrado Corazón de Jesús Valle del Lili, en donde finalmente desarrollaría la práctica docente. El colegio es una institución privada de carácter religioso (católica) ubicada en la zona sur de la ciudad en la que se hace especial énfasis en la educación bilingüe de los estudiantes con buenas y amplias instalaciones donde los salones raramente cuentan con más de 20 estudiantes.

Realicé una primera toma de contacto con los estudiantes del grado décimo (10) de la institución. La intervención la realicé en las horas de la clase de Seminario de asuntos sociocientíficos a cargo del docente Nelson Enrique Hoyos⁸. Me presenté ante ellos,

⁸ Los cursos 10 y 11 cuentan con una asignatura llamada Seminario, separada del resto de asignaturas. En ella se pretende impartir una cátedra integrada y para esto el docente encargado se sirvió de los Asuntos Sociocientíficos.

explicándoles mis objetivos y el desarrollo de la práctica planteado. Les pedí así mismo que se presentaran y dijeran que carrera esperaban cursar una vez finalizada su etapa en el colegio. Esto lo hice para entrar en contacto con los estudiantes, reconocerlos y que me reconocieran como un participante en el aula. Además, aproveché cuando los estudiantes mencionaban alguna carrera que quisieran cursar que tuviera relación con las ciencias o con el tema de la genética para crear expectativas e interés en el tema que exploraríamos en las clases.

Luego del reconocimiento mutuo desarrollé en el aula dos actividades de introducción. Un poco para establecer términos e identificar lugares anatómicos importantes para las subsiguientes clases, así como para continuar rompiendo el hielo entre los alumnos y un nuevo docente que irrumpía en su salón. Estas actividades sirvieron como punto de partida de la temática y encaminaron a los estudiantes en el entendimiento del proceso de fertilización in vitro. La primera actividad llevó por nombre **¿Qué entiendes por fertilización in vitro?** en el que se discutió en clase sobre lo que los estudiantes entendían como fertilización in vitro y su utilidad. De esta manera, se hicieron explícitas muchas de las ideas previas de los jóvenes en relación al proceso, además de empezar a introducir el diálogo y la discusión como una de las estrategias que se utilizarían en clase.

Como ya he dicho la toma del aula en la Licenciatura ocurre en un semestre avanzado de la carrera, lo que repercute en, por ejemplo, que los tiempos propuestos originalmente para las actividades no fueran los indicados. De las dos actividades planteadas en la primera clase de Seminario, la realidad mostró que el tiempo estipulado fue insuficiente ¿A qué se pudo deber esto? Definitivamente a la inexperiencia. No obstante, esto fue un aprendizaje práctico importante que solo fue posible obtenerlo al enfrentarse al espacio áulico.

La primera actividad de introducción exigió la totalidad de la clase por lo que la segunda actividad debió desarrollarse en la siguiente. Esta actividad, planteada inicialmente como continuación inmediata de la primera, consistía en la presentación de un video sobre el tratamiento de la fertilización in vitro en el que se muestran los órganos y las etapas, incluidas las previas, del proceso de fertilización in vitro y fue útil para aclarar algunas dudas de la clase anterior.⁹ Con el fin de fortalecer lo visto en clase hasta entonces se finalizó con un juego basado en el popular «Serpientes y Escaleras»¹⁰. Los estudiantes fueron separados por grupos y compitieron por llegar a la última casilla del mapa respondiendo en ocasiones preguntas relacionadas con el video.

¿Cuáles fueron mis intenciones como maestro hasta este momento? Ciertamente romper el hielo fue importante, conocer las expectativas y conocimientos de los estudiantes. Por otra parte, era importante para que el tema de debate estuviera claro, que se supiera qué es la fertilización in vitro, cómo y dónde ocurre.

Para agotar la fase introductoria procedí a aplicar un cuestionario que por una parte me permitiera problematizar la fertilización de vida y el concepto de vivo y no-vivo inherente a este procedimiento y por otra evidenciar qué tanto los estudiantes podían desarrollar un argumento motivado por esta tensión. Para ello repartí entre los estudiantes una noticia entonces de reciente data (octubre de 2016) titulada «el bebé con ADN de tres personas diferentes nacido mediante una nueva técnica de fertilización» (Anexo 1). En la noticia una

⁹ El video puede accederse a través de <https://www.youtube.com/watch?v=B1HWvW41abM>.

¹⁰ Juego que consiste en avanzar a través de un tablero numerado lanzando un dado. Las escaleras permiten tomar atajos y subir con rapidez, mientras las serpientes son obstáculos que regresan al jugador a una casilla anterior.

pareja musulmana aplica una técnica nueva en la que se toma el núcleo de la madre y un ovocito de una donante, a diferencia de la técnica tradicional. En este caso sólo se produce un embrión y la intervención médica debe, por problemas legales, realizarse en México. La idea de una ciencia aséptica se pone en tela de juicio con esta noticia, ya que la religión y la cultura lleva al desarrollo de un procedimiento científico nuevo hasta ese momento. Problematisa el concepto de vida ya que depende de el estado que se asigne al embrión como vivo o no-vivo algunos procedimientos se llegan a calificar como inmorales o no aceptables.



Imagen 3. Evidencia fotográfica de la discusión en grupo con acompañamiento del tutor de tesis.



Imagen 4. Estudiantes respondiendo el cuestionario y discutiendo en grupo.

Luego de la lectura los estudiantes respondieron un cuestionario (Anexo 2). Las primeras preguntas las dirigí a la comprensión de la noticia y la técnica empleada. Por último, pregunté a los estudiantes sobre su posición en relación a la utilización de los embriones durante el proceso de las dos técnicas de fertilización in vitro (tradicional y nueva) y a si la legislación y las posiciones religiosas afectaban de alguna manera estos procedimientos. Estas dos últimas preguntas tienen un interés especial. Una introducía directamente la polémica en cuanto al desecho o destrucción de embriones en la técnica tradicional. De aquí surgió una interesante discusión entorno a la cuestión del embrión como poseedor de vida o no. Esta polémica fue abordada posteriormente con mayor profundidad en clases siguientes. La otra pregunta tenía como fin introducir la noción de que la ciencia no está aislada de las diferentes dinámicas sociales, que no ocurre sola y que es afectada y afecta diferentes esferas socioculturales como la ley o la religión.

Un ejemplo de las respuestas obtenidas en el primer instrumento (Anexo 3) es el siguiente: «Se optó por esta técnica, ya que la tradicional genera destrucción de embriones. Esta técnica, por el contrario, nos da resultados sin necesidad de ir en contra de las ideas de la Iglesia». Este ejemplo sirve para ilustrar la tensión que encontré en el aula. Tal y como se expresó el estudiante, en términos de destrucción, no necesariamente indica un concepto de vida, ya que se destruyen cosas inertes también, pero cuando se hace mención explícita la iglesia se exterioriza una visión de mundo marcada por la cultura religiosa que es la dominante en la institución educativa, y ante la cual como maestro se es necesario adaptar.

La argumentación permite hacer explícitas visiones de mundo (Bortoletto & Pacheco de Carvalho, 2015) incluidas las tensiones ético-morales que pueden estar rondando a los estudiantes. Hay premisas conocidas con antelación que los estudiantes hacen uso para respaldar sus aseveraciones, pero en esta etapa introductoria aún estos respaldos no se basan en conocimiento científico y no hacen uso de garantías (leyes o principios) acorde al Modelo de Argumentación de Toulmin (2007). Un ejemplo de ello es la siguiente respuesta (Anexo 4): «En ambos casos consideramos que el propósito y el resultado son benefactores para una pareja que quiera tener un hijo sano. Aún así creemos que el segundo caso es más viable ya que evitamos el rechazo de esta técnica por parte de la Iglesia. De la misma forma, existiría más gente dispuesta a aplicarla».

De esta primera etapa de introducción la Rejilla #1 (Anexo 3) de la categoría de vida muestra una tendencia acorde a la temprana fase, en donde en los estudiantes hay una percepción de lo vivo desde el momento mismo de la concepción. En la visión de los estudiantes puede estar aún vigente la idea de una actividad general que ocurre, o un desplazamiento provocado por el crecimiento que para Piaget (1929) y Mahar (2003) mostrarían el estado más inicial de las concepciones de lo vivo que se puede tener. ¿A qué se puede deber esto? Probablemente el fuerte contexto religioso que impera en el colegio tiene mucho que decir a este respecto. Esto es una tensión, ya que el contexto escolar promueve y difunde una cosmovisión y en el aula se promueve otra. Si bien la intención no es romper con el contexto, si hay una oportunidad en esta tensión para desarrollar un proceso que permita adquirir esa segunda cultura que es la científica, y en este sentido fue positivo reconocerse en esa tensión, saber los limitantes e intentar buscar las posibilidades. El instrumento mostró que había camino que recorrer desde una concepción influida por el contexto, hacia una construida por el estudiante con el conocimiento científico.

El análisis de la Rejilla #1 (Anexo 4) en la categoría de argumentación mostró por su parte que el Modelo de Argumentación de Toulmin no logra completarse. La tendencia en este momento indica que se les dificulta especialmente dar garantías de sus argumentos con leyes o principios. Esto podría mostrar que los argumentos usados hasta entonces para definir lo vivo y no vivo por parte de los estudiantes no contemplan o parten de un conocimiento científico, sino al contrario de posturas personales o extraídas del contexto religioso en el que están inmersos.

¿Qué puedo extraer de mi intervención en el aula en este primer momento? En cuanto a la conceptualización de lo vivo y no-vivo (Anexo 13) el instrumento permitió establecer las relaciones de la ciencia con la política, la cultura, lo ético, etc. La idea de una ciencia aséptica se empieza a desdibujar y se empiezan a introducir conceptos y términos que eran necesarios para abordar clases posteriores. Si bien el instrumento permitió establecer las relaciones de la ciencia con otros campos y recoger las concepciones sobre lo vivo y no-vivo en los estudiantes, luego noté que el propio texto utilizado podría haber decantado a los estudiantes hacia un concepto de vivo, ya que detrás de la razón por la cual los padres escogieron el procedimiento, y que queda plasmada en el artículo, hay un concepto de vida que parte de la concepción. En cuanto a argumentación (Anexo 14) el instrumento me ayudó a descubrir el estado de la argumentación de los estudiantes y trasladar eso al Modelo de Argumentación de Toulmin, identificando aquellas partes del modelo que los estudiantes parecieran usar sin problema (modalizadores) y aquellos que más se les dificultaba cumplir (garantías y respaldos).

Segundo momento: Detección de la problemática y emisión de hipótesis

Finalizada la etapa introductoria y ya conociendo el pensamiento de los estudiantes en torno a lo vivo y no-vivo, así como su habilidad para argumentar, continué profundizando en la problemática y discusión. Los asuntos sociocientíficos son, *grosso modo*, polémicas abiertas aún para la ciencia donde se ven posturas encontradas. Esta característica se trajo al aula con dos casos que ilustraban posturas opuestas sobre el uso de los embriones en las técnicas de fertilización in vitro (FIV) en casos reales. Presenté en clase el estudio de caso (Anexo 5) de dos parejas de esposos que han decidido congelar sus óvulos y espermatozoides respectivamente para lograr tener hijos en un futuro. La pareja se divorcia posteriormente y comienzan un pleito debido a que la mujer quiere implantarse el embrión congelado pero su exesposo apela a que no quiere ser papá por obligación, y que lo mejor es la destrucción de aquellos embriones. Esta disyuntiva es desarrollada en dos casos, uno de los casos la mujer padece cáncer uterino y el tratamiento le impide tener nuevos hijos, en el segundo la mujer en un inicio quería implantárselos, pero luego consigue una nueva pareja con la que puede procrear.

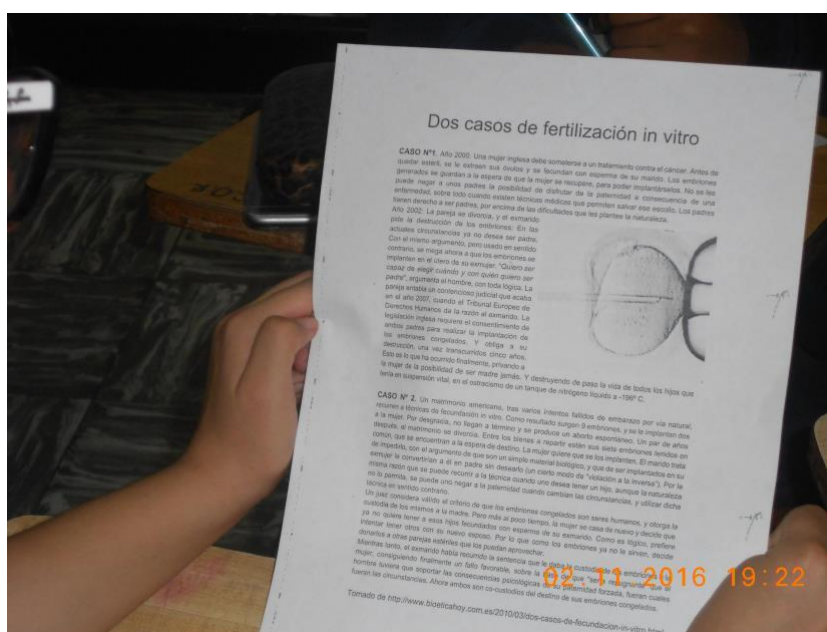


Imagen 5. Estudiantes leyendo el material con los dos casos de estudio

La actividad plantea la polémica alrededor de qué hacer con los embriones en ambos casos. Dependiendo de cómo se conceptualice la vida se tendrá acciones diferentes para los casos. Además, esta actividad tenía otra intención y era analizar la forma en que el autor del texto hiló los textos y usó su vocabulario para decantar al lector hacia uno u otro lado. Todo autor trata de convencer al lector esbozando unos argumentos y con una intencionalidad. Uno de los objetivos de la actividad era que los estudiantes precisamente pudieran identificar la intención del autor y los argumentos que usaba, y que detrás de esto se halla un sistema de verdad. Para esto los estudiantes respondieron un cuestionario (Anexo 6) en donde se les pedía que identificaran las diferentes posturas del texto, tanto de los protagonistas como del autor del texto, así como la asunción del estado del embrión en cada uno de los dos casos y cómo ello repercutió finalmente.

La Rejilla #2 de la categoría de vida (Anexo 7) muestra que luego de detectar la problemática empieza a cambiar el concepto de vivo y no-vivo que se traía inicialmente, si bien aún está arraigado en ellos la idea de que el embrión está vivo empieza a surgir una tensión sobre qué

tan vivo pudiera realmente estar el embrión, ya que no se lo considera lo suficientemente vivo como para ser un humano. Esto implica que empiezan a surgir preguntas en el estudiante sobre cuándo puede mostrarse una línea entre lo vivo y no-vivo, y adoptan un estado intermedio para el embrión como vivo con ciertos reparos. Como maestro había logrado hasta este momento empezar a movilizar la construcción de un nuevo concepto de vida, aunque el proceso aún no finalizaba.

Un ejemplo de lo anterior fue la siguiente respuesta (Anexo 7): «Los embriones sí tienen vida, sin embargo, al no estar completamente desarrollado no lo consideramos una vida humana, ya que para serlo debe tener cierto grado de desarrollo». Aquí se hizo tangible la tensión que empieza a surgir en los estudiantes. ¿El embrión está vivo? Les parece que sí, pero ¿qué tan vivo? ¿es humano? En la escala de lo vivo y no-vivo es difícil establecer un punto exacto en el que surge la vida, pero es fácil reconocer los extremos. En este sentido en el extremo de lo más vivo se encuentra el ser humano (Velasco, 1991; Mondelo *et al*, 1998), ya que los estudiantes se identifican con lo humano y están claramente vivos en su opinión. Pero el embrión no es humano aún, parece no contar con todas las características de lo vivo, solo con algunas (Mahar, 2003). Esta tensión fue útil ya que empieza a movilizar el concepto de vida y ha crear preguntas en los estudiantes, lo que afianzó la problemática.

Los prometedores hallazgos en cuanto a esta categoría no fueron acompañados por la categoría de argumentación. La tendencia de la Rejilla #2 en este concepto (Anexo 8) demuestra que el instrumento utilizado no logró mostrar las intencionalidades inmersas en el texto que el autor quiso desarrollar con sus argumentos. Si la argumentación es tal y como dice Posada (2010) una actividad dialéctica que intenta persuadir o convencer al otro, era importante enseñar esto a los estudiantes. Sin embargo, no fue posible que reconocieran en el texto una intencionalidad.

Poder descifrar una intencionalidad a través de los argumentos era deseable para el maestro ya que muestra un entendimiento del proceso de argumentación y es importante para la formación del sujeto político al evidenciar los sistemas de verdad subyacentes, en este sentido el análisis que se hace de la Rejilla del maestro para esta categoría (Anexo 16) es que el instrumento no dio los frutos esperados, quizá por no plantear directamente una pregunta sobre la intencionalidad oculta o por escoger un texto que tal vez no era el indicado. Me queda como maestro el aprendizaje que no siempre el planteamiento inicial que tenía en mente tendrá el efecto esperado y que debo mirar por alternativas para sobreponerme a las dificultades, ya que ciertamente estas aparecerán en medio del camino por lo cual debo ser más cuidadoso en mis planteamientos e intentar acercarme a ellos de manera crítica desde puntos de vista diferentes.

Las respuestas de los estudiantes ante la posición del autor se basaron en si parecía hablar bien de la madre o el padre, o incluso de la fertilización in vitro, pero no si cuestionaba o no la idea del embrión como vivo, un sistema de verdad oculto en el texto del instrumento. Un ejemplo de esto es la respuesta siguiente (Anexo 8): «En el caso 1, el autor está a favor del hombre y se ve evidenciado en algunos comentarios en el texto. Mientras que en el caso 2, el autor no plantea ninguna opinión y/o comentario». En los sistemas de verdad preestablecidos hay conceptos subyacentes que los afianzan (Freire, 1970; Foucault, 1996) y sirven para persuadir al exponerse como argumentos (Posada, 2010) en favor del mismo. Por lo que los estudiantes en este caso no fueron capaces de identificar, o desocultar, la intencionalidad detrás del texto.

En esta categoría pudo faltar un planteamiento diferente o alternativo que me permitiera como maestro desarrollar el objetivo planteado. El error pudo yacer en darle prevalencia a la enseñanza del concepto de vida sobre el desarrollo de la argumentación. Sin embargo, queda

un aprendizaje importante al autoevaluar el trabajo (Anexo 16) y es que la realidad muestra en el aula que las cosas no siempre saldrán según lo planeado y que el maestro debe tener flexibilidad, además de resiliencia para sobreponerse a estos casos.

La siguiente actividad podría ayudar a solventar el problema anterior al darle más relevancia al proceso de argumentación, sin salirse del marco establecido por la problemática del asunto sociocientífico y al mismo tiempo reforzar las partes del MAT que anteriormente se pudo evidenciar que presentaban dificultades. La intervención en este caso fue orientada a enseñar dónde y cómo acceder a fuentes de información pertinentes para la resolución de la problemática. Hay un mar de información ahí afuera, el maestro debe enseñar a filtrar este gran contenido en fuentes de información valiosa como bases de datos, portales oficiales o libros, que sirvan luego de referentes para ser usados por los estudiantes a modo de garantías o respaldos del MAT. Dejando esto en claro, la actividad tenía como objetivo que los estudiantes emitieran una hipótesis (Anexo 9) sobre el estado del embrión basados en referentes. Si bien se les instó a usar referentes científicos no se les impuso un autor o una fuente única. La diversidad de opiniones fue algo que se tuvo en cuenta para alejarse de una única idea o verdad absoluta, y poder ver que dentro de la misma ciencia hay diferentes posiciones, pero que se encuentran sustentadas desde el propio conocimiento científico.

La rejilla de la categoría de argumentación para este instrumento (Anexo 11) muestra la apropiación de los estudiantes de los modalizadores, algo que se evidenció también anteriormente. También aumentó el uso de respaldos y garantías sin que eso signifique que la dificultad desapareciera, aunque sí se ve un progreso sigue siendo un tema de atención. Esto puede apreciarse en la siguiente respuesta (Anexo 11):

«Sí, desde el inicio de la fecundación se es concebida una vida, es decir desde la unión de los gametos femenino y masculino se considera que el embrión está vivo, tal como la ratificó el Dr. Richard Gardner embriólogo de la Universidad de Oxford en la fecundación queda registrado el inicio del desarrollo del individuo, y que a partir de la primera división celular no se interrumpirá».

El estudiante usa una fuente externa representada en un embriólogo para defender su argumento, como una garantía, además de contar con un respaldo que es una premisa conocida como lo es la unión de los gametos. Si bien es básico, contiene todas las características del MAT, algo que hasta entonces no se había logrado.

En cuanto a la categoría de vida (Rejilla #3, Anexo 10) aún sigue vigente la idea del embrión como vivo, y parece surgir una característica de lo vivo que hasta ahora no era una tendencia, que es el del movimiento. Esto implica que la tensión sigue vigente y que se ha logrado que el estudiante siga buscando la construcción de un concepto. Ya ha abandonado la idea de vivo y no-vivo desde la fertilización y ha avanzado hasta un estado en el que debe haber alguna otra característica que permita vislumbrar un antes y un después entre lo no-vivo y lo vivo.

«Debemos tener en cuenta que para que se forme un feto se requiere un óvulo femenino y un espermatozoide masculino... y ambos deben estar vivos. Al producirse la fertilización, se crean nuevas células que curiosamente están vivas. [...] Todo tiene vida! Están compuestos por células (están vivos). Entonces, al juntarse un óvulo (célula eucariota) y un espermatozoide (otra célula eucariota) tienen la capacidad de formar un embrión, entonces SÍ ESTÁN VIVOS».

Del ejemplo anterior (Anexo 10) se ve cómo el movimiento o autopropulsión (Piaget, 1929; Velasco, 1991; Mahar, 2003) que pueden tener los gametos en sus medios pueden estar llevando al estudiante a asumir una idea de vida basado en otros criterios, aunque en esta oportunidad lo lleva a pensar que los gametos no son tan solo células, sino que poseen vida por sí mismas.

Las rejillas del maestro para las categorías (Anexo 15 y Anexo 16) muestran que la propuesta permitió un mayor entendimiento del MAT al reforzar aquellas partes del modelo con mayor dificultad y avanzar hacia una visión más compleja del concepto de vivo y no-vivo. Esto puede mostrar que la capacidad de resiliencia del maestro, de reponerse a resultados adversos en su praxis y tomar acción para ejecutar un cambio es algo deseable. Si en el punto anterior falló por una planeación deficiente o priorizar equívocamente un objetivo sobre otro, en este momento supo reponerse, encontrar los fallos de su propuesta y desarrollar una actividad para mejorar su propuesta. Lo que se denota es cómo el maestro se asume en contexto consciente de las oportunidades y las dificultades, resolviendo los problemas del mismo, encontrando posibilidades de acercamiento a los estudiantes, evidenciando así elementos del sujeto político presentes en su praxis.

Tercer momento: Caso cerrado

Luego de una sesión dedicada a la lectura y análisis de *La lógica de lo viviente* de François Jacob (1973) para agregar un referente más a la lista de los consultados por los propios estudiantes, esta vez desde la filosofía de la biología y sin necesariamente forzar una verdad absoluta; y de las discusiones, intervenciones y reflexiones que se habían dado anteriormente, el proceso había avanzado lo suficiente como para plantear una actividad que recogiera lo visto hasta entonces y me permitiera visibilizar la aprehensión de los conceptos por parte de los estudiantes, pero sobretodo del desarrollo de su capacidad para argumentar desde los conceptos científicos. En esta actividad denominada *caso cerrado* se dividió el salón en dos grupos quienes debían asumir una de las dos posiciones abordadas en el estudio de caso (Anexo 5) sobre el uso y desecho de embriones utilizando argumentos con base científica.



Imagen 6. Representante de uno de los grupos presentando un argumento.

Para la dinámica del juego de roles se estableció que cada grupo tenía un tiempo para hilar un argumento según el rol que tenían, así como un tiempo para presentarlo por medio de un representante. Luego el grupo contrario tuvo un tiempo para discutir en grupo y contraargumentar.



Imagen 7. Grupo construyendo un contraargumento.

Aunque se les pidió que estos argumentos fuera con base científica en muchas ocasiones viraron hacia otros derroteros, lo que no necesariamente significó algo negativo y en alguna medida ayudó a observar la complejidad de las discusiones científicas dentro de la sociedad y los diferentes campos como el cultural, económico o político que tocan las problemáticas en nuestra sociedad. De los principales argumentos no científicos que aparecieron cabe nombrar los relacionados con las normas morales de carácter religioso (Anexo 13), lo que se pudo deber por el contexto educativo que está influenciado por la religión católica y los valores judeocristianos.

A pesar de este aparente óbice, el proceso desarrollado y la problemática sociocientífica ayudaron a construir un concepto de lo vivo y no-vivo que tuviera en cuenta los conocimientos científicos y sus referentes. Como maestro pude ampliar las características de lo vivo (Mahar, 2003) para que los estudiantes pudieran construir a partir de estas y generando nuevas tensiones e inquietudes como la diferencia entre lo vivo y lo humano. La Rejilla #4 de la categoría de vida (Anexo 13) evidencia una tendencia hacia la jerarquización del concepto de vida, en el que a mayor grado de desarrollo mayor la connotación de vida que se le otorga. Esto parece mostrar un abandono de la actividad general como una característica de lo vivo, volviéndolo un concepto más complejo. Ejemplo de la anterior es lo dicho por los estudiantes cuando defienden que el embrión (Anexo 13) «Para nosotros es material biológico. ¿Qué quiere decir? No es feto todavía porque no está pegado a la pared uterina. Y [...] se considera un embrión porque está fecundado el óvulo con el espermatozoide, pero como decimos es un simple material biológico que puede resultar de unos experimentos y simplemente se puede desechar».

Volviendo ahora al instrumento del juego de roles y autoevaluándolo (Anexo 15), puedo ver que su aplicación permitió al estudiante asumir y defender una posición. También permitió evidenciar un progreso hacia la construcción de un nuevo concepto de vida diferente al inicial que correspondía a uno que partía del contexto religioso más que del conocimiento de las ciencias. El Asunto Sociocientífico es un debate abierto aún para la comunidad científica y en ese sentido no busqué como propósito dar punto final, ya que el conocimiento científico no es un producto acabado, sino por el contrario un proceso que se va transformando en el tiempo. Este era un conocimiento importante que quería enseñar a los estudiantes, que a pesar de que hubieran construido un nuevo concepto de vivo y no-vivo partiendo del conocimiento científico eso no implicaba que fuera la última verdad en el debate abierto o una verdad absoluta y el juego de roles ayudó a cumplir con este objetivo.

En cuanto a la argumentación (Rejilla 4, Anexo 14) se muestra que la propuesta del maestro logró al final una argumentación según el modelo de Toulmin (2007) mucho más completa, en donde se hace uso de garantías y respaldos de las intervenciones pasadas, así como la formulación efectiva de contraargumentos en forma de objeciones. Esto es importante resaltarlo ya que para formular un contraargumento es necesario encontrar huecos argumentales o falencias en la argumentación contraria. Esto quiere decir no ser persuadido por el argumento rival, comprender la intencionalidad y refutarla. Así mismo se da una participación activa del estudiante que asume su rol y lo defiende a través de argumentos.

En esta categoría, la aplicación del instrumento por parte del maestro (Anexo 16) tuvo por objetivo poner en juego la apropiación del Modelo de Argumentación de Toulmin (MAT), haciendo explícito en un escenario en vivo su concatenamiento de aseveraciones para soportar o refutar un argumento. En este sentido, el instrumento cumplió en tanto varios estudiantes mostraron un mayor dominio del MAT, si bien las dificultades persistían, estas estaban presentes en menor medida. Los estudiantes lograron usar el modelo para presentar sus

argumentos y para realizar objeciones con la meta de refutar a sus compañeros. También permitió al estudiante salir de su zona de confort para tomar una postura clara y usar argumentos desde el conocimiento científico para soportar tal postura. Puede que el maestro en este caso estuviera aparentemente a un lado, pero esto fue intencional al querer pasar la voz a los estudiantes quienes son los que asumen el papel activo para encontrar una solución a la problemática, quienes exponen sus argumentos haciendo explícito su concepción de mundo (Bortoletto & Pacheco de Carvalho, 2015), del que hace parte inseparable el concepto de vivo y no-vivo.

Cambios en la argumentación de los estudiantes	
Argumento 1	Se optó por esta técnica, ya que la tradicional genera destrucción de embriones. Esta técnica, por el contrario, nos da resultados sin necesidad de ir en contra de las ideas de la Iglesia
Argumento 2	En ambos casos consideramos que el propósito y el resultado son benefactores para una pareja que quiera tener un hijo sano. Aún así creemos que el segundo caso es más viable ya que evitamos el rechazo de esta técnica por parte de la Iglesia. De la misma forma, existiría más gente dispuesta a aplicarla
Argumento 3	Los embriones sí tienen vida, sin embargo, al no estar completamente desarrollado no lo consideramos una vida humana, ya que para serlo debe tener cierto grado de desarrollo
Argumento 4	En el caso 1, el autor está a favor del hombre y se ve evidenciado en algunos comentarios en el texto. Mientras que en el caso 2, el autor no plantea ninguna opinión y/o comentario
Argumento 5	Sí, desde el inicio de la fecundación se es concebida una vida, es decir desde la unión de los gametos femenino y masculino se considera que el embrión está vivo, tal como la ratificó el Dr. Richard Gardner embriólogo de la Universidad de Oxford en la fecundación queda registrado el inicio del desarrollo del individuo, y que a partir de la primera división celular no se interrumpirá
Argumento 6	Debemos tener en cuenta que para que se forme un feto se requiere un óvulo femenino y un espermatozoide masculino... y ambos deben estar vivos. Al producirse la fertilización, se crean nuevas células que curiosamente están vivas. [...] Todo tiene vida! Están compuestos por células (están vivos). Entonces, al juntarse un óvulo (célula eucariota) y un espermatozoide (otra célula eucariota) tienen la capacidad de formar un embrión, entonces SÍ ESTÁN VIVOS
Argumento 7	Para nosotros es material biológico. ¿Qué quiere decir? No es feto todavía porque no está pegado a la pared uterina. Y [...] se considera un embrión porque está fecundado el óvulo con el espermatozoide, pero como decimos es un simple material biológico que puede resultar de unos experimentos y simplemente se puede desechar

Tabla 3. Cambios en los argumentos elaborados por los estudiantes

V

Reflexiones finales de un maestro en formación

Los Asuntos Sociocientíficos son una apuesta tanto educativa como política dentro de las enseñanzas de las ciencias. Permite al docente la enseñanza del conocimiento científico estableciendo relaciones con la cultura, la política, lo social, etc; que derrumban la visión de una ciencia aséptica, sin relación alguna con su tiempo y contexto y con verdades únicas. Pero además del conocimiento científico permite plantear una apuesta política para el desocultamiento de sistemas de verdad, que una vez identificados pueden ser resistidos y controvertidos a través de acciones.

El maestro habita en el aula de clases pero no lo hace solo, junto a él están sus estudiantes que cohabitan ese espacio. Por lo mismo la formación del maestro como sujeto político se puede evidenciar a través de sus propios estudiantes y del proceso de enseñanza que decide traer al espacio áulico. En el diseño de la propuesta se evidencia una visión de ciencia y del conocimiento científico que puede ser tradicional (*cientificista*) o por el contrario complejo y que debe ser problematizado para entender su naturaleza, sus procesos y sus productos; y cómo estos afectan el día a día, la cotidianidad de sus estudiantes. Así mismo, el desarrollo de las diferentes habilidades y de los conocimientos que los estudiantes construyen a través del diseño del maestro van reflejando la formación política del docente. Nadie se emancipa solo ni emancipa a otros, sino que todos se emancipan en comunidad. Si el docente se emancipa junto a sus estudiantes y viceversa, entonces es posible analizar a estos últimos para encontrar en ellos la emancipación del docente, su formación como sujeto político, y una manera de hacerlo es deteniéndonos en la argumentación que hace visible cómo entiende el estudiante el mundo, si puede identificar los sistemas de verdad subyacentes para actuar frente a estos y si apropia la cultura científica, como una manera de pensar, actuar y habitar en el mundo.

El maestro existe en medio de tensiones creadas por el contexto en el que está inmerso y las directrices institucionales y ministeriales que buscan dirigir los contenidos y aprendizajes. Sin embargo, en esta tensión surge una oportunidad para que el maestro se reconozca como tal y actúe planteando una práctica de una manera liberadora, que le permita cumplir con sus objetivos de enseñanza y al mismo tiempo desarrollar potencialidades en los estudiantes para que asuman papeles activos en sus contextos.

El maestro de ciencias puede y debe involucrar y problematizar la política, la cultura, la moral o lo social en su práctica. Esta tarea no debe dejarse únicamente en manos de los docentes de humanidades, como se ha hecho usualmente, sino que puede articularse efectivamente a la práctica del maestro de ciencias, permitiendo establecer relaciones entre los diferentes campos a través de un Asunto Sociocientífico, que problematiza y ayuda a la formación del sujeto político.

Las ciencias se encuentran en la cotidianidad de estudiante y maestro, en constante retroalimentación con el contexto. Desconocer esta realidad es contraproducente ya que las aplicaciones y los productos de la ciencia se encuentran constantemente en discusión por sus repercusiones en la sociedad y es necesario formar ciudadanos con la capacidad para tomar decisiones y posturas desde el conocimiento y que además puedan identificar la intención detrás de acciones debido a que detrás de ellas se esconden sistemas de verdad preestablecidos. Un elemento que permite realizarlo es la aplicación de Asuntos Sociocientíficos que

problematicen el conocimiento científico y que sirva de vehículo para traer al aula de ciencias naturales aspectos sociopolíticos o culturales. De esta manera se puede superar la visión científicista de la ciencia, mientras se profundiza en el conocimiento científico como un proceso de enculturación que puede dar sentido a una visión de mundo mucho más compleja.

La Fertilización in Vitro como Asunto Sociocientífico permitió establecer relaciones con lo social, político, cultural o ético que se encuentran inmersas en el conocimiento científico y al mismo tiempo construir el concepto de vida y no-vida desde el conocimiento científico, pilar fundamental que atraviesa totalmente la enseñanza y la comprensión de la biología. Estas relaciones y la construcción del concepto de vida y no-vida pudo evidenciarse a través de los planteamientos de los estudiantes y los argumentos que construyeron durante la intervención en el aula. Las construcciones discursivas de los estudiantes permitieron ver en un primer momento la influencia del contexto en su conocimiento científico y por ende la tensión real de las ciencias con otros campos, manifestado en un concepto de vida que partía desde la concepción y la idea de la actividad general pero que logró complejizarse luego de la intervención del maestro y el ejercicio del Asunto Sociocientífico, que fue clave para subsanar las falencias encontradas en la literatura sobre la enseñanza del concepto de vida.

Los argumentos en el discurso de los estudiantes fueron útiles para evidenciar la apropiación de conocimientos y las tensiones presentes en el proceso. La argumentación fungió como puente en el proceso de adopción de la ciencia como una segunda cultura ya que la identificación de datos, argumentos y fallos argumentales a los cuales contraargumentar acercó al estudiante a la manera en que se hace conocimiento científico, lo que quizá no hubiese sido posible con un debate cerrado de sí o no en vez de uno abierto e inconcluso que pone en evidencia las diferentes prácticas políticas y ético-morales presentes en el contexto. Puestas en evidencias por medio de la argumentación, el estudiante entonces puede emanciparse al tomar acción frente a los nexos de saber-poder.

Es importante recalcar que el uso del Asunto Sociocientífico Fertilización in Vitro permitió afianzar en los estudiantes las características del Modelo de Argumentación de Toulmin, deteniéndose especialmente en las garantías y respaldos del mismo, siendo estos útiles para el desocultamiento de los sistemas de verdad preestablecidos.

La Investigación-Acción Participativa (IAP) fue una metodología pertinente para el presente ya que posibilitó romper con el tradicional binomio investigador-investigado para implicarse en el proceso e investigarse a sí mismo en la ejecución de su praxis. La IAP y la sistematización de la práctica permiten al docente realizar un trabajo metacognitivo que transforma su práctica en praxis. Una ejecución consciente y reflexionada de su intervención en el aula. Es una metodología valiosa para el maestro en formación ya que le permite abandonar la idea de un espectador neutral fuera del aula para reconocerse en un lugar y en un espacio específicos resignificando su práctica para transformar su quehacer en el espacio áulico, el cual interviene transformándose a su vez a sí mismo. La IAP y la sistematización permiten al maestro en formación pensar su práctica, porqué hace lo que hace y cómo lo hace, cuál es el sentido de aquello que lleva al aula. Esto le permitirá identificarse en su contexto y las dificultades, tensiones y posibilidades con las que cuenta. Se entiende y se asume como maestro, como sujeto político.

Por último, de acuerdo a lo expuesto en este trabajo se proponen los siguientes elementos que pueden aportar a evidenciar en la formación inicial del maestro de ciencias naturales la formación del sujeto político:

1. **La puesta en práctica de Asuntos Sociocientíficos** como elemento cohesionante de los conceptos disciplinares de las ciencias naturales con lo político, cultural, ético, social, etc. Los ASC le permiten problematizar la ciencia y su aplicación en el contexto escapando de verdades universales.
2. **El desarrollo de la argumentación** como elemento liberador por el medio del cual se desocultan nexos entre el saber y el poder, y que permite hacer frente a sistemas de verdad preestablecidos con acciones autónomas que transforman el contexto del sujeto.
3. **La Investigación-Acción Participativa** como elemento que le permite al maestro pensarse en un tiempo y espacio concretos, reconocer las tensiones que emanan de su práctica consciente en el contexto y construir un conocimiento válido desde su praxis e implicación mientras investiga y se transforma a sí mismo.

VI

Referencias bibliográficas

- Álvarez Camacho, J. P., Castro Cuéllar, M. E., Cuesta Quintero, G. S., & Virviescas Molina, L. M. (2013). *El maestro como sujeto político y sus implicaciones en el campo educativo y social. Caso Hogar Infantil Mariposas*. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/12293#XVITKbtRtjI.mendeley>
- Anisur Rahman, M. (1991). El punto de vista teórico de la IAP. En C. Borrero G (Ed.), *Acción y conocimiento: cómo romper el monopolio con investigación-acción participativa* (pp. 21–35). Cinep.
- Archila, P. A. (2014). Argumentación y educación en ciencias: vínculos con la alfabetización y la cultura científica. En A. Molina Andrade (Ed.), *Enseñanza de las ciencias y cultura: Múltiples aproximaciones* (pp. 103–121). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Arias Rodríguez, G. M., & Villota Galeano, F. F. (2007). De la política del sujeto al sujeto político. *Revista Ánfora*, 14(23).
- Bahar, M. (2014). A study of pupils' ideas about the concept of life. En *Kastamonu Eğitim Dergisi* (Vol. 11). Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/251808996>
- Bortoletto, A., & Pacheco de Carvalho, W. L. (2015). Temas sociocientíficos: análise dos processos argumentativos no contexto escolar. En L. M. Orquiza de Carvalho & W. L. Pacheco de Carvalho (Eds.), *Formação de professores e questões sociocientíficas no ensino de ciências* (pp. 250–270). Escrituras Editora e Distribuidora de Livros Ltda.
- Chassot, A. (2003). Scientific literacy: a possibility for social inclusion. *Revista Brasileira de Educação*, 22(22), 89–100. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782003000100009>
- Cobern, W. W., & Aikenhead, G. S. (1998). Cultural Aspects of Learning Science. In *International Handbook of Science Education*. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4940-2_3
- Díaz Moreno, N., & Jiménez Liso, M. R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias.*, 9(1), 54–70. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2012.v9.i1.04
- Escobar, M., Morales, M., & Ruiz, M. (2015). Una experiencia educativa sobre la problemática ambiental del agua de los cerros orientales: reflexiones y aportes desde la escuela. En *Formación de profesores y cuestiones sociocientíficas: Experiencias y desafíos en la interfaz universidad-escuela* (pp. 61–80). Recuperado de <https://docente.ifrn.edu.br/albinonunes/livros/formacion-de-profesores-y-cuestiones-sociocientificas>

- Fals Borda, O., & Anisur Rahman, M. (1991). *Acción y conocimiento* (C. Borrero G, ed.). Cinep.
- Fals Borda, O. (1991). Unos ingredientes básicos. En C. Borrero G (Ed.), *Acción y conocimiento: cómo romper el monopolio con investigación-acción participativa* (pp. 7–19). Cinep.
- Fleck, L. (1987). *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*. Alianza.
- Foucault, M. (1995). ¿Qué es la crítica? *Daimon Revista Internacional de Filosofía*, (11), 5–26. Recuperado de <https://revistas.um.es/daimon/article/view/7261>
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. Tierra Nueva.
- Freire, P. (1996). *Política y educación*. México: Siglo XXI.
- Gómez Galindo, A. A., Sanmartí, N., & Pujol Villalonga, R. M. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 25(3), 325–340.
- Guimarães, M. A., & Pacheco de Carvalho, W. L. (2015). A vida começa aos quatorze: discurso de licenciandos em biologia sobre o início da vida humana no contexto das pesquisas com células-tronco embrionárias. En L. M. Orquiza de Carvalho & W. L. Pacheco de Carvalho (Eds.), *Formação de professores e questões sociocientíficas no ensino de ciências* (pp. 353–373). Escrituras Editora e Distribuidora de Livros Ltda.
- Heisenberg, W. (1985). *La imagen de la naturaleza en la física actual*. Barcelona: Ediciones Orbis.
- Henao Sierra, B. L., & Palacio Mejía, L. V. (2013). Formación científica en y para la civilidad: Un propósito ineludible de la educación en ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 9(1), 134–161. Recuperado de <http://tesis.udea.edu.co/handle/10495/7477>
- Hernández Ramírez, I. E. (2015). Platón: una paideia para la areté y la polis. *Actas del Tercer Congreso de Filosofía de la Educación*, 3. Recuperado de <http://filosofiaeducacion.org/actas/index.php/act/article/view/108>
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*. <https://doi.org/10.1080/09500690305021>
- Hodson, D. (2004). Going Beyond STS: Towards a Curriculum for Sociopolitical Action. *The Science Education Review*, 3(1), 2–7. Recuperado de <https://eric.ed.gov/?id=EJ1057995>
- Hoyos, N. (2016). *El rol del profesor desde su concepción de ciencia: aportes a la construcción de sujeto político* (Universidad del Valle).
- Jacob, F. (1973). *La lógica de lo viviente*. Tusquets Editores.

- Jara Holliday, O. (2006). *La sistematización de experiencias y las corrientes innovadoras del pensamiento latinoamericano-Una aproximación histórica*.
- Jara Holliday, O. (2001). *Dilemas y desafíos de la sistematización de experiencias*. Centro de Estudios y Publicaciones Alforja.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Graó.
- Latour, B. (1991). Joliot: punto de encuentro de la historia y de la física. En M. Serres (Ed.), *Historia de las ciencias* (pp. 553–574). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1024805>
- Molina Andrade, A. (2007). Relaciones entre contexto cultural y explicaciones infantiles de las adaptaciones vegetales. *Nodos y Nudos*, 3(23), 76–87. <https://doi.org/10.17227/01224328.1323>
- Molina Andrade, A., Niño El-Hani, C., & Sánchez Arteaga, J. (2014). Enseñanza de las ciencias y cultura: Múltiples aproximaciones. En A. Molina Andrade (Ed.), *Enseñanza de las ciencias y cultura: Múltiples aproximaciones*
- Mondelo Alonso, M., Martínez Losada, C., & García Barros, S. (1998). Criterios que utilizan los alumnos universitarios de primer ciclo para definir ser vivo. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 16(3), 399–408.
- Piaget, J. (1929). *Child's Conception of the World*. <https://doi.org/10.4324/9781315006215>
- Posada Gómez, P. (2010). *Argumentación, teoría y práctica manual introductorio a las teorías de la argumentación* (2a. ed.). Cali: Programa Editorial Universidad del Valle.
- Quiceno Serna, Y., & Vélez Pérez, A. (2011). *La argumentación y el carácter interdisciplinario de los asuntos socio-científicos y su aporte a una formación en y para la civilidad*. Universidad de Antioquia.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*. <https://doi.org/10.1002/tea.20042>
- Savater, F. (2000). El valor de educar en la sociedad de la información. *Tabanque: Revista Pedagógica*, 12, 185–194. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=127605>
- Schrödinger, E. (1983). *¿Qué es la vida?* Tusquets editores.
- Torres Carrillo, A. (1999). La sistematización de experiencias educativas: Reflexiones sobre una práctica reciente. *Pedagogía y Saberes*, (13), 5–15.

- Valencia González, G. C., Cañón Flórez, L., & Molina Rodríguez, C. A. (2008). *Educación cívica y civilidad: Una tensión más allá de los términos*. *Pedagogía y Saberes*, (28), 81–90. <https://doi.org/10.17227/01212494.30pys81.90>
- Velasco, J. M. (1991). *¿Cuándo un ser vivo puede ser considerado animal?* *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 9(1), 43–52.
- Vera Morales, Y. (2016). *Asunto sociocientífico: una manera para fortalecer la construcción de explicaciones a partir del estudio de casos - cáncer de mama* (Universidad del Valle). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10893/9482>
- Vessuri, H. (2002). *De la transferencia a la creatividad. Los papeles culturales de la ciencia en los países subdesarrollados*. *Polis. Revista Latinoamericana*, (3). Recuperado de <https://journals.openedition.org/polis/7672>

Anexos

Anexo 1

Noticia empleada en clase

El bebé con ADN de tres personas diferentes nacido mediante una nueva técnica de fertilización¹¹



En New Scientist se habla de una nueva técnica que ha permitido que nazca un bebé con ADN de tres personas diferentes. Padre, madre y... donante. El objetivo era evitar que el bebé naciera con el síndrome de Leigh, un trastorno genético que ya había afectado a dos hijos previos de la pareja, que habían muerto por esa causa.

La noticia es bastante llamativa aunque no es tan novedosa; de hecho lo único novedoso es la técnica usada. Ya existían casos similares en los que se había planteado bebés de dos madres biológicas y en la Universidad de Newcastle consiguieron en 2008 el primer embrión de un padre y dos madres.

Normalmente para hacer esto y evitar los defectos genéticos de una madre se fecundarían los óvulos de las dos donantes con el esperma del padre para luego –antes de que comience la división celular– realizar una transferencia nuclear celular. Esta técnica consiste en tomar el núcleo del ovocito de la donante (que está sano) para reemplazar el de la madre, que se descarta. Esto se hace con varios embriones a ver si hay suerte y alguno se desarrolla con normalidad; de ser así se implanta en la madre y listo: nueve meses después nace un bebé sano.

Sin embargo, por motivos religiosos (la pareja es musulmana y se opone a la destrucción de embriones) se empleó otra técnica: insertar el núcleo del ovocito de la madre en el ovocito de la donante para luego fertilizarlo con el esperma del padre. De ese modo –me imagino– lo que sobra no llega a ser considerado «embriones» (desde el punto de vista ético-religioso)

¹¹ Tomado de <https://www.microsiervos.com/archivo/ciencia/bebe-adn-tres-personas-nueva-tecnica.html>

sencillamente porque no están fertilizados. Aun así queda un 1% de genes potencialmente «peligrosos», pero son muy pocos como para llegar a ser un problema.

La historia tiene además un poco de culebrón por el tema religioso y por la intervención de diversos comités éticos aprobando unas técnicas y no otras según los países. Al parecer aunque la pareja (jordana) y la donante viven en el Reino Unido, donde la técnica usada es ilegal aunque la de transferencia nuclear celular está admitida. El caso es los padres y los médicos del New Hope Fertility Center tuvieron que irse a México, donde la legislación al respecto es más laxa, para llevar a cabo el proceso. El trabajo donde se explica este avance se publicará y presentará en el congreso de la American Society for Reproductive Medicine el mes que viene – pero el bebé ya está ahí.

Anexo 2

Cuestionario



Cuestionario #1

Discute y escribe en grupo las siguientes preguntas:

1. ¿En qué consiste la nueva técnica y por qué es innovadora?
2. ¿Por qué se optó por esta técnica y no por una más tradicional?
3. ¿Qué ocurre con los embriones en ambos casos, y con aquellos que *no corren suerte*?
4. ¿Cuál es la posición del grupo en relación al uso de embriones en ambos casos?
5. ¿Afecta la religión y/o la legislación el desarrollo de técnicas de fertilización in vitro?

Anexo 3

Rejilla #1 Categoría Vida

Categoría: Concepto de vida		
Para la aplicación de este instrumento se les dio a los estudiantes una noticia sobre el desarrollo de una nueva técnica que permite el nacimiento de un bebé sano usando el ADN de tres personas. La noticia pone en juego el hecho de que la ciencia no se produce de manera aislada a los contextos y que se ve afectado por creencias religiosas o legislaciones. La pregunta que se usó para hacer explícita el concepto de vida de los estudiantes luego de la lectura de la noticia fue «¿Qué ocurre con los embriones en ambos casos y con aquellos que <i>no corren suerte</i>»		
Citas	Análisis	Tendencias
En ambos casos los embriones se fecundan y los que no corren suerte, mueren!	En su respuesta los estudiantes mencionan que aquellos embriones que «no corren suerte», es decir que son desechados, mueren. Esto da a entender, ya que en ambos casos se parte de la fertilización de los óvulos, los embriones poseen vida y que en uno de estos procedimientos es donde se termina con esta. Piaget (1929) explica que la primera etapa de la concepción de vida se relaciona en los niños con la idea de la actividad en general. En este sentido los estudiantes podrían estar en la fase más temprana del desarrollo de este concepto, pudiendo pensar que algo está ocurriendo. La división celular temprana podría asumirse en los estudiantes como está actividad en general o como algún tipo de crecimiento (Mahar, 2003) o incluso como un tipo de movimiento (al dividirse las células van ocupando más espacio) que llevará a pensar que el embrión está vivo	Los estudiantes consideran a los embriones como seres vivos a partir del momento de la fertilización.
Se optó por esta técnica, ya que la tradicional genera destrucción de embriones. Esta técnica por el contrario, nos da resultados sin necesidad de ir en contra de las ideas de la Iglesia	Los estudiantes hacen el uso de la palabra destrucción que no necesariamente implicaría que el embrión está vivo. Se pueden destruir objetos o cosas no vivas. Sin embargo, se complementa la frase mencionado las ideas de la iglesia y de actuar o no en contra de ese tipo de pensamiento. El contexto cultural de los estudiantes está marcado fuertemente por un entorno católico que permea su habitar en el colegio. La concepción de vida y no vida en este caso va más allá del concepto científico en los estudiantes y se vincula con aquello que son capaces de tomar de su contexto, como es el caso del ambiente que los rodea en un colegio católico. Apoyando esta concepción puede estar presente un pensamiento sobre lo que Piaget (1929) llama actividad general. Un crecimiento (Mahar, 2003) celular luego de la concepción, correspondiente a una de las primeras etapas de desarrollo del	

	concepto de vida.
Lo que sobra no llega a ser considero embriones sencillamente porque no están fertilizados	En primer lugar, encontramos que los estudiantes no consideran lo que alcanza a desecharse sean embriones ya que no estarían fertilizados. Al no haber fertilización no habría división celular. Se asume que no hay una actividad en general o algo sucediendo que pudiera asociarse a lo vivo, siendo esta la fase más temprana de la conceptualización de vida para Piaget (1929). La fertilización, y la división celular que se desencadena, también podría asociarse a un crecimiento lo que para Mahar (2003) es una característica de lo vivo.

Anexo 4

Rejilla #1 Categoría Argumentación

Categoría: Argumentación		
Para la aplicación de este instrumento se les dio a los estudiantes una noticia sobre el desarrollo de una nueva técnica que permite el nacimiento de un bebé sano usando el ADN de tres personas. La noticia pone en juego el hecho de que la ciencia no se produce de manera aislada a los contextos y que se ve afectado por creencias religiosas o legislaciones. La pregunta para este caso fue «¿Cuál es la posición del grupo en relación al uso de embriones en ambos casos?»		
Citas	Análisis	Tendencias
«No estamos de acuerdo. Porque prefieren pagar por una fecundación in vitro en vez de adoptar»	Los estudiantes hacen en este caso una afirmación directa. Oponiéndose a los dos casos presentados en la noticia. Siguiendo el esquema de la argumentación propuesto por Toulmin (2007) en este caso los estudiantes parten de los datos, que en este caso es la noticia. No hay en este caso un modalizador, ya que la frase es contundente y directa. La frase se ajusta mucho más a una objeción que realmente a una conclusión. Podría tomarse el hecho de proponer la adopción antes que la fecundación como un principio para explicar el hecho, en este caso sería una garantía según el esquema, pero este no tendría respaldo. En este sentido la argumentación de los estudiantes no es completa al carecer de soportes para su afirmación, siendo más una alternativa u objeción a lo visto en la noticia. La argumentación hace explícita las concepciones de mundo (Bortoletto & Pacheco de Carvalho, 2015), incluidas las tensiones ético morales. La oposición y objeción a los procedimientos pueden surgir del contexto educativo en el que están inmersos los estudiantes. En este contexto de carácter católico la vida surge desde la fertilización, por lo que surgen tensiones alrededor de los usos de las técnicas de fertilización in vitro. La idea de la adopción también puede basarse en tensiones éticas al margen de la religión, tal como la posible injustificación de desarrollar técnicas de alto costo cuando ya hay seres humanos (seres vivos) que no cuentan con padres, por lo que podría hacerse un uso razonable de tales fondos.	Los estudiantes no logran completar el Modelo de Argumentación de Toulmin, si bien en ocasiones logran cumplir con varias de sus características. Logran presentar modalizadores y respaldos. Su argumentación es incompleta ya que no ofrecen garantías (reglas, leyes o principios) o confunden las conclusiones con objeciones.

«La posición del grupo es que es beneficiosa en algunos casos como cuando se utiliza para evitar una enfermedad o anomalía en el bebé. Pero consideramos que de no regularse la inseminación in vitro, puede reemplazar en cierta medida la creación natural de una vida, ya que muchas personas lo usarán para cambiar cosas tan superficiales como el aspecto físico. Por tanto se deben crear requisitos para poder acceder a estas técnicas.»	La aseveración de los estudiantes es positiva sobre el uso de la técnica. Usan así mismo lo que Toulmin (2007) llama un modalizador que define el nivel de intensidad de la afirmación, en este caso esto se manifiesta cuando los estudiantes aclaran que se refieren a unos casos concretos (enfermedad o anomalía). Los estudiantes hacen referencia a una posible consecuencia de la no regularización de la Fertilización in vitro, en este caso que fuera usada para cosas superficiales, lo que podríamos ubicar en el Modelo de Argumentación de Toulmin (MAT) como un respaldo, ya que parte de un supuesto de premisa conocida. Aunque la sucesión de razonamientos en este caso se acerca buenamente a la argumentación al contar con varios de los componentes del MAT, si bien no es completo. Puede que en los estudiantes esté presente una tensión sobre la intervención del embrión ya que no todos los casos son moralmente justificados, como las intervenciones estéticas, pero sí para prevenir o curar enfermedades y malformaciones tempranas. El proceso de argumentación permite hacer explícitas visiones del mundo, incluidos los aspectos eticomorales de los estudiantes (Bortoletto & Pacheco de Carvalho, 2015). Para ellos no es moralmente aceptable reemplazar los procesos naturales de los que surge la vida a menos que haya una razón de peso para hacerlo.
«En ambos casos consideramos que el propósito y el resultado son benefactores para una pareja que quiera tener un hijo sano. Aún así creemos que el segundo caso es más viable ya que evitamos el rechazo de esta técnica por parte de la Iglesia. De la misma forma, existiría más gente dispuesta a aplicarla»	De la respuesta de los estudiantes se puede ver que una vez más aparece un modalizador que regula la intensidad de su afirmación, que es positiva. Mencionan una premisa conocida como es el rechazo de la Iglesia a este tipo de procedimientos, señalando que la segunda técnica sería aceptada por esta institución. Según el MAT (Toulmin, 2007) podríamos estar ante un respaldo (algo de público conocimiento anteriormente) que refuerza la posición del grupo. Los aspectos ético-morales pueden hacerse explícitos a través de la argumentación (Bortoletto & Pacheco de Carvalho, 2015) como en este caso ya que los estudiantes dan gran importancia al punto de vista de la Iglesia, lo que así mismo demuestra la gran influencia en el entorno de los estudiantes pues la posición que esta entidad manifieste es tomada en cuenta por los estudiantes en su visión de mundo y afecta su toma de decisiones. Sin embargo, no se cumple con todas las

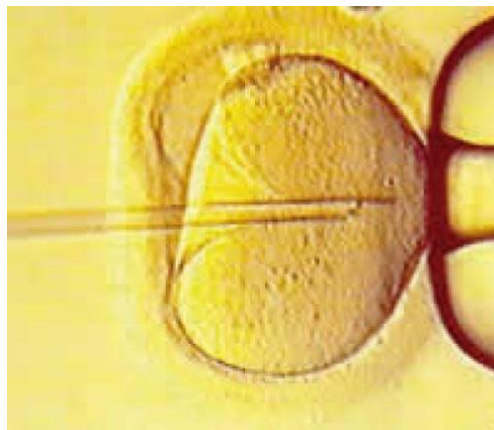
	características del MAT tales como las garantías (leyes o principios).	
--	--	--

Anexo 5

Dos casos de fertilización in vitro¹²

CASO N°1. Año 2000. Una mujer inglesa debe someterse a un tratamiento contra el cáncer. Antes de quedar estéril, se le extraen sus óvulos y se fecundan con espermatozoides de su marido. Los embriones generados se guardan a la espera de que la mujer se recupere, para poder implantárselos. No se les puede negar a unos padres la posibilidad de disfrutar de la paternidad a consecuencia de una enfermedad, sobre todo cuando existen técnicas médicas que permiten salvar ese escollo. Los padres tienen derecho a ser padres, por encima de las dificultades que les plantee la naturaleza.

Año 2002: La pareja se divorcia, y el exmarido pide la destrucción de los embriones: En las actuales circunstancias ya no desea ser padre. Con el mismo argumento, pero usado en sentido contrario, se niega ahora a que los embriones se implanten en el útero de su exmujer. *"Quiero ser capaz de elegir cuándo y con quién quiero ser padre"*, argumenta el hombre, con toda lógica. La pareja entabla un contencioso judicial que acaba en el año 2007, cuando el Tribunal Europeo de Derechos Humanos da la razón al exmarido. La legislación inglesa requiere el consentimiento de ambos padres para realizar la implantación de los embriones congelados. Y obliga a su destrucción, una vez transcurridos cinco años. Esto es lo que ha ocurrido finalmente, privando a la mujer de la posibilidad de ser madre jamás. Y destruyendo de paso la vida de todos los hijos que tenía en suspensión vital, en el ostracismo de un tanque de nitrógeno líquido a -196° C.



CASO N° 2. Un matrimonio americano, tras varios intentos fallidos de embarazo por vía natural, recurren a técnicas de fecundación in vitro. Como resultado surgen 9 embriones, y se le implantan dos a la mujer. Por desgracia, no llegan a término y se produce un aborto espontáneo. Un par de años después, el matrimonio se divorcia. Entre los bienes a repartir están sus siete embriones tenidos en común, que se encuentran a la espera de destino. La mujer quiere que se los implanten. El marido trata de impedirlo, con el argumento de que son un simple material biológico, y que de ser implantados en su exmujer le convertirían a él en padre sin desearlo (un cierto modo de "violación a la inversa"). Por la misma razón que se puede recurrir a la técnica cuando uno desea tener un hijo, aunque la naturaleza no lo permita, se puede uno negar a la paternidad cuando cambian las circunstancias, y utilizar dicha técnica en sentido contrario.

Un juez considera válido el criterio de que los embriones congelados son seres humanos, y otorga la custodia de los mismos a la madre. Pero más al poco tiempo, la mujer se casa de nuevo y decide que ya no quiere tener a esos hijos fecundados con espermatozoides de su exmarido. Como es lógico, prefiere intentar tener otros con su nuevo esposo. Por lo que como los embriones ya no le sirven, decide donarlos a otras parejas estériles que los puedan aprovechar. Mientras tanto, el exmarido había recurrido la sentencia que le daba la custodia de los embriones a la mujer, consiguiendo finalmente un fallo favorable, sobre la base de que "sería repugnante" que el hombre tuviera que soportar las consecuencias psicológicas de su paternidad forzada, fueran cuales fueran las circunstancias. Ahora ambos son co-custodios del destino de sus embriones congelados.

¹² Tomado de <http://www.bioeticahoy.com.es/2010/03/dos-casos-de-fecundacion-in-vitro.html>

Anexo 6

Lineamientos de discusión para los estudios de caso



Estudio de caso

Reflexiona y discute en clase. Puedes guiarte por los siguientes lineamientos generales

1. Posición del autor/editor frente a cada caso
2. La postura de las madres y los padres
3. Estado de vivo o no-vivo del embrión
4. Papel de la fecundación
5. Quién posee el material genético

Anexo 7

Rejilla 2 Categoría Vida

Categoría: Concepto de vida		
El instrumento de esta rejilla involucra fuertes escenarios ético-morales que se ponen en juego en dos casos similares con resultados diferentes. El concepto que se maneja en los dos casos sobre lo vivo y no vivo determinan como resultado juicios diferentes. Además, se aprovechó para introducir un aspecto que es el de la intencionalidad tras los textos. Aquí se presentan las reflexiones de los estudiantes sobre el estado de vivo o no vivo del embrión de acuerdo a lo discutido en la clase en relación al texto.		
Citas	Análisis	Tendencias
Me parece injusto que a la mujer le priven la posibilidad de ser madre y de paso destruir vida de embriones que tenían suspensión vital	Los estudiantes escriben claramente que desechar los embriones es destruir vida. La idea de la suspensión trae a colación que se han detenido procesos tales como el crecimiento o todo movimiento que son características de lo vivo (Piaget, 1929; Mahar, 2003). No hay actividad alguna en este estado. Los estudiantes podrían estar asociando a los embriones congelados con estados de vida latentes semejantes a los encontrados en semillas o huevos (Mahar, 2003). El pensamiento de la vida en latencia puede estar dándose por el hecho que puede reactivarse el desarrollo embrionario al implantarse en un ambiente óptimo, lo que reiniciaría la división celular.	Los estudiantes asumen los embriones como seres vivos, pero no como seres humanos.
La posición de las madres es más por tratar de salvar los embriones y que en realidad sean fecundados para que puedan ser madres y cubrir la necesidad de la maternidad	Los estudiantes claramente asumen al embrión como ser vivo al dar su apreciación de que estos serían salvados de una muerte, aunque luego mencionan que los mismos no han sido fecundados. La posibilidad de una división celular posterior, es decir, a un desarrollo embrionario posible podrían provocar la idea en los estudiantes de que ocurrirá un crecimiento o que se gestará algún tipo de actividad en los embriones que permitirán luego actividades fisiológicas (Piaget, 1929; Mondelo <i>et al</i> , 1998; Mahar 2003)	

El embrión se considera vivo ya que tiene todas las características para ser fecundado en un vientre	En este caso los estudiantes dan a entender que los embriones se consideran vivos al contar con todas las características para desarrollarse en el vientre materno. Varios autores (Piaget, 1929; Velasco, 1991; Mahar, 2003) señalan el movimiento como una de las principales características que estudiantes asignan a los seres vivos, pero en un estado temprano como el del embrión esto no sucede. Mahar (2003) menciona otras características como la nutrición, el crecimiento, la respiración, la reproducción, la irritabilidad y la excreción que pueden darse parcialmente o en su totalidad en estas etapas. Jacob (1999) menciona la capacidad de reproducción como una de estas características. Apesar que muchas de estas características no se cumplen en los estudiantes podría estar sucediente que estos piensen que algo está ocurriendo, una actividad general como apunta Piaget (1929) o la posibilidad de desarrollar estas características a posteriori.
Los embriones sí tienen vida, sin embargo al no estar completamente desarrollado no lo consideramos una vida humana, ya que para serlo debe tener cierto grado de desarrollo	Los estudiantes asumen al embrión como un ser vivo, sin embargo, tal vez por el estado temprano de desarrollo no lo piensan como un ser humano. Velasco (1991) en su trabajo encontró que se le da una mayor calificación de vida a vertebrados grandes que a invertebrados o pequeños seres vivos, lo que puede explicar la respuesta intermedia de los estudiantes al pensar que tienen vida, pero no son humanos. En el estudio de Mondelo et al. (1998) se señaló siempre al individuo de la especie humana con la mayor calificación de vida. Podría ser esto muestra de un conflicto en los estudiantes al otorgarle características de vida al embrión, pero no considerarlo suficientemente vivo como para ser un humano. Mencionan el hecho de tener mayor grado de desarrollo la característica para definir si es humano o no. Nótese entonces que a mayor desarrollo adquiere una mayor connotación de vivo, por lo que puede subyace una idea de mayor actividad o movimiento como la que señala Piaget (1929) o una mayor capacidad de reaccionar ante el medio como lo señala Mahar (2003). Al estar en un estado temprano los estudiantes pueden estar pensando que no todas estas características se cumplen o se cumplen de manera parcial por lo que se les dificulta asignarle con certeza y totalidad la categoría de vivo (o no) al embrión.

Es un ser vivo y posible ser humano, pero no ha completado un proceso que lo declare humano dado que este no ha tenido vínculos afectivos y de desarrollo físico	Nuevamente se hace hincapié en el embrión como ser vivo y no como un ser humano. Tal como se ha dicho anteriormente, en <i>Mondelo et</i> (1998), los estudiantes dieron una mayor calificación de vivo a seres humanos, otros estudios señalan a los grandes vertebrados como la calificación de ser vivo. El conflicto en los estudiantes se hace más general con este caso y no algo específico.	
--	---	--

Anexo 8

Rejilla 2 Categoría Argumentación

Categoría: Argumentación		
El instrumento de esta rejilla involucra fuertes escenarios ético-morales que se ponen en juego en dos casos similares con resultados diferentes. Ambos casos involucraban un juicio legal en donde una pareja se dispone a implantar o desechar los embriones dependiendo del resultado del proceso legal. Así mismo se trató con los estudiantes las intencionalidades ocultas que pueden tener los textos y los autores que los crean. En este caso se les pidió a los estudiantes reflexionar sobre la posición del autor en cada caso.		
Citas	Análisis	Tendencias
«La posición del autor en el caso #1 es a favor de la fertilización in vitro, como él dijo "no se le puede negar a unos padres la posibilidad de disfrutar la paternidad a consecuencia de una enfermedad. [...] le parece injusto que a la mujer le priven la posibilidad de ser madre y de paso destruir vida de embriones que tenían suspensión vital»	La argumentación es una actividad dialéctica, en la que se presentan razones ante un otro para persuadirlo (Posada, 2010). En un texto un autor presenta un tejido de razones que dan peso a su argumento con el fin de que el otro los acepte, de convencer. Cuando es posible identificar la intencionalidad detrás de un texto es posible actuar ya sea en oposición o a favor. Es por ello que es importante identificar los nexos de saber-poder y la argumentación es una manera de hacer visible esa relación que muchas veces ya viene preestablecida (Freire, 1970; Foucault, 1996) y se encuentra subyacente en los sistemas de verdad (Henao & Palacio, 2013). En este caso el estudiante logra identificar una supuesta posición del autor y halla en el texto una frase que puede dar sustento a su identificación. El estudiante no encuentra sin embargo una intención en relación al concepto de vida. El texto está orientado a convencer al lector que los embriones poseen vida y que desecharlos es destruir vida. Si bien el estudiante hace un intento de descubrir una intencionalidad subyacente, se decanta por la fertilización in vitro y su uso cuando esta técnica no es cuestionada en el texto, sino el destino de los embriones. Para Foucault (1999) poder identificar los nexos saber-poder, es decir las verdades preestablecidas y conceptos subyacentes, permitiría "abrir los ojos" y actuar, es decir, liberarse.	Los estudiantes no logran identificar las intencionalidades subyacentes en el texto, así como los posibles nexos saber-poder dentro del mismo.

«La posición de autor en el primer caso es neutra gracias a que cuenta los sucesos poniendo los pro y contra de cada situación.»	Teniendo en cuenta que hay conceptos subyacentes que pasan muchas veces desapercibidos pero que de una u otra manera terminan por afianzar sistemas de verdad preestablecidos (Freire, 1970; Foucault, 1996), es claro que no hay texto neutral, o al menos en su totalidad. En este caso se presentó ante los estudiantes dos casos similares en el que el autor intenta convencer a través del texto de que los embriones son poseedores de vida y no de lo contrario. En este caso el estudiante ha sido incapaz de identificar tal intencionalidad, que no es explícita, pero se puede notar en el uso del lenguaje y en la manera en que expone sus aseveraciones. Es necesario pues desarrollar la capacidad de argumentar en ellos para que puedan identificar los nexos de poder que están inmiscuidos en el saber y sus textos, que puedan construir criterios liberadores y "abran los ojos" (Foucault, 1999).
«En el caso 1, el autor está a favor del hombre y se ve evidenciado en algunos comentarios en el texto. Mientras que en el caso 2, el autor no plantea ninguna opinión y/o comentario.»	Nuevamente se da el caso que el estudiante detecta lo que supone una intencionalidad e identifica ciertos comentarios o frases del texto que parecen orientarlo hacia una posición; así mismo plantea una supuesta neutralidad para uno de los dos casos presentados. Sin embargo, no logra identificar la posición global del autor que en relación a la destrucción o no de los embriones y si estos poseen o no vida. Los conceptos subyacentes en el texto continúan estando ocultos para el estudiante y así como los posibles nexos propios de sistemas de verdad preestablecidos que puedan acompañarlo (Freire, 1970; Foucault, 1996). Esto significa que el estudiante no sería autónomo y no tendría todas las herramientas necesarias para poder actuar en su entorno y cambiarlo

«En el primer caso el editor/autor está de acuerdo con la madre, debido a que considera que la madre no se le debería privar la oportunidad de la maternidad. En el 2do caso, el autor está a favor del padre, y esto se puede notar cuando aclara "En cierto modo sería una violación a la inversa", tornando esta situación a favor del padre.»	Los estudiantes dicen encontrar una posición del autor y respaldan su aseveración en citas textuales. Sin embargo, no logran vislumbrar la intencionalidad del autor sobre el concepto de vida alrededores de los embriones. No identificar las intencionalidades ocultas, o los conceptos subyacentes en los textos les podría impedir resistirse a los sistemas de verdad preestablecidos en la sociedad. Es decir que se les dificultaría ser autónomos, liberados, y actuar conforme a eso (Freire, 1970; Foucault, 1996).	
---	---	--

Anexo 9

Instrumento para formulación de hipótesis



Mi Hipótesis

¿Están los embriones vivos?

Ten en cuenta lo tratado en clase, consulta y plantea una hipótesis. Tráela en la próxima sesión y discute con tus compañeros:

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins or other markings on the paper.

¡Argumenta desde lo que opinas y lo que opinan otros autores!

Anexo 10

Rejilla 3 Categoría Vida

Categoría: Concepto de vida		
Para este instrumento se pidió a los estudiantes la consulta de fuentes externas cuya consulta junto a lo visto en clase debería ayudarlos en la creación de una hipótesis propia sobre el estado de vivo o no vivo de los embriones. La consulta de fuentes daría apoyo al argumento de los estudiantes que deberían explicar y defender en el texto. Concretamente los estudiantes deberían crear sus posiciones respondiendo a la pregunta «¿Están vivos los embriones?»		
Citas	Análisis	Tendencias
Desde la opinión personal opino que los embriones están vivos pero no son más que células. Dado a que para que sean considerados seres humanos se necesita estar dentro de la matriz de la madre hasta determinado mes de gestación	Para los estudiantes los embriones están vivos, pero no son calificados más que unas cuantas células y no como humanos. Autores como Mondelo et al (1998), o Velasco (1991) muestran que se tiende dar la máxima calificación de vida a seres humanos o grandes vertebrados. La respuesta de los estudiantes muestra un conflicto según esto ya que no parece ser claro para ellos qué tan vivos están los embriones. Se afirma que poseen vida pero que no pasan a ser más que unas células, y por ende no son seres humanos. La contradicción de los estudiantes puede darse por el estado temprano de desarrollo en el que no puede apreciarse varias de las características mencionadas por Mahar (2003) (nutrición, el crecimiento, la respiración, la reproducción, la irritabilidad, excreción). Puede que para los estudiantes sea claro que algo está ocurriendo y por eso lo catalogan como vivo, recayendo en la primera categoría de lo vivo para Piaget (1929), de la actividad en general, pero no lo suficientemente vivo por ejemplo por no poseer un movimiento o autopropulsión.	Los estudiantes asumen al embrión como vivo, pero no lo suficiente para ser un ser humano. La idea de movimiento aparece como característico de lo vivo

Sí, desde el inicio de la fecundación se es concebida una vida. Es decir, desde la unión de los gametos femenino y masculino se considera que el embrión está vivo	Se hace mención a la unión de los gametos como un factor importante. En este caso puede que se esté pensando en una actividad general, el movimiento o el crecimiento celular para llegar a tal afirmación ya que luego de la unión de estos se genera un proceso de división celular y desarrollo. Este proceso es previo a la formación del embrión, y continúa luego de esta. Además, el gameto masculino tuvo que desplazarse para fecundar el óvulo por lo que hay una idea de movimiento implícita y de crecimiento o actividad que en muchos casos se relaciona con lo vivo (Piaget, 1929; Mondelo <i>et al</i>, 1998) y que podría estar presente en el momento de responder por parte de los estudiantes. Importante también traer a colación el contexto en el que se encuentran inmersos los estudiantes. Su aprendizaje ocurre en un marcado contexto religioso de carácter católico donde está presente el discurso del surgimiento de la vida desde el momento de la fecundación que es el mismo que aparece en este caso.	
---	--	--

Debemos tener en cuenta que para que se forme un feto se requiere un óvulo femenino y un espermatozoide masculino... y ambos deben estar vivos. Al producirse la fertilización, se crean nuevas células que curiosamente están vivas. [...] Todo tiene vida! Están compuestos por células (están vivos). Entonces, al juntarse un óvulo (célula eucariota) y un espermatozoide (otra célula eucariota) tienen la capacidad de formar un embrión, entonces SÍ ESTÁN VIVOS	Una de las características de la vida para Mahar (2003), y la principal para Jacob es la capacidad de reproducirse. Ni el óvulo ni el espermatozoide se consideran como tales seres vivos con la capacidad (información genética) para hacerlo por sí mismos. Varios autores señalan el movimiento o la autopropulsión (Piaget, 1929; Velasco, 1991; Mahar, 2003) como una de los principales motivos que llevan a los estudiantes a pensar que algo está vivo o no. El espermatozoide al moverse en su medio puede que dé la idea a los estudiantes de que este posee vida y que por tanto lo que deriva de él está vivo. La referencia a las células muestra un acercamiento a la teoría celular y a los diferentes procesos que ocurren dentro de la célula. Estos procesos podrían estarse asumiendo como actividades generales una vez se realiza la fecundación o como un crecimiento debido a la división celular.	
---	--	--

Considero viable el punto de vista de la ciencia, siempre y cuando cumpla los parámetros legales y no viole los propósitos médicos, biológicos, etc. Los embriones están vivos, mas no son seres humanos. No sienten. Por lo tanto no le veo inconveniente a que sean manipulados siempre y cuando no sean para propósitos malignos y prohibidos como la clonación.	Para Mahar (2003) una característica de lo vivo es la irritabilidad, la capacidad de reaccionar ante estímulos. En este caso se afirma que el embrión es insensible, pero a pesar de ellos posee vida sin que se llegue a ser un ser humano. Como en casos anteriores este pensamiento puede estar surgiendo en los estudiantes por el estado temprano de desarrollo, en el que se asume que algo está pasado, es decir una actividad general (Piaget, 1929). Sin embargo, varios autores (Velasco, 1991; Mondelo <i>et al</i>, 1998) apuntan a que se asigna a los humanos y vertebrados mayores con la categoría más alta de vivo. En este sentido la respuesta es contradictoria porque si bien se asume al embrión como vivo, no es lo suficiente como para ser un humano y por lo tanto pueden proceder ciertos procedimientos. Si bien no se considera al embrión como humano, no es bien visto que en él se desarrollen experimentos como la clonación, apesar que la clonación en animales está permitida y no es mal vista. La tensión aquí se profundiza pues parece que el embrión está vivo, pero no lo suficiente como para ser un humano, pero sí más que un animal.
--	---

Anexo 11

Rejilla 3 Categoría Argumentación

Categoría: Argumentación Para este instrumento se pidió a los estudiantes la consulta de fuentes externas cuya consulta junto a lo visto en clase debería ayudarlos en la creación de una hipótesis propia sobre el estado de vivo o no vivo de los embriones. La consulta de fuentes daría apoyo al argumento de los estudiantes que deberían explicar y defender en el texto. Concretamente los estudiantes deberían crear sus posiciones respondiendo a la pregunta «¿Están vivos los embriones?»		
Citas	Análisis	Tendencias
«[...] Científicamente sé que hay vida pero psicológicamente para mí la vida se da en el instante en que un ser se dé dentro del vientre de la madre de resto es más que un simple experimento donde juegan dos posibilidades la efectividad de que sí sirva y que el embrión no se reproduzca.»	Toulmin, Riecke y Janik (1979, citado por Posada, 2010) indican que la argumentación es un proceso complejo en el que se entretajan aseveraciones respaldadas por razones. En este caso el estudiante parte aceptando que en relación a la fertilización in vitro el proceso ha dado como resultado una vida, y aduce razones científicas. Sin embargo, hay una oposición a la verdad que el estudiante considera científica a favor de un pensamiento propio que se ha interiorizado. Siguiendo el Modelo de Argumentación de Toulmin (2007) esta posición podría tratarse de una objeción. Sin embargo, el resto del modelo está ausente. ¿Qué podría llevar a un estudiante a rechazar una aseveración que él considera científicamente verdadera? El proceso argumentativo permite hacer explícito la manera en que se articula el conocimiento (Bortolotto & Pacheco de Carvalho, 2015) y las tensiones del individuo. La visión de mundo del estudiante que se hace manifiesta en este caso permite observar esa tensión entre aquello que considera científicamente apropiado, pero choca contra un conocimiento cultural que toma de su contexto, en este caso fuertemente católico, y que parece primar al conocimiento que el estudiante considera científico.	Hay características del Modelo de Argumentación de Toulmin (2007) presentes en las citas de los estudiantes, aunque en la mayoría de los casos hay varios puntos faltantes por lo que el MAT queda incompleto. El uso de modalizadores es generalizado y parece haber sido apropiado por los estudiantes, sin embargo, no siempre se hace uso de garantías o respaldos, aunque su uso parece incrementarse.

«Sí, desde el inicio de la fecundación se es concebida (sic) una vida, es decir desde la unión de los gametos femenino y masculino se considera que el embrión está vivo, tal como la ratificó el Dr. Richard Gardner embriólogo de la Universidad de Oxford en la fecundación queda registrado el inicio del desarrollo del individuo, y que a partir de la primera división celular no se interrumpirá»	Siguiendo el Modelo Argumentativo de Toulmin (2007) es posible apreciar que el estudiante llega a una conclusión (sí están vivos) partiendo de un dato conocido como es el que ocurre la unión de ambos gametos. La garantía que ofrece el estudiante de acuerdo al MAT ocurre cuando invoca a un embriólogo de una universidad de prestigio. Se puede apreciar que en este caso el estudiante ha logrado tejer una serie de aseveraciones que concatenadas dan fuerza a su posición (Toulmin, Riecke y Janik, 1979; citado por Posada, 2010). La carencia de un modalizador se puede asumir como un convencimiento completo y una afirmación total del contenido de la argumentación. Podríamos afirmar que en el estudiante se ha construido una idea clara sobre el concepto de vida que encuentra respaldo en fuentes externas como el profesor universitario y que además se ha adecuado a su contexto. Se esperaría que el estudiante presente esta argumentación cuando surjan debates o polémicas ético-morales que choquen con la idea de la vida desde la concepción misma y que defienda sus aseveraciones tal y como nos ha permitido verlo de manera explícita (Bortoletto & Pacheco de Carvalho, 2015) esta frase.	
--	---	--

«[...] para plantear una hipótesis personal primero debemos conocer las distintas ideas que han surgido. Como ejemplo de la Religión (sic), esta lo dicho por el papa Juan Pablo II en 2001, cuando dejó muy claro que los embriones tenían vida y dignidad que debió ser respetada. Denunció las técnicas de reproducción artificial y las consideró moralmente inaceptables y dijo: "Independientemente de que los embriones hayan sido fruto de la procreación natural o artificial merecen un respeto y un derecho a vivir.»	Es de interés que este estudiante traiga a colación una fuente externa de carácter religiosa. En este sentido es posible apreciar que la visión de mundo (Bortoletto & Pacheco de Carvalho, 2015) que posee el estudiante está fuertemente influenciada por un contexto de carácter religioso. Esto no desvirtúa el proceso argumentativo y permite hacer tangible las tensiones que se encuentran en las clases de ciencias y las tensiones vivas entre el conocimiento científico y otros aspectos socioculturales, como la religión en este caso. Siguiendo el Modelo Argumentativo de Toulmin (2007) encontramos que hay una conclusión mediada por un modalizador cuando se dice que «dejó muy en claro que los embriones tenían vida». Hay una garantía representada en la figura papal y un respaldo en la denuncia que se hizo de estas técnicas de reproducción asistida. Encontramos entonces que a los estudiantes sí les es posible tejer una conexión entre diferentes aseveraciones para formar una argumentación (Toulmin, Riecke y Janik, 1979; citado por Posada, 2010), aunque esta no siempre será fundamentada en el conocimiento científico, sino que también entran en juego otros aspectos socioculturales que influyen la visión de mundo que poseen los estudiantes.	
--	--	--

«Otra hipótesis de las tantas en la ciencia, un embrión es un organismo multicelular que está vivo pero aún no es un ser humano, lo es cuando el sistema nervioso y la corteza cerebral están desarrollados y es conciente de recibir estímulos sensoriales. -Tomado de www.elquintopoder.cl- Concluyen que un embrión no está vivo antes de la semana 22-24 del embarazo. Mi hipótesis se ve más reflejada hacia la postura científica [...]	De acuerdo al Modelo de Argumentación de Toulmin (2007), el estudiante concluye que el embrión está vivo y se basa en datos conocidos como lo es la multicelularidad. Además, agrega un modalizador al aseverar que a pesar de encontrarse vivo no se trata de un ser humano. Es decir, que la calificación de vida no es máxima (Mondelo et al, 1998; Velasco,1991). El modalizador utilizado resta intensidad a la conclusión. Agrega una objeción, que es tomada de una fuerte externa, que sin embargo no termina siendo incluida en la conclusión del estudiante. Para completar una argumentación según el MAT quedaría faltando agregar una garantía y un respaldo. El hecho que el estudiante haya desechado la objeción y haya usado un modalizador en su conclusión nos da a ver cómo articula el conocimiento y lo apropia (Bortoletto & Pacheco de Carvalho, 2015) habiendo una clara diferencia entre los simplemente vivo y el ser humano.	
--	---	--

Anexo 12

Relación de todas las citas extraídas de los videos grabados durante el juego de roles Caso Cerrado	
Cita	Video
«Los siete embriones se ponen a cultivar a la vez, osea, para ver cuál es el que fecunda. No se van a desperdiciar los otros. Vos no vas cogiendo uno a ver y si funcionan los otros los botas. No. Se ponen a trabajar todos y si funciona uno, se quedan con ese uno fecundado y los otros se pueden donar o pues en su caso, si ya están en pareja se quieren desechar, se desechar»	Video 1
«La iglesia católica, si la madre se está basando en ella no puede ser sola. Tiene que tener padre. Se está contradiciendo. Y Colombia es un Estado laico por la ley de la Constitución del 91. Entonces ahí te estás contradiciendo porque debe tener un padre y una madre»	Video 2
«Tienen que tener en cuenta que un ser vivo no es igual a un ser humano. Porque en ese orden de ideas entonces ese material biológico también podría ser una planta y cada vez que ustedes comen estarían matando algo»	
«Todavía no se puede hablar de hijos. Osea, ustedes no pueden venir a decir que para nosotros no importa tener un hijo o no. Porque todavía no es un hijo. Es material biológico. Por eso no le damos la importancia que tiene un ser humano o un bebé, porque todavía no es un niño»	Video 3
«En el embrión, desde que ya hay células vivas, es simplemente ya un ser vivo. Y el embrión, desde que existe es ya un ser humano porque al haber ya células vivas, digamos que, tiene ya una posibilidad de que se pueda ir desarrollando»	
«Para nosotros es material biológico. ¿Qué quiere decir? No es feto todavía porque no está pegado a la pared uterina. Y [...] se considera un embrión porque está fecundado el óvulo con el espermatozoide, pero como decimos es un simple material biológico que puede resultar de un experimento y simplemente se puede desechar»	Video 4

Anexo 13

Rejilla 4 Categoría Vida

Categoría: Concepto de vida		
Se aplicó un juego de roles llamado Caso Cerrado en el que los estudiantes, basados en el texto del estudio de caso, se dividieron en grupos para defender una u otra postura. Esta postura no necesariamente era la inicial de estudiante. Al verse en la necesidad de defender un rol y buscar fuentes para argumentar a favor de su postura y en contra del rol opuesta, se promueve el desarrollo de la capacidad argumentativa de los estudiantes ya que asumir una postura posiblemente opuesta a la propia, pero de la que hay necesidad de defender, se logra comprender cómo surgen los argumentos y qué de la postura contraria puede ser útil para contraargumentar o falsear.		
Citas	Análisis	Tendencias
Video #3 Minuto 0:49 «Todavía no se puede hablar de hijos. Osea, ustedes no pueden venir a decir que para nosotros no importa tener un hijo o no. Porque todavía no es un hijo. Es material biológico. Por eso no le damos la importancia que tiene un ser humano o un bebé, porque todavía no es un niño»	En el juego de roles, la posición que defiende el estudiante es la del embrión como carente de vida. Hace hincapié en el hecho de ser "material biológico" de importancia diferente a un bebé o un niño pequeño. Velasco (1991) y Mondelo et al. (1998) reconocen al ser humano y los grandes vertebrados como la calificación mayor de vida. Al señalar al embrión como material biológico se lo está clasificando en lo más bajo de la escala, a la par de objetos inanimados. Al señalarlo de "material biológico", esta última parte, puede que el estudiante tenga en mente lo que para Piaget (1929) es una actividad general, pero descartando la carga conceptual de que aquello signifique plenamente que está vivo. Estamos hablando de la clasificación más baja que da Piaget a las ideas de vida. Claramente para el estudiante esto no es suficiente en su exposición para considerar que el embrión está vivo, considerándolo muy lejano aún del concepto de ser humano.	El embrión se considera como no vivo. Aparece la posible idea de una jerarquización en los estudiantes, ubicando al embrión en la parte baja, junto a lo no vivo, y en la parte más alta al ser humano.

Video #2 Minuto 1:46 «Tienen que tener en cuenta que un ser vivo no es igual a un ser humano. Porque en ese orden de ideas entonces ese material biológico también podría ser una planta y cada vez que ustedes comen estarían matando algo»	Como se ha mencionado anteriormente, Velasco (1991) y Mondelo et al. (1998) otorgan a los seres humanos y a los grandes vertebrados como la calificación más grande de vida. En la escala de la percepción de lo vivo se entiende al ser humano en la cima, seguido de los grandes vertebrados y tan solo luego los pequeños vertebrados. Las plantas muchas veces ni siquiera se consideran vivas por lo que el ejemplo traído por el estudiante coloca al embrión en una categoría baja, junto a los ausentes de vida. Así mismo, trae una tensión ética al señalar un escenario que el de matar para alimentarse. Puede que el estudiante esté intentando normalizar un hecho, como es el desechar embriones, al equipararlo con los procesos de alimentación.
Video #3 Minuto 1:27 «En el embrión, desde que ya hay células vivas, es simplemente ya un ser vivo. Y el embrión, desde que existe es ya un ser humano porque al haber ya células vivas, digamos que, tiene ya una posibilidad de que se pueda ir desarrollando»	La posición del estudiante es que el embrión está vivo, y además que desde ese momento ya se trata de un ser humano, por lo que la intensidad de la afirmación es total ya que se le asigna al embrión el grado mayor posible de vida, que es aquella ocupado por el humano (Velasco, 1991; Mondelo et al., 1998). Esto se estaría dando desde el momento de la fertilización, una postura que puede ser tomada del contexto altamente religioso de la institución educativa y la vida personal de los estudiantes ya que se señala el momento justo de la existencia del embrión como momento en que se le clasifica de vivo. Por otra parte se indica el potencial que tiene el embrión para continuar su desarrollo, algo usualmente ignorado por los estudiantes para clasificar lo vivo y no-vivo (Mahar, 2003), así como una posible actividad fisiológica en aumento como señal de vida (Piaget, 1929; Mondelo et al., 1998)

Video #4 Minuto 0:49 «Para nosotros es material biológico. ¿Qué quiere decir? No es feto todavía porque no está pegado a la pared uterina. Y [...] se considera un embrión porque está fecundado el óvulo con el espermatozoide, pero como decimos es un simple material biológico que puede resultar de un experimento y simplemente se puede desechar»	El estudiante señala que el embrión se trata de algo no vivo, siendo catalogado como material biológico. La comparación con el feto nos puede dar luces del porqué se piensa que no tiene vida. Basándonos en Velasco (1991) encontramos que los grandes vertebrados son los que reciben una mayor calificación de vida o están indudablemente vivos, por encima de otros vertebrados pequeños o invertebrados, mientras que para Mondelo et al. (1998) la calificación mayor de vida recae en el ser humano. A mayor desarrollo se adquiere una mayor connotación de vivo, por lo que puede subyace una idea de mayor actividad o movimiento como la que señala Piaget (1929) o una mayor capacidad de reaccionar ante el medio como lo señala Mahar (2003). Al estar en un estado temprano el estudiante puede estar argumentando que estas características no se cumplen o se cumplen de manera parcial por lo que no se le asigna la categoría de vida al embrión.	
---	---	--

Anexo 14

Rejilla 4 Categoría Argumentación

Categoría: Argumentación		
Se aplicó un juego de roles llamado Caso Cerrado en el que los estudiantes, basados en el texto del estudio de caso, se dividieron en grupos para defender una u otra postura. Esta postura no necesariamente era la inicial de estudiante. Al verse en la necesidad de defender un rol y buscar fuentes para argumentar a favor de su postura y en contra del rol opuesta, se promueve el desarrollo de la capacidad argumentativa de los estudiantes ya que asumir una postura posiblemente opuesta a la propia pero de la que hay necesidad de defender, se logra comprender cómo surgen los argumentos y qué de la postura contraria puede ser útil para contraargumentar o falsear.		
Citas	Análisis	Tendencias
Video #4 Minuto 0:49 «Para nosotros es material biológico. ¿Qué quiere decir? No es feto todavía porque no está pegado a la pared uterina. Y [...] se considera un embrión porque está fecundado el óvulo con el espermatozoide, pero como decimos es un simple material biológico que puede resultar de un experimento y simplemente se puede desechar»	El estudiante llega a una conclusión y es la de clasificar el embrión como material biológico. Se acompaña la conclusión con lo que podría ser una garantía en el Modelo de Argumentación de Toulmin (2007), un principio que explica los hechos o los datos; o un respaldo, una premisa conocida, como ocurre cuando se señala que aún no hay una unión a la pared uterina. Implícitamente se está señalando un estado de desarrollo temprano o incompleto, que luego se hace explícito al señalar el hecho de la fecundación, pero descartando que esto implique un estado de vivo, es decir se plantea una objeción.	Hay una mayor apropiación del Modelo de Argumentación de Toulmin aunque aún se dificulta a los estudiantes proponer un argumento completo o diseñar un contraargumento efectivo con todas las características de este modelo. La objeción aparece en los casos que se desea refutar un argumento contrario, hallando huecos argumentales que pueden ser explotados. Las argumentaciones propias se acompañan de respaldos y garantías para evitar objeciones.

Video #1 Minuto 1:08 «Los siete embriones se ponen a cultivar a la vez, osea, para ver cuál es el que fecunda. No se van a desperdiciar los otros. Vos no vas cogiendo uno a ver y si funcionan los otros los botas. No. Se ponen a trabajar todos y si funciona uno, se quedan con ese uno fecundado y los otros se pueden donar o pues en su caso, si ya están en pareja se quieren desechar, se desechan»	El estudiante intenta contraargumentar contra el uso de todos los embriones. Trata de esbozar lo que en el Modelo de Argumentación de Toulmin (2007) podría tratarse de una objeción que le permitiera rebatir un argumento. Sin embargo, se ve que no logra en su contraargumento hilar una serie de aseveraciones en un razonamiento (Toulmin, Riecke y Janik, 1979; citado por Posada, 2010) y termina finalmente por desechar su propia idea, la de la no necesidad de desechar embriones. La argumentación permite encontrar huecos argumentativos en las aseveraciones contrarias, con las que se pretende convencer, y que cuando vienen desde los sistemas de verdad tradicionales traen dentro de sí nexos de poder preestablecidos que impiden al individuo ser plenamente libre y tomar acciones (Freire, 1970; Foucault, 1996), por lo que la incapacidad para contraargumentar podría desembocar en bien, no identificar las intencionalidad detrás de todo texto o de ser convencidos sin mayor crítica.
Video #2 Minuto 00:13 «La iglesia católica, si la madre se está basando en ella no puede ser sola. Tiene que tener padre. Se está contradiciendo. Y Colombia es un Estado laico por la ley de la Constitución del 91. Entonces ahí te estás contradiciendo porque debe tener un padre y una madre»	En esta ocasión el estudiante despliega un contraargumento advirtiéndole que, si se sigue una línea coherente con una visión de mundo religiosa, como la que impera en la institución educativa, no es propio de una madre tener al hijo en soledad según esta visión conservadora. Agrega que Colombia es un estado laico, lo que debilita en parte el argumento opuesto. Estas dos frases para el Modelo de Argumentación de Toulmin podríamos considerarlo una objeción, datos que de ser ciertos refutan un argumento contrario. La argumentación permite encontrar huecos argumentativos en las aseveraciones contrarias, con las que se pretende convencer, y que cuando vienen desde los sistemas de verdad tradicionales traen dentro de sí nexos de poder preestablecidos que impiden al individuo ser plenamente libre y tomar acciones (Freire, 1970; Foucault, 1996).

Anexo 15

Rejilla del Maestro Categoría Vida

Categoría: Vida			
Instrumento	Tendencia del Instrumento	Análisis	Autoevaluación
Cuestionario ¿Qué ocurre con los embriones en ambos casos y con aquellos que no corren suerte?	Los estudiantes consideran a los embriones como seres vivos a partir del momento de la fertilización.	El instrumento parte de una noticia sobre una nueva técnica desarrollada. La intencionalidad era mostrar que el tema a abordar era en su momento de actualidad y que las discusiones sobre la fertilización in vitro involucraban muchos y diversos aspectos. Como maestro era de interés traer al aula la relación entre las ciencias, la cultura, la ética y la política, entre otros (Díaz y Jiménez-Liso, 2012). Empezar a desdibujar la idea de la ciencia aséptica sin conexiones con otros campos. Esta etapa de introducción, el Asunto Sociocientífico, también era útil para introducir muchos de los términos que serían empleados en casos posteriores. Por supuesto uno de los objetivos en el aula fue problematizar la fertilización in vitro y el estado de los embriones. Una de las razones para traer el caso al aula fue precisamente aflorar el concepto de vida o no vida que los estudiantes pudieran darles a los embriones. Claramente el texto utilizado tiene detrás de sí una postura, que es posible identificar por la terminología empleada. ¿Los estudiantes adoptarían la misma visión o por el contrario chocarían con la planteada en el artículo? Como maestro había preguntas y expectativas ya que lo que se aplicara en el aula marcaría ciertas pautas a seguir en el aula. La pregunta misma del instrumento, que usa términos del artículo, parece indicar una posición hacia lo vivo del embrión lo que podría ser contraproducente al afianzar la idea de vivo detrás del artículo. En caso de aplicar nuevamente el instrumento sería posiblemente algo que cambiaría, hacia derroteros más neutrales en esta primera fase de contacto e introducción del tema. En el momento de aplicar el	El objetivo del instrumento se cumplió en la medida que permitió obtener un estado de la concepción de los estudiantes sobre lo vivo y no-vivo. Sin embargo, la noticia escogida puede que estuviera demasiado decantada hacia un concepto contrario al que el docente esperaba orientar a sus estudiantes. Detrás de la razón por la cual los padres escogieron el procedimiento, y que queda plasmada en el artículo, hay un concepto de vida que parte de la concepción. Lo que sí quedó bien planteado fue el hecho de cómo el conocimiento científico está en continua relación con otros campos como lo social, cultural o político y que éste se ve influido e influye en esos campos.

		instrumento como maestro se pensó que esta pregunta sola permitiría obtener una visión clara del concepto de vida o no-vida que le adjudicaban los estudiantes al embrión. Tampoco el objetivo era presentar la pregunta de manera directa, sino como parte de una problemática. ¿Haber apostado todo a una sola pregunta pudo no haber sido lo más eficaz? ¿Ahondar en la problemática con más preguntas en el mismo instrumento podría haber dado mayor riqueza a las respuestas de los estudiantes?	
--	--	---	--

Estudio de Caso Estado de vivo o no vivo del embrión	Los estudiantes asumen los embriones como seres vivos pero no como seres humanos.	En esta ocasión se pretendía avanzar desde la primera fase introductoria hacia una de detección del problema, donde la problemática pudiera profundizarse. Para realizar esto se usó un texto más complejo que sin embargo recuperara elementos anteriores. Un objetivo planteado fue avanzar en la construcción de un nuevo concepto de vivo que complementara desde las ciencias el conocimiento que se pudiera tener ya desde el contexto. Evitar las verdades absolutas, pero al mismo tiempo implicar al estudiante en el proceso de enculturación científica y del pensamiento científico (Cobern & Aikenhead, 1998). Para esto avanzar en establecer las relaciones que tiene las ciencias con otros campos era importante. El texto elegido por su complejidad y casos específicos iban orientados a todo lo anterior. La frase no se presentó a modo de pregunta y cabe preguntarse si de haberlo hecho así se hubiera obtenido una mayor riqueza de datos. La recolección de respuestas también pudiera haber mejorado con más puntos o preguntas que hicieran énfasis en el estado de los embriones. La discusión y reflexión en grupo por su parte fue una fortaleza, se pensó para que puntos de vista afines se nutrieran y crearan un texto concreto y para que se confrontaran puntos de vista contrarios en el grupo. De esto se esperaba que el proceso de construcción del concepto de vivo saliera fortalecido.	El instrumento permitió plantear de forma clara la problemática y se reforzar también la idea de las diferentes relaciones que tiene la ciencia por medio del asunto sociocientífico. Pudo realizarse de mejor manera ya que no se ofreció como pregunta, no obstante, se pudo recoger datos valiosos que sirvieron para el análisis gracias en parte al empleo de la discusión en grupo por parte del maestro, por lo que el instrumento sí fue útil para el propósito de enseñanza. Además, sería base para posteriores etapas del proceso de enseñanza. Si bien el concepto de vida en los estudiantes aún era el inicial empieza a formarse en ellos una tensión pudiera mostrar cierto avance hacia un nuevo concepto de vivo en tanto no se considera al embrión lo suficientemente vivo como para ser un ser humano.
--	--	--	--

Mi hipótesis ¿Están vivos los embriones?	Los estudiantes asumen al embrión como vivo pero no lo suficiente para ser un ser humano. La idea de movimiento aparece como característico de lo vivo	Luego de lo visto en clase, las discusiones y reflexiones en grupo, era de interés aproximarse más al estudiante como individuo. En esta etapa de formulación de hipótesis, enseñar la consulta externa o de fuentes terciarias bajo la cual se sustente un argumento y cómo realizar esa búsqueda fue un paso importante hacia esa apropiación de la cultura científica. Si bien no se descartarían opiniones personales, si se pretendía que se hiciera más uso de fuentes científicas para dar peso a estas opiniones o para enfrentar las opiniones con autores del campo. La intención del maestro con este instrumento fue avanzar hacia la construcción de un concepto de vivo que partiera de argumentos científicos y ayudar a sus estudiantes a dotarse de fuentes en las que sustentar tal proceso, es decir, avanzar en un proceso de adopción de una segunda cultura, la científica, que sumara al sentido que se posee del mundo natural y social (Cobern & Aikenhead, 1998). No se les orientó en esta ocasión hacia un autor o fuente concreta, aunque sí se intervino para explicar lo que es una fuente confiable y cómo acceder a ellas. La diversidad de opiniones fue algo que se tuvo en cuenta para alejarse de una única idea o verdad absoluta, y poder ver que dentro de la misma ciencia hay diferentes posiciones, pero que se encuentran sustentadas desde el propio conocimiento científico. La pregunta fue directa en este caso, ya que se venía de todo un proceso pasado que además servía para nutrir las respuestas que se esperaban obtener.	El instrumento ayudó a apropiar elementos de la cultura científica como el cotejo de fuentes terciarias y dónde buscarlas. Se decidió aplicar el instrumento de la formulación de hipótesis en este momento y no es una anterior, ya que antes las hipótesis no se habrían nutrido con las intervenciones en clase, resultando en ideas muy generales sobre lo vivo o no-vivo. Se consideró mucho más pertinente desarrollarlo en este momento en el que los estudiantes ya habían realizado otras actividades sobre el tema que les brindaría herramientas para su hipótesis. Era mucho más pertinente la aplicación del instrumento en este momento ya que las respuestas del estudiante serían más conscientes de la problemática.
--	---	--	--

Juego de roles	El embrión se considera como no vivo. Aparece la posible idea de una jerarquización en los estudiantes, ubicando al embrión en la parte baja, junto a lo no vivo, y en la parte más alta al ser humano.	Para el desarrollo de la última etapa la idea fue que las discusiones y debates realizados en clases, junto a las fuentes consultadas y la lectura de un referente desde lo biológico como es La lógica de lo viviente (Jacob, 1973) sirvieran para concretar una idea distinta de lo vivo a partir de fuentes científica, pero alejadas de una verdad absoluta. Durante el proceso se quiso dar diferentes herramientas a los estudiantes para acercarse a un concepto propio diferente de lo vivo, sin que ello significara que fuera el mismo para todos, pero sí soportado por el conocimiento científico. Otro objetivo para la clase fue lograr la implicación de los estudiantes y la comprensión de la trascendencia del Asunto Sociocientífico, que como maestro tenía un interés particular para establecer relaciones (Jiménez-Aleixandre, 2010; Díaz y Jiménez-Liso, 2012). El juego de roles también buscaba que los estudiantes salieran de sus zonas de confort preestablecidas por el miedo al fracaso o a contradecir al docente y se atrevieran a discutir en dos grupos contrarios partiendo de argumentos con base científica para defender su posición. Para esto el maestro aprovecha un instrumento y un debate que ya se había iniciado anteriormente cuando se vieron los estudios de caso. Este material se recupera y se utiliza para confrontar los diferentes conceptos de vivo que habitaban en el aula e intentar afianzar en cada estudiante uno más cercano a lo que el docente esperaba. Este fue un momento importante ya que el rol del maestro pasó a no intervenir de manera directa. El maestro se mueve de la escena para dar paso a sus estudiantes quienes toman la palabra. Este movimiento no se da de manera inconsciente, es intencional para dar protagonismo al estudiante y fomentar en el un papel activo mientras el maestro orienta desde otro plano.	El instrumento permitió al estudiante tomar una postura clara sobre lo vivo y no-vivo y defenderla a partir de argumentos con base científica. La idea original con la que se llegó al aula fue controvertida con argumentos en buena medida y se logró en los estudiantes una construcción propia del concepto de vida de acuerdo a un pensamiento científico. Si bien aún parece estar latente la duda de cuándo exactamente puede etiquetarse algo como vivo, uno de los objetivos del Asunto Sociocientífico implementado fue alejarse de verdades absolutas y de ver a la ciencia como un proceso y no como un material finalizado, por lo que en los estudiantes se dejó en claro que el debate sigue abierto, pero ahora cuenta con bases para defender las posturas que construyeron gracias al proceso de enseñanza
------------------------------	--	--	---

Anexo 16

Rejilla del Maestro Categoría Argumentación

Categoría: Argumentación			
Instrumento	Tendencia del Instrumento	Análisis	Autoevaluación
Cuestionario ¿Cuál es la posición del grupo en relación al uso de embriones en ambos casos?	Los estudiantes no logran completar el Modelo de Argumentación de Toulmin, si bien en ocasiones logran cumplir con varias de sus características. Logran presentar modalizadores y respaldos. Su argumentación es incompleta ya que no ofrecen garantías (reglas, leyes o principios) o confunden las conclusiones con objeciones.	Todo texto tiene una intencionalidad (Posada, 2010) y en este sentido se esperaba exponer a los estudiantes ante una posición del autor de la noticia, ya que este muestra por qué se usó una de las técnicas en detrimento de otra. Tras esto se pidió a los estudiantes explicar su posición alrededor del uso de los embriones en cada caso. En esta etapa introductoria se esperaba poner en conocimiento del maestro la habilidad argumentativa de los estudiantes por medio de sus respuestas. El instrumento se planteó inicialmente para vislumbrar qué tanto lograban los estudiantes acercarse al Modelo de Argumentación de Toulmin, qué partes del modelo se les daba con más facilidad y cuáles no.	El instrumento permitió poner en evidencia el nivel de argumentación de los estudiantes al profesor. Fue útil también para el docente para descubrir cuál parte del Modelo Argumentativo de Toulmin representaba una mayor dificultad y así plantear luego una actividad que permitiera reforzar esa sección del MAT. En este sentido el instrumento cumplió con lo que se esperaba de él, si bien pudo haber sido más ambicioso y no quedar únicamente en evaluar el estado inicial de la argumentación de los estudiantes.
Estudio de Caso Posición del autor/editor frente a cada caso	Los estudiantes no logran identificar las intencionalidades subyacentes en el texto así como los posibles nexos saber-poder dentro del mismo.	La argumentación desde Toulmin se puede entender como en concatenamiento de aseveraciones para forjar un argumento y así poder convencer a otro (Toulmin, Riecke y Janik, 1979; citados por Posada, 2010). Todo texto tiene una intencionalidad que defiende a través de argumentos y en los cuales pueden subyacer sistemas de verdad (Foucault, 1999; Henao & Palacio, 2013). El maestro propuso este texto con eso en mente, que sus estudiantes se atrevieran a encontrar una posición del autor en el texto ya que identificarlo sería un paso importante hacia debatir y contraargumentar esas posiciones, encontrando fortalezas y puntos débiles en su exposición de los argumentos. Por otra parte, el texto fue útil para presentar algunas maneras de cómo presentar las aseveraciones, lo que serviría a posteriori. Queda la duda si de presentar el instrumento a modo de pregunta hubiera rendido mejores frutos desde las respuestas o si la forma en que se abordó hubiera sido	El instrumento planteando no permitió concientizar a los estudiantes de las intencionalidades que hay detrás de todo texto. Quizá un planteamiento diferente y más directo del instrumento o un texto diferente, menos complejo o más explícito hubiera surtido el efecto deseado en el planteamiento inicial. Poder descifrar una intencionalidad a través de los argumentos era deseable para el maestro ya que muestra un entendimiento del proceso de argumentación y es importante para la formación del sujeto político al evidenciar los sistemas de verdad subyacentes. La intención del maestro en este caso no se pudo llevar a cabo con el instrumento planteado. Queda para el maestro el aprendizaje que no siempre el planteamiento inicial saldrá como él lo esperaba, que debe mirar por alternativas que le

		no la más indicada para permitir concientizar a los estudiantes la intencionalidad del autor.	permitan sobreponerse a la dificultad encontrada y mirar los diseños planteados desde otros puntos de vista.
Mi hipótesis ¿Están vivos los embriones?	Los estudiantes no logran completar el Modelo de Argumentación de Toulmin, si bien en ocasiones logran cumplir con varias de sus características. Logran presentar modalizadores y respaldos. Su argumentación es incompleta ya que no ofrecen garantías (reglas, leyes o principios) o confunden las conclusiones con objeciones. El instrumento fue eficaz y serviría incluso de sustento para la discusión posterior. Se logró promover que los estudiantes se familiarizaran con fuentes científicas (y no científicas) con las que sustentar sus propios argumentos. Puso en tensión las opiniones personales de los estudiantes con autores y representantes de diferentes campos del saber.	En el Modelo de Argumentación de Toulmin (MAT) las garantías y respaldos refuerzan los datos que llevan finalmente a la conclusión. Son aseveraciones que parten de conocimientos previos o de leyes y principios (Toulmin, 2007). Tanto garantías como respaldos vienen generalmente como referencias de fuentes externas que se traen para complementar y fundamentar la cadena de aseveraciones. Como maestro se identificó en los estudiantes una dificultad para completar esta parte del MAT y se utilizó este instrumento para enseñar dónde y cómo acceder a estas fuentes científicas que podrían ser usadas en la formación de los argumentos, siempre tomando en cuenta el Asunto Sociocientífico que se estaba tratando. No se les orientó en esta ocasión hacia un autor o fuente concreta, aunque sí se intervino para explicar lo que es una fuente confiable y cómo acceder a ellas. La diversidad de opiniones fue algo que se tuvo en cuenta para alejarse de una única idea o verdad absoluta, y poder ver que dentro de la misma ciencia hay diferentes posiciones, pero que se encuentran sustentadas desde el propio conocimiento científico.	El uso de garantías y respaldos son importantes dentro del Modelo de Argumentación de Toulmin (MAT), ya que fundamentan el argumento a presentar. La falencia de esta sección del MAT se pensó subsanar a través de una búsqueda y consulta de información que enriqueciera la argumentación de los estudiantes y sus posturas. Teniendo en cuenta lo anterior se podría decir que el instrumento fue eficiente en su cometido y permitió acercar a los estudiantes referentes e información que podrían usar como garantías y respaldos según el MAT, y adquirir un conocimiento sobre cómo acceder a referentes pertinentes desde el conocimiento científico.

Juego de roles	Hay una mayor apropiación del Modelo de Argumentación de Toulmin aunque aún se dificulta a los estudiantes proponer un argumento completo o diseñar un contraargumento efectivo con todas las características de este modelo. La objeción aparece en los casos que se desea refutar un argumento contrario, hallando huecos argumentales que pueden ser explotados. Las argumentaciones propias se acompañan de respaldos y garantías para evitar objeciones.	Durante el proceso de enseñanza se procuró otorgarles a los estudiantes las herramientas para la apropiación de las diferentes partes del Modelo de Argumentación de Toulmin (MAT), desde la identificación en textos de otros autores de las líneas argumentales, hasta la búsqueda y consulta de referentes externos para utilizar en sus propias cadenas argumentales. En esta última etapa del proceso de enseñanza se buscó dar voz al estudiante para que asumiera un rol activo en defensa de una posición. Para esto el maestro da un paso atrás en el Juego de Roles para que sean sus estudiantes y los argumentos que logran forjar los protagonistas de la jornada. El objetivo era que se hiciera uso de todas las herramientas que se les proporcionó en el camino durante las discusiones, reflexiones e intervenciones del maestro y que estas se evidenciaran en las aseveraciones y la manera en que se formaban los argumentos de los estudiantes, ya que a través de su argumentación se podrían hacer explícitas las nuevas construcciones del concepto de vida (Bortoletto & Pacheco de Carvalho, 2015). El juego de roles también buscaba que los estudiantes salieran de sus zonas de confort preestablecidas por el miedo al fracaso o a contradecir al docente y se atrevieran a discutir en dos grupos contrarios partiendo de argumentos con base científica para defender su posición. Para esto el maestro aprovecha un instrumento y un debate que ya se había iniciado anteriormente cuando se vieron los estudios de caso.	El instrumento permitió a los estudiantes usar al completo el Modelo de Argumentación de Toulmin (MAT) que se había trabajado, así como poner en práctica lo discutido en clase. El instrumento ayudó al maestro a ver qué tanto se apropió el MAT y si bien se notan aún las dificultades en los estudiantes para desarrollar un argumento completo según este modelo, sí se ve una mayor apropiación del mismo, atreviéndose incluso a contraargumentar y presentar objeciones, lo que implica encontrar huecos argumentales en la exposición contraria. Fue eficaz también en el sentido de permitir a los estudiantes tomar un papel activo. El planteamiento del profesor permitió con el juego de roles hacer explícita la apropiación de los conceptos desarrollados en clase a través de los argumentos que los estudiantes lograron presentar.
------------------------------	--	--	--