



Estudio para un angelito -Colección real de Windsor-.

**APRENDIBILIDAD, ENSEÑABILIDAD
Y EDUCABILIDAD EN LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES**

Rómulo Gallego Badillo
Roymán Pérez Miranda

APRENDIBILIDAD, ENSEÑABILIDAD Y
EDUCABILIDAD EN LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

Se trata aquí de una discusión en torno a las categorías que titulan este artículo, consideradas de primera importancia para la constitución de una didáctica de las ciencias experimentales.

A discussion is presented here dealing with the three categories that give the title to this paper. They are considered to be of at most importance for the development of a didactics for the experimental sciences.

Il s'agit d'une discussion autour des catégories qui donnent le titre à cet article. Elle est considérée d'une importance capitale pour la constitution d'une didactique des sciences expérimentales.

APRENDIBILIDAD, ENSEÑABILIDAD Y EDUCABILIDAD EN LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

Rómulo Gallego Badillo*
Roymán Pérez Miranda

INTRODUCCIÓN

Las interacciones entre aprendibilidad, enseñabilidad, educabilidad, aprender, enseñar y educarse, configuran un campo nuevo de investigación que le da, a las pedagogías y didácticas de las ciencias experimentales, una dimensión diferente a la que hasta ahora se le había venido atribuyendo. Es todo un reto de teorización que exige la inscripción en replanteamientos conceptuales y metodológicos en relación, por lo menos, con enseñar, aprender y educar, una revisión crítica de los presupuestos epistemológicos que subyacen a tales conceptos. Desde la perspectiva anotada, lo pedagógico y lo didáctico dejan de ser instancias mediadoras, propias de miradas instrumentalistas que han impedido un desarrollo, relativamente autónomo, de dichos saberes.

1. SOBRE EL APRENDER

Aprender o el aprendizaje, que no son estrictamente equivalentes, ha de examinarse como un concepto propio de las teorías pedagógicas y didácticas. Como conceptualización, hay que atribuirle unos presupuestos onto-lógicos y epistemológicos desde los cuales cada uno adquiere su razón de ser, su fundamentación y su aceptabilidad en el interior de la comunidad de especialistas que se ocupa de construir, contrastar y sustentar propuestas paradigmáticas en este campo de indagación y práctica académicas.

En principio, como conceptualización, hay que afirmar que posee una historia interna y una historia externa (Lakatos, I., 1983); la externa, influida por los contextos culturales, sociales, políticos y económicos, que han hecho de cada concepto de aprender o de

* Profesores Universidad Pedagógica Nacional. Maestría en Docencia de la Química. Dirección: rgallego@uni.pedagogica.edu.co

aprendizaje el requerido para cada proyecto de sociedad. La interna, que da cuenta de cómo se han constituido y sufrido transformaciones en la medida en que los cambios teóricos así lo han exigido. Así, y para los propósitos del presente artículo, se presentan los llamados aquí *aprendizaje mecanicista* y *aprendizaje como construcción*.

APRENDIZAJE MECANICISTA

Como recepción verbal de información que ha de ser memorizada y repetida al pie de la letra, es el concepto propio de la educación tradicional. Es el mismo que se halla en la base de la psicología behaviorista y su corriente el conductismo operante (Skinner, B.F., 1986), centrado en la relación E-O-R,¹ que fundamentó los programas instruccionales, desde sus compromisos epistemológicos de carácter empiropositivista. Es interesante destacar cómo la relación estímulo-cero-respuesta intentó, desde el mecanicismo, introducir la relación simple de causalidad, buscando con ella conferirle un estatuto de cientificidad de carácter newtoniano.

Hay que entenderlo. El sujeto que aprende, para esta concepción, lo hace siempre de una misma manera; sigue, si se quiere, un mismo procedimiento, una metódica fija. De esta forma, ese sujeto, en cuanto aprendiz, ha de ser permanentemente lo que es; no puede cambiar, ya que dejaría de ser. Aprender es acumular, llenar un vacío, un ir de una ignorancia (carencia) a un saber (tenencia); un proceso lineal que obedece a la relación de proporcionalidad (cantidad de información transmitida versus cantidad de información retenida) de la ley de causa (enseñad-efecto (aprender)).

En el interior de este reduccionismo (Pagels, H.R., 1991), parecería no ser necesario discutir el problema de la aprendibilidad, ya que todo lo que podría decirse al respecto se halla ya precisado, por lo que los esfuerzos habría que dirigirlos a mejorar la eficiencia (tecnología

1. Estímulo-cero-respuesta, significando el cero la negación a tener en cuenta ideas como estructura mental, procesos mentales y otros del mismo orden, considerados como carentes de precisión científica y operacional.

educativa) de los procesos de transmisión y captura de información (tecnologías de la información). La pregunta en torno a la aprendibilidad de las ciencias experimentales carecería aquí de sentido.

*APRENDIZAJE COMO CONSTRUCCIÓN. HISTORIA DE LAS
CONCEPTUALIZACIONES CONSTRUCTIVISTAS.*

Las concepciones no mecanicistas del aprendizaje se inician con la *Epistemología genética* de Jean Piaget y con la propuesta de David Ausubel. El primero plantea el aprendizaje como asimilación y desasimilación, en el contexto de equilibraciones y desequilibraciones del sujeto que aprende, en relación con su entorno. Para Piaget existen unas estructuras mentales que ese sujeto construye.

Hay que anotar que Piaget, más que un teórico del aprendizaje, lo es del desarrollo de la inteligencia en el niño. Por su parte, Ausubel propone como alternativa al aprendizaje memorístico el aprendizaje significativo, en términos de acomodaciones, de lo que se aprende, a las estructuras conceptuales preexistentes en el aprendiz (Ausubel, D.; Novak, J.D. y Hanesian, H., 1983). Ese aprendizaje procede por construcción de significados. Los nuevos contenidos curriculares son interpretados previamente por el sujeto que aprende desde su estructura conceptual; al incorporar eso nuevo y transformado en dicha estructura, la cambia a su vez (Moreira, M. A., 1990). El aprendizaje comienza así a manifestarse como un proceso complejo, el cual es evidenciable a través de la elaboración de mapas conceptuales (Novak, J.D. y Gowin, B., 1988).

El cambio de mirada en relación con el aprendizaje sintetizado por la fórmula E-O-R, consistió en la admisión de que en la mente de los sujetos que aprenden existen unas estructuras mentales (Piaget) o unas estructuras conceptuales (Ausubel), formuladas para efectos de una investigación sistemática y rigurosa para dar cuenta de cómo el proceso sucede. Anótese que los trabajos de estos teóricos del *aprendizaje no mecánico*, se han centrado en la enseñanza de las ciencias experimentales y los resultados obtenidos se han constituido en apoyos empíricos de sus propuestas.

A partir de las propuestas anteriores, se inicia un movimiento de reconceptualizaciones progresivas constructivistas y, por tanto,

deductivistas (Popper, K.,1962), a las que hay que clasificar como típicamente pedagógicas y didácticas, ya que en sus elaboraciones no han participado psicólogos y han sido resultado de las necesidades teóricas de los investigadores en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias experimentales. Dígase, además, que las elaboraciones, tanto del aprendizaje significativo como la de asimilación-desasimilación no han tenido posteriores desarrollos.

Este proceso de reelaboraciones (Pérez Miranda, R. y Gallego Badillo, R.,1995) comienza con el concepto de aprendizaje como *cambio conceptual*(Posner, G. et. al. 1982), el cual es revisado posteriormente incorporándole lo metodológico, para ser *cambio conceptual y metodológico* (Gil Pérez, D. y Carrascosa, Allis, 1985). Luego A. Gene (1991) lanza la concepción del aprendizaje como *cambio conceptual, metodológico y actitudinal*, en el interior de su investigación sobre el aprendizaje del concepto de evolución de los seres vivos. Las sucesivas reconstrucciones y construcciones han conducido al concepto de *cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico* (Gallego Badillo, R. y Pérez Miranda, R., 1994). Sobre éste, Carlos Furió M. (1996) dice que es una idea compleja, e Ignacio Pozo (1996) sostiene que supera la ingenuidad de la propuesta conceptualista inicial. Finalmente, se ha elaborado, a partir del aprendizaje como cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico, el concepto de *aprendizaje total*(Gallego Badillo, R.; Pérez Miranda, R. y Torres de Gallego, L. N., 1997), fundado en el triple reconocimiento: quien aprende ha de reconocer aquello que está reelaborando y elaborando, los procesos como está llevando a cabo esa construcción, y que es él quien está comprometido e inmerso en dicho proceso.

Hay suficientes argumentos teóricos para sostener que el ámbito de investigación que con estas reelaboraciones se delimita, no es un problema de la psicología sino de la pedagogía y de la didáctica.

Si bien con la tematización en lo conceptual se introduce el problema de lo epistemológico, es con la puntualización en la dialéctica entre lo conceptual y lo metodológico que entra a dominar lo epistemológico sobre lo psicológico, aun cuando éste se fortalece al incorporarse lo actitudinal. Con lo axiológico, se desbordan las limitaciones anteriores,

para hacer del concepto de aprendizaje como cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico, un problema pedagógico y didáctico, en sentido estricto.

El problema al que se han enfrentado los pedagogos y dídactas de las ciencias experimentales, es la construcción de una mirada en torno a las estructuras disciplinares de las mismas, que sean precisamente, de naturaleza actitudinal y axiológica, por cuanto lo conceptual y lo metodológico parecen ser evidentes en tales estructuras, aun cuando diferentes posiciones (empiropositivistas) hacen una separación entre estas dos categorías, mientras que, para otras (deductivistas-constructivistas), lo conceptual y lo metodológico conforman una relación dialéctica de mutuas relaciones. Son estas últimas las que abogan por una mirada actitudinal y axiológica sobre lo mismo.

Destaquese que, en las concepciones constructivistas del aprendizaje, quien aprende no posee una mente vacía, ya que ella *está siendo* mediante estructuras conceptuales, metodológicas, estéticas, actitudinales y axiológicas (Gallego Badillo, R y Pérez Miranda, R., 1998). Lo actitudinal es actuacional y, por tanto, metodológico y conceptual. Es valorativo, es decir axiológico, a la vez que volitivo, afectivo y transaccional, desde la perspectiva de que, en el fondo, el problema es un juego de reconstrucción y construcción de nuevos significados, formas de significar y de actuar (Brunner, J., 1991). El convencimiento es el de que los saberes científicos experimentales son elaboraciones colectivas (Hodson, D., 1965) que dependen de una historia cultural de producción, de conformidad con la tradición de comunidades de especialistas, las cuales se desenvuelven en los contextos de proyectos sociales, políticos y económicos tipificables, que valoran, estimulan y le asignan recursos a ciertos grupos y a determinadas investigaciones.

Obsérvese cómo en los conceptos constructivistas de aprendizaje, hay una preocupación teórica por establecer una mirada humanística y compleja sobre el sujeto que aprende, buscando incorporarlo en toda su multiversa dimensionalidad; es desde ahí que es introducible la teoría de complejidad (Morin, E., 1996) y la de los sistemas dinámicos no lineales (Gutzwiller, M.C., 1992). Con mayor precisión, habría que sostener que el aprendizaje es una propiedad emergente y relacional, de

tal manera que los procesos acerca de *cómo se aprende* cambian y no siguen la relación de proporcionalidad simple de la ley causa-efecto (Hayles, N.K., 1993). Es decir, el aprendizaje es una propiedad heraclítea, no parmenídea, lo que constituye ya una opción ontológica. Es desde esta perspectiva que el planteamiento sobre la aprendibilidad precisa de un esfuerzo de teorización riguroso.

Establecidas las anteriores precisiones, puede abocarse, entonces, lo relativo a la aprendibilidad, como una categoría que amerita una disquisición que la distinga del concepto de aprender o del de aprendizaje.

2. LA APRENDIBILIDAD

Las concepciones deductivistas-constructivistas del aprendizaje de las Ciencias experimentales, ofrecen otra perspectiva desde dónde analizar el problema de la aprendibilidad de las mismas. De entrada, habría que reiterar que quien aprende reconstruye y construye nuevos significados, formas de significar y de actuar intencionadamente; de esta manera, se hallan en posicionamientos diferentes desde los cuales atribuir otros sentidos al mundo. Entrar a discutir en torno a la aprendibilidad de las ciencias experimentales, es formular interrogantes que tienen que ver con ideas en torno a si las ciencias experimentales son aprendibles o no ¿Cómo procede esa aprendibilidad? ¿De qué manera es el sujeto que aprende quien decide por qué? ¿Cómo y hasta dónde debe aprenderlas?. Como puede verse, estas preguntas no son necesarias en el interior del aprendizaje de tipo mecánico memorístico.

Puesto que los saberes científicos circulan entre los miembros de las diferentes comunidades académicas de especialistas, a través de textos escritos (artículos, ensayos, libros didácticos), toda aproximación a tales textos es realizada por el aprendiz desde las *estructuras conceptuales, metodológicas,, estéticas, actitud/na/es y axiológicas* que ha elaborado, y es desde ellas que hace las respectivas lecturas, atribuyéndoles el sentido que considera apropiado y pertinente antes de decidir comprometerse con uno u otro aprendizaje, ya que por muy equivalentes que sean esas estructuras entre los estudiantes, ellas no son estrictamente iguales unas

a otras, es de esperarse que las lecturas no coincidan y, por tanto, que existan siempre controversias y la necesidad de negociar acuerdos programáticos.

Ellos interpretan los textos didácticos sobre los saberes académicos a partir de las estructuras señaladas, independientemente de que esas interpretaciones sean o no las admisibles dentro de los miembros de la comunidad de especialistas. En la medida en que aprenden, en las perspectivas deductivistas-constructivistas, se aspira a que cambien sus lecturas y modifiquen sus aproximaciones a los textos, atribuyéndoles sentidos diferentes de los iniciales. Dado que ese aprendizaje incide también sobre lo actitudinal, para subrayarlo, es de esperarse que modifiquen sus actitudes en relación con su condición de aprendices sobre aquello que han decidido aprender y de la manera como quieren aprenderlo.

La aprendibilidad de un saber científico experimental dado, es, así, una atribución, una cualidad que le confiere cada estudiante a ese saber para hacerlo objeto de aprendizaje. Puesto que tal aprendizaje es intencional y está mediado por una actitud positiva, él le confiere el sentido que considera contribuye mejor a su introducción en las formas como ese saber es trabajado por la respectiva comunidad científica. Aprende así lo que desea aprender o, de otra forma, aprende los significados, las formas de significar y de actuar, que reconstruye y construye en dicho proceso, los cuales son, en última instancia, sus propias lecturas.

Elaborada la aprendibilidad por el alumno, ésta compromete los procesos cognoscitivos pertinentes. La aprendibilidad determina qué y cómo aprender, por cuanto refuerza la actitud positiva para que este aprendizaje se inicie, en la medida en que prepara los *esquemas actuacionales* para enfrentar cognoscitivamente el texto. De otra manera, cada alumno ha de evaluar en qué forma el saber es aprendible por él y hasta dónde ha de llegar en dicha actividad. Tal presupuesto es el que hace del aprendizaje una actuación relacional, consciente y responsable, impulsándolos hasta alcanzar el llamado *aprendizaje total*, con su triple reconocimiento.

Se introduce aquí una mirada distinta de la tradicional en relación con el aprendizaje de las ciencias experimentales, por cuanto rompe la

relación simple de causalidad, atribuible implícitamente a la interacción enseñanza-aprendizaje, propia tanto de la educación habitual como de la versión conductista. Se afirma, para subrayarlo, que es el aprendiz quien, desde sí, decide aprender, decisión ésta que para comprenderla en toda su multidimensionalidad, precisa, como se ha dicho, de una *teoría de complejidad* en sentido estricto.

Para que esta aprendibilidad emerja se requiere, en primer lugar, que el profesor admita de entrada que las mentes de los alumnos no están vacías y que, por tanto, poseen explicaciones acerca de los fenómenos de los que da cuenta la ciencia que él enseña. En segundo lugar, y de forma consecuente, antes de cualquier explicación, ese profesor ha de enfrentarse a esos alumnos con las diferentes versiones escritas sobre la temática objeto de enseñanza, elaboradas tanto por los autores de los textos didácticos sobre la temática como por los miembros de la respectiva comunidad científica.

Una mirada elemental de la aprendibilidad puede, incluso, comenzar por el examen de las preguntas iniciales que podrían formularse los alumnos, en cuanto a si el saber o la temática es aprendible por ellos; de qué manera pueden aprenderlo o aprenderla; qué recursos cognoscitivos previos requieren; a quién o a quienes deben acudir para que los ayude en ese cometido. Tales interrogantes presuponen, como se dijo, un sujeto activo: "yo quiero aprender", como reconocimiento de que el saber o la temática en cuestión es necesario o necesaria para su respectivo proyecto ético de vida.

El aprendizaje como cambio, que se desprende de la aprendibilidad elaborada, sólo tiene sentido para cada alumno si el saber científico que va a aprender es significativo de una manera demostrable, para el perfeccionamiento de su proyecto ético de vida. Es en el interior de esta expectativa existencial que ese aprendizaje es asumido como un compromiso de cada quien, en principio, que lo impulsa volver sobre la aprendibilidad inicial para las rectificaciones que el proceso le demande.

Puesto que en este proceso de aprendizaje cada alumno cambia sus estructuras, entonces, transforma sus lecturas, modificando la

atribución de sentido al saber científico objeto de aprendizaje. En consecuencia, la aprendibilidad que le confiere a ese objeto de aprendizaje se ve también afectada, hasta el punto de que la atribución inicial de aprendibilidad que ha elaborado cambia; es decir, cada alumno vuelve al texto de una forma diferente, forma que hace que dicho texto, a pesar de ser el mismo, sea a la vez distinto. En otras palabras, en el proceso de aprendizaje de las ciencias experimentales la aprendibilidad de ellas nunca es la misma.

Hay aquí, como puede notarse, una relación dialéctica entre aprendibilidad y aprender. La primera determina al segundo, a la vez que el aprendizaje modifica la aprendibilidad, para reemprender la actividad en otro estadio cognoscitivo. Aprender no es acumular, sino transformarse cambiando la mirada sobre lo mismo, haciendo de aquello que se aprende un objeto de saber e investigación, en la conciencia de que sobre eso que es objeto de estudio, nada está dicho en definitiva. Téngase en cuenta, de acuerdo con lo afirmado, que ese volver a la aprendibilidad no es regresar al punto de partida en sentido estricto, y que seguir aprendiendo no es continuar en el mismo esquema metódico inicial.

Por otro lado, dado que todo saber científico es comunitario en la medida en que sus significados, formas de significar y de actuar sistemáticamente obedecen a negociaciones y acuerdos programáticos entre los miembros de cada comunidad científica, al trasladar la situación al colectivo aula, bajo la orientación de un pedagogo y didacta de las ciencias experimentales, se tiene también que la aprendibilidad de ellas es una atribución colectiva, que emerge de las interacciones entre los miembros del *colectivo-aula* con dicho saber. Se supone que el aprendizaje, por lo menos, tiene como *horizonte de sentido* la aproximación crítica de ese colectivo, a las interpretaciones y formas de actuar admitidas por la comunidad científica respectiva.

La aprendibilidad como atribución colectiva, aparece justamente en la confrontación que los miembros del colectivo-aula hacen de sus propias interpretaciones. Estas confrontaciones han de posibilitar negociaciones y acuerdos programáticos, en relación con el sentido, y para propósitos específicos, que han de darle a sus integrantes la aprendibilidad

de un saber científico dado en el tiempo y en el espacio en los que el proceso se adelanta. Es claro que en dichas negociaciones y acuerdos juegan papel preponderante los intereses, las actitudes y los proyectos éticos de vida de cada uno de los integrantes del colectivo-aula. En otras palabras, las aprendibilidades individuales son modificadas por las negociaciones y acuerdos, en cuanto a que el aprendizaje posee la cualidad colectiva anotada.

En relación con los textos didácticos de los saberes científicos, hay que decir que sus configuraciones estructurales disciplinares, inciden en las atribuciones individuales y comunitarias de aprendibilidad, en razón de que esos textos se ajustan a las respectivas lógicas disciplinares; lógicas que a su vez son construcciones históricas expresadas de conformidad con los compromisos epistemológicos propios de los autores. No resulta entonces descabellado pensar, también, que los alumnos se aproximan a los textos desde posiciones que pueden ser interpretadas, igualmente, en términos de sus propios compromisos epistemológicos, sean estos ingenuos o elaborados rigurosamente, con sus propias razones culturales e históricas. Los aprendizajes han de desembocar en cambios dentro de dichos compromisos y, por consiguiente, incidir en la aprendibilidad atribuida inicialmente.

Hacer alusión a los compromisos epistemológicos desde los cuales los alumnos hacen sus lecturas de los textos, es traer a cuento el hecho de que la *construcción de la aprendibilidad*, por ellos, requiere también de que elaboren, desde sí, una estructura disciplinar del saber del que se trate, no sólo en lo que el texto muestra, sino también en lo que le subyace. Esa elaboración, por supuesto, estará sometida a cambios en la medida del mismo proceso de aprendizaje. Tal *lectura de la estructura* ha de mostrar cuáles son los otros saberes o disciplinas en los que se han apoyado conceptual y metodológicamente los autores y las razones que han tenido para allegar dicho apoyo. Así, la aprendibilidad elaborada genera el compromiso de aprender, en el nivel y profundidad requeridos por esos otros saberes a partir de los cuales se ha construido el saber científico objeto de aprendizaje. Este hecho, al mismo tiempo, despierta la necesidad de revisar críticamente la historia de ese saber científico.

No se ha de pasar por alto que cada lectura que realizan los alumnos del saber o temática objeto de aprendizaje, desde lo que ellos saben, y para efecto de elaborar la aprendibilidad, precisa de la *construcción inicia/de* cuál es la estructura de ese saber o temática. La aprendibilidad ha de partir también de esta atribución (atribución de atribución) al respecto. De otra manera, no podría entenderse cómo ellos estarían en condiciones de emprender sistemáticamente sus aprendizajes. Es claro que el emprendimiento del proceso revertirá necesariamente en una modificación de esa estructura inicial atribuida. Además, todas las estructuras asignadas individualmente han de ser objeto de juicio en el colectivo.

3. LA ENSEÑANZA

La actividad de enseñar ciencias es afectada por las *concepciones* sobre aprendizaje, alumno y profesor, por las intencionalidades curriculares y por los compromisos epistemológicos mismos de los profesores. De hecho, lo es también por la clase de formación profesional de que han sido objeto esos profesores.

En el contexto de los compromisos epistemológicos de naturaleza empiropositivista (que persiguen un aprendizaje memorístico y repetitivo) de las ciencias experimentales, el enseñar se ve reducido a la transmisión de información adecuada a los supuestos niveles de comprensión de los discentes, supuestos que, por lo general, postulan que la mente de los estudiantes, al respecto, está vacía. Los saberes se didactizan, simplificándolos, para ponerlos en el nivel de las estructuras de significados y de significaciones de los discentes; de esta manera, no son ellos quienes acceden, sino que son los docentes quienes se los entregan como producto terminado, independiente de los procesos históricos de construcción. Son, así, verdaderos intermediarios entre las comunidades científicas y los discentes; en consecuencia, la pedagogía y la didáctica de las ciencias experimentales son meras instrumentaciones.

Por el contrario, en el interior de posiciones de carácter deductivistas-constructivistas, enseñar ciencias requiere de reconceptualizaciones apropiadas. Podría afirmarse que es crear ámbitos pedagógicos y didácticos que propicien experiencias de aprendizaje en la

contextualización anotada. Tales ámbitos han de simular las comunidades científicas, poner a disposición las informaciones requeridas, concitar discusiones, exigir contrastaciones rigurosas y convocar a negociaciones y acuerdos programáticos; todo ello sobre el presupuesto de la tolerancia y el respeto a las concepciones alternativas del otro.

Hay que establecer diferencias. La enseñanza de carácter empiropositivista de los contenidos de las ciencias experimentales, se les presentan a los alumnos como productos elaborados que han de memorizar, sin que entren en juego sus estructuras conceptuales, metodológicas, estéticas, actitudinales y axiológicas; tal concepción crea y establece en ellos una *relación de externalidad* con los saberes científicos experimentales. Por el contrario, la enseñanza desde las perspectivas deductivistas-constructivistas pretende romper esa relación de externalidad, instaurando un proceso de apropiación en el que el aprendiz penetra, desde su interpretación, la estructura disciplinar, construyendo en principio, la que le parece más adecuada, a la vez que se deja penetrar por la construcción que ha hecho. Un juego dialéctico a partir del cual hace del saber científico que decide aprender, una necesidad de su proyecto ético de vida. Así, se instaura desde él, en la mirada de mundo que está reconstruyendo y construyendo con los otros de su colectivo aula.

4. LA ENSEÑABILIDAD

Antes de cualquier discusión sobre esta temática, hay que dejar sentado, de entrada, que la enseñabilidad de las ciencias experimentales le compete, principalmente, a profesores que realizan su trabajo en el interior de su compromiso con un proyecto epistemológico, pedagógico y didáctico, de carácter investigativo, teóricamente fundamentado. Además de lo anotado en párrafos anteriores, es esta empresa la que los diferencia significativamente de los *docentes operarios*, centrados en la transmisión de información.

Para adentrarse en esta problemática, es necesario recordar que Aristóteles, en su *Metafísica*, informa cómo los griegos atribuían a la *epistemey* a la *tekhnéla*. categoría de *saber*, por cuanto eran experiencias

compartibles con los demás, dado su carácter conceptual y público; no así a la *empíria*, puesto que se trataba de una experiencia privada no traducible en conceptos. Si ese compartir con los otros es también enseñar, podría sostenerse que, desde Aristóteles, la enseñabilidad es lo que hace que algo sea un saber. Si, en gracia de discusión, se parte de la idea de que Aristóteles comulgaba con la ontología de Parménides, entonces cabría concluir que el ser en sí y único de algo como saber, se manifiesta en su enseñabilidad.

De ahí que, en el caso de las ciencias experimentales, sólo existiría una manera única de enseñarlas que dimanaría de sus estructuras, esto es, de sus propias lógicas disciplinares. En otras palabras, bastaría con el sólo dominio conceptual y metodológico de un saber científico dado para enseñarlo, de tal manera que las elaboraciones pedagógicas y didácticas sobrarían o, a lo sumo, se restringirían a una cuestión meramente instrumental. Hay que anotar que esta posición, que podría tildarse de aristotélica, no tiene en cuenta que los saberes pedagógicos y didácticos propiamente dichos, inician su camino con la Modernidad, esa cultura que se instaura, dentro de las ciencias experimentales por lo menos, con una revisión radical de las posiciones teóricas de Aristóteles. No tendría sentido entonces que un profesor de estas ciencias fuese pedagógica y didácticamente aristotélico.

Por otro lado, la enseñabilidad puede ser planteada desde múltiples interrogantes: ¿Es un saber científico en sí enseñable? ¿En qué medida es enseñable? ¿Qué condiciones previas se requieren para pensar esas posibilidades de enseñabilidad? ¿A quién es enseñable? ¿Para qué y por qué ha de enseñarse? ¿Desde dónde se exige la enseñanza de un saber científico? ¿Qué se requiere para hacer factible su enseñanza? ¿Es el sujeto a quien se le enseña un ente pasivo y meramente receptor de esa enseñanza? ¿Describe y explica ese saber científico un conjunto de aconteceres, fenómenos y fenomenologías acerca de los cuales los alumnos han hecho elaboraciones, independientemente de que no sean las admitidas por las comunidades científicas?.

Para posibilitar respuestas a dichos interrogantes, habría que decir que, además de la lógica de los contenidos, se tendría que pensar en las lógicas de los aprendizajes. Tales lógicas empezaron a ser consideradas

en la primera mitad del presente siglo (Taba, H., 1974). Luego, las nuevas elaboraciones epistemológicas indicaron la necesidad de revisar las concepciones que al respecto se manejaban en los textos didácticos (Hodson, D., 1988). Esas nuevas elaboraciones abrieron también el debate en torno a las relaciones entre las posiciones sobre la naturaleza de los saberes científicos y aquellas acerca del aprendizaje de los mismos. D. Hodson al respecto, anotó que era un error asumir esas relaciones como simples y directas. Además, J. G. Donald (1986), puntualizó que era menester diferenciar entre el *contenido estructural de las disciplinas* y las *estructuras curriculares* con las cuales se asiste a los alumnos, para que se aproximen críticamente a los saberes científicos y desarrollen habilidades y destrezas en ese saber disciplinar.

En este sentido, las elaboraciones deductivistas-constructivistas, que reconocen que los profesores han construido estructuras conceptuales, metodológicas, estéticas, actitudinales y axiológicas en el interior del saber científico en el cual ejercen pedagógica y didácticamente, han demostrado cómo ellos decodifican e interpretan dicho saber, desde sus compromisos epistemológicos, incidiendo tales compromisos en las actividades de enseñanza que adelantan (Gallego Badillo, R. y Pérez Miranda, R., 1999). De ahí pues, que la enseñabilidad de un saber científico dado, no sea una propiedad intrínseca del mismo, sino una construcción que hace cada profesor, esto es, una atribución que depende del tipo de estructuras conceptuales, metodológicas, estéticas, actitudinales y axiológicas desde donde elabora dicha atribución.

Además, si la enseñabilidad es una atribución que el profesor elabora a partir de sus compromisos epistemológicos, parece ser consecuente que él ha de responder por dicha construcción, de tal forma que no pueda eludir tal compromiso. Dígase, por tanto, que la lectura que hacen desde sí, le confiere al saber científico que enseña una estructura disciplinar, requisito indispensable para poder elaborar su enseñabilidad.

De manera más específica, la mirada profesoral sobre un saber científico objeto de enseñanza, se enclava en el hecho de que la enseñabilidad y la enseñanza tienen su sentido cultural, social, político y económico, en la complejidad de todo proyecto epistemológico, pedagógico y didáctico, el que, a su vez, es congruente con el proyecto

educativo institucional del cual tiene necesariamente que hacer parte. Dígase que ninguna institución educativa es en sí un laboratorio científico, en el que lo disciplinar se halle reducido a sus propios presupuestos teórico experimentales (Fourez, G., 1997).

En el mismo orden de ideas, la enseñabilidad está atravesada por la historia crítica de cada saber científico. Un planteamiento hará el profesor que desconoce esa historia o que solo posea relatos de descubrimientos asombrosos, hechos por hombres geniales que nacieron programados genéticamente para cumplir esa misión. Otra será la enseñabilidad que elabore el profesor que conozca una historia de teorías rivales (Popper, K., 1962), de paradigmas en competencia (Kuhn, T.S., 1975) o de programas de investigación competitivos (Lakatos, I., 1983), que en cada época han impulsado la creatividad en el interior de las comunidades científicas; que sepa las razones por las cuales en cada época unas teorías, paradigmas o programas han sido de mayor aceptación que otras u otros, y que, por tanto, han jalonado la producción de saber en cada campo sin ser intrínseca y absolutamente verdaderos.

La historia crítico-epistemológica de ese saber científico, objeto de enseñanza, ha de mostrar cómo y de qué manera la estructura lógico disciplinar admitida es un producto histórico; admisión en la que no sólo tuvo un peso específico la racionalidad interna de los miembros de la comunidad científica, sino también la externa del proyecto político y económico que exigió, a esa comunidad, la demostración de la productividad de la teoría, del paradigma o del programa de investigación, para su apoyo social y financiero.² En otras condiciones, la estructura lógico-disciplinar, a lo mejor podría haber sido otra, o la comunidad se habría decidido por otra.

En este orden de ideas, la estructura disciplinar de la ciencia objeto de enseñanza, que cada profesor elabora a partir de la enseñabilidad que construye, ha de tener el mismo estatuto epistemológico de admisibilidad que aquella que la comunidad científica particular acepta críticamente. Esta afirmación tiene dos connotaciones: la primera, en lo

2. Productividad en el amplio sentido del concepto.

dicho en cuanto a la posibilidad del mismo estatuto epistemológico que habla en favor de una aceptabilidad de esa estructura que se deriva de las concepciones e intencionalidades pedagógicas y didácticas; y la segunda, por cuanto exige a ese profesor de ciencias experimentales poseer el mismo manejo conceptual y metodológico de la comunidad científica, de la cual, por derecho propio, es necesariamente miembro. De esta manera, la estructura disciplinar construida pedagógica y didácticamente, no puede ser ontológica y epistemológicamente, sino otra versión sobre lo mismo.

Bajo el mismo convencimiento, ya sostenido, de que los saberes científicos son comunitarios, hay que afirmar que la enseñabilidad de cualquier ciencia experimental es también una construcción colectiva, en razón de que cada uno de ellos es enseñado por una comunidad de profesores que tiene sus revistas especializadas y se reúne periódicamente en congresos, simposios, seminarios y coloquios. Incluso, en el interior de las mismas instituciones educativas, discute con cierta frecuencia sobre los diferentes enfoques con los cuales se enfrenta la enseñanza de ciertas temáticas y se consultan entre sí.

Téngase en cuenta, además, que el trabajo de enseñar es un acto público, sometido a la mirada crítica de los alumnos, de toda la comunidad educativa, de la sociedad y sus diferentes y plurales organizaciones e instituciones. En estricto sentido, no es una experiencia privada, por lo que, desde el punto de vista aristotélico, no puede ser un acto empírico supremo. Existe un discurso, y por tanto público, sobre la enseñabilidad de las ciencias experimentales, sea éste ingenuo o elaborado rigurosamente. Ese carácter público es el que concita a las discusiones y a las reelaboraciones, a la vez que a la responsabilidad de los profesores.

La enseñabilidad elaborada en torno a las ciencias experimentales se transmuta cuando se hacen aparecer los alumnos. Es decir, los fundamentos epistemológicos pasan a ser redefinidos desde los discursos pedagógicos y didácticos, a partir de los problemas del aprendizaje y de la aprendibilidad, tanto como desde los del enseñar a leer y a escribir en el lenguaje o metalenguaje del saber científico objeto de enseñanza. Una será la enseñabilidad que construyen los profesores, convencidos de que la mente de los alumnos está vacía, con respecto a aquello de que da cuenta

el saber que enseñan; por tanto, ellos no tienen nada que decir al respecto. Otra será la enseñabilidad que organicen quienes trabajan, a partir de lo que los alumnos ya saben, reconociendo esos saberes como posiciones epistemológicas, pedagógicas y didácticamente alternativas.

Destáquese, en lo que se ha venido sugiriendo, que en el caso de los investigadores en el problema de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias experimentales (Gallego Badillo, R. y Pérez Miranda, R., 1994), por lo menos, hay suficientes resultados para sostener que los presupuestos de una enseñabilidad fundada únicamente en las lógicas de las disciplinas científicas, es académicamente insostenible. Son tales resultados los que hablan en favor de la constitución de una pedagogía y una didáctica de los saberes científicos, como fundamento para puntualizar en una profesionalidad emergente.

La enseñabilidad elaborada especifica el proceso de enseñar, si éste se entiende como un concitar alumnos para que construyan y reconstruyan las aprendibilidades individuales y colectivas, y se comprometan en sus actividades de aprendizaje. Son así cuatro factores los que interactúan de manera no lineal, haciendo que experimenten las transformaciones y evoluciones que la complejidad determine. Para repetirlo, *la actividad de aprendizaje modifica la aprendibilidad*; ésta hace lo mismo con *el enseñar* y, en consecuencia, con *la enseñabilidad*; transformación que se revierte sobre *el enseñar* y, por ende, en *la aprendibilidad*. Nótese que, de ser las cosas así, la relación de causalidad no puede ser la propia de los sistemas mecánicos simples, porque, incluso, habría que tener en cuenta las interacciones enseñar-aprender, aprender-enseñabilidad y enseñabilidad-aprender, todas ellas presentes en el acto pedagógico y didáctico.

Sin lugar a dudas, esa enseñabilidad se halla afectada igualmente por el grado y nivel de escolaridad en que se encuentren los alumnos, desde una aproximación racional y ponderada de ellos al saber objeto de enseñanza. Una actitud es llevar los saberes científicos experimentales a aquellos y otra bien distinta acompañarlos en su aproximación a dichos saberes. En esto juega un papel decisivo la estimación rigurosa de los *saberes previos*, con los cuales ellos ingresan al proceso. De hecho, en el planteamiento de la enseñabilidad deductivista-constructivista, se hace

necesario conocer a ciencia cierta esos saberes previos, ya que, de otra manera se actuaría pedagógica y didácticamente como si se fuera transmisionista.

La enseñabilidad se ve también influida por las actitudes que los profesores poseen en relación con el saber científico que enseñan y con lo pedagógico y lo didáctico de ese saber; es decir, en cuanto a esto último, con la actitud que ponen de manifiesto en lo relacionado con su profesión de enseñantes y, en consecuencia, con su profesionalidad y profesionalismo: compromiso y pertenencia a la comunidad académica de educadores en ciencias.

Esa actitud es también construida históricamente desde tradiciones culturales y sociales, que tienen que ver con el proyecto político y económico en el interior del cual ser profesor, maestro, educador o docente, tienen connotaciones de reconocimiento y validez, como ocupación intelectual y práctica. Ello obedece, sin lugar a dudas, al papel que el saber científico y la producción del mismo, tienen dentro de la historia de la constitución de una comunidad y sociedad dadas, para las cuales el orden del mundo y de la actuación en ese mundo, pueden obedecer o no al criterio de verdades absolutas, dadas de una vez y para siempre.

Traer a cuento los saberes pedagógicos y didácticos, significa, sin lugar a dudas, conocer los aportes de la psicología de la cognición y los de la del desarrollo; los de los lingüistas, los de los sociólogos y filósofos de la educación, como también la historia y la epistemología críticas de tales saberes. En el mismo orden de ideas, conocer los resultados obtenidos por los investigadores que se han ocupado y se ocupan de los problemas de la enseñanza y del aprendizaje de los saberes científicos objeto de enseñabilidad, con el fin de conocer qué respuestas admisibles se han obtenido en otros lugares y bajo otras circunstancias y si son o no apropiadas y apropiables para la situación presente.

De nuevo, subráyese que los problemas pedagógicos y didácticos desde las interacciones complejas y no lineales entre enseñabilidad, enseñar, aprendibilidad y aprender, son reales y que no son problemas psicológicos, ni sociológicos, ni filosóficos, en sentido estricto. Los

pedagogos y didactas no son psicólogos, ni psicoterapeutas. La formulación de tales problemas pedagógicos y didácticos se comenzó a reconocer, a partir del momento en que los trabajos de J. Piaget, D. Ausubel y los teóricos del aprendizaje significativo y del aprendizaje como cambio, delimitaron con precisión conceptual, metodológica, estética, actitudinal y axiológicamente los objetos de saber y de investigación característicos de lo pedagógico y de lo didáctico.

Finalmente, hay que decir que la enseñabilidad de las ciencias experimentales se construye, además, bajo la perspectiva de las lógicas de las intencionalidades curriculares, que son también una construcción y praxis de las comunidades, que influyen (sin tergiversaciones) en las razones por las cuales un saber en especial, desde los fundamentos epistemológicos, pedagógicos y didácticos del currículo, hace parte integral del plan de estudios de una institución educativa dada. Éstas son razones que van mucho más allá del afirmar simplemente que ese saber científico es importante, puesto que hay que dar explicaciones cognoscitivas, culturales, sociales, políticas y económicas en la perspectiva de la integralidad curricular.

Por otro lado, esa historia, no la narración secuencial de supuestos descubrimientos extraordinarios, es la que enseña cómo todos los saberes han sido y son construcciones de los seres humanos en comunidad. Es la que muestra el peso que tienen las interacciones cognoscitivas entre los miembros de las comunidades de especialistas en la elaboración de los saberes. Es ella la que sugiere que cada institución educativa ha de simular esos colectivos, ser ella misma una comunidad.

5. EDUCAR

El examen de esta categoría pedagógica y didáctica tiene como objetivo interrogarse rigurosamente sobre las posibilidades acerca del hecho de que las ciencias experimentales educan y que, por tanto, es factible que cada quien se eduque en esas ciencias. De otra manera, estas formulaciones indagan por las formas en que tales ciencias hacen parte de la cultura y, en consecuencia, contribuyen al ordenamiento del mundo; ordenamiento por fuera del cual los ciudadanos actuales no construirían una pertenencia colectiva.

Educación es posibilitar que el educando despliegue todas las cualidades cognoscitivas de construcción conceptual, metodológica, estética, actitudinal y axiológica de que es capaz. Hacer que crezca intelectual, social y éticamente. Esto lleva a hablar de la educación como la acción de educar, en una óptica diferente, por lo que habría que distinguir entre una *educación "natural"* y otra *"artificial"*, siendo esta última la de las instituciones educativas, direccionadas por concepciones epistemológicas, teorías pedagógicas, didácticas y curriculares, las cuales adquieren sentido en el seno de proyectos culturales, sociales, políticos y económicos.

La llamada aquí educación "natural", es un proceso que emerge de las distintas interacciones en las que, desde antes de su nacimiento, se encuentra inmersa la persona: usos, costumbres, creencias, suposiciones, mitos, ritos, normas e instituciones. Todas ellas expresadas concretamente a través de relaciones de sentido, en las que la construcción del lenguaje no es una simple imitación, sino una elaboración y permanente reelaboración de significados, formas de significar y de actuar, que no son otra cosa que la introducción paulatina en ese ordenamiento plural y multiverso que es la sociedad.

En gracia de discusión, admítase que la educación "natural" se sucede en el interior del llamado saber común, popular o cotidiano; que es también una clase de ordenamiento del mundo y de la vida y, por consiguiente, se constituye en el substrato a partir del cual cada persona, desde su nacimiento, inicia la elaboración de su orden interior y de su proyecto ético de vida. A partir de y en el seno del saber común, cada quien crea su propio horizonte de sentido, dentro de la necesaria y reclamada pertenencia comunitaria.

La categoría de *orden* es la requerida para fundar el análisis en torno al problema de la educación y del educar, con la convicción de que proponer un orden único es un ejercicio que va en contra de la misma naturaleza humana; de ahí la necesidad de sustentar en todo tiempo y lugar un *orden plural* y multiverso. La existencia de un orden cultural social, político y económico previo es la que dispara la inaplazable actividad de elaborar un ordenamiento interior que posibilite el "encajamiento" de cada quien con los demás y con ese orden acordado.

La pluralidad y multiversidad son las que enriquecen esa construcción del orden interior y hacen factible la transformación no lineal de la sociedad. Educarse, es así, elaborar, desde sí, con los otros y en el seno de los otros, las condiciones para "encajar", pertenecer y jugar dentro de reglas respetadas por todos.

Educarse es, entonces, una decisión que toma cada sujeto, en cuanto opta por sí mismo pertenecer a ese orden cultural, social, político y económico. Una decisión, que por tal naturaleza es crítica y que no es, en todo tiempo y lugar, un sometimiento alienante. La pertenencia jamás puede ser una obligación impuesta desde afuera.

La educación institucional obra, de otra manera, en la misma dirección, en el interior, como ya se manifestó, de proyectos culturales, sociales, políticos y económicos, que parten de la "naturalidad" señalada y en contra de ella, con miras a hacer que todos se identifiquen críticamente con el proyecto. Las instituciones educativas constituyen el nicho de los saberes académicos, comenzando por la lectura y la escritura. Esos saberes académicos son también ordenamientos, con sus metalenguajes, sus reglas, normas y ritos. Instauran, además, sentidos del mundo y de la vida, distintos de los propios del saber común y cotidiano, en el seno del cual procede la llamada aquí educación "natural". De esta manera, el orden académico choca con ese ordenamiento cotidiano, cuando la institución educativa no asume una especie de clausura con el entorno.

El problema central es que, de una manera u otra, en mayor o menor grado, todos los alumnos proceden de ese saber común o cotidiano. Es este el piso a partir del cual cada persona comienza a elaborar sus estructuras conceptuales, metodológicas, estéticas, actitudinales y axiológicas. Como es de esperarse, estas estructuras son diferentes de las propias de los saberes académicos. Esta diferencia es la que da origen a choques y polémicas, que obligan a que la enseñanza y el aprendizaje, la enseñabilidad y la aprendibilidad se lleven a cabo en un ambiente de negociación.

Por otro lado, los ordenamientos que instauran los saberes académicos tienen, en primer lugar, como referente, el orden propio del saber común

y cotidiano, del cual históricamente se han desprendido. En segundo lugar, que la existencia humana de cada quien tiene como sentido último el poder vivir con los otros y en el seno de los otros, por lo que el educarse en esos saberes académicos ha de tener como *horizonte de sentido* ese vivir. Tal horizonte es el que incide en la modificación del saber común y cotidiano, haciendo que la cultura popular evolucione no linealmente.

Es en este contexto teórico, en el que cabe la idea de que las matemáticas, las ciencias, las tecnologías y todos los otros saberes académicos que tienen su nicho en la escuela, educan y contribuyen a una educación de otro tipo. Se comprende entonces cómo enseñar y aprender se codefinen con educar y educarse, a la vez que con la aprendibilidad y la enseñabilidad, conformando un triángulo de interacciones que hace que no puedan ser explicitados los unos sin los otros, pues de otra manera el discurso pedagógico y didáctico quedaría incompleto. Así, *enseñar matemáticas*, por ejemplo, es crear un ámbito para que el otro se introduzca en el orden que esta disciplina instaura, para construir una determinada mirada sobre el mundo; que *aprender matemáticas* es decidir desde sí, cómo y en qué momento encajar en ese ordenamiento; algo que no puede ser explicitado sino en términos de educar y educarse en matemáticas, desde la enseñabilidad y aprendibilidad que se le atribuyen.

En el caso de las ciencias experimentales, es menester sostener que cada uno de ellas, desde su propia estructura disciplinar y de los presupuestos de base que le dan configuración, instaura también una concepción de mundo de la cual da cuenta y que exige una manera de pensar y de actuar dentro de tal posición. De ahí pues, que se constituya en un orden que eduque a quien decida introducirse en su forma de organización y adoptar críticamente sus estructuras de significados, sus formas de significar y de actuar. Es esto lo que constituye la educabilidad en las ciencias experimentales y que rompe, de paso, la criticada relación de externalidad en la que ellas dejan de ser simplemente un bien de uso, una mercancía adquirible en el mercado de lo educativo.

Atender las interdisciplinidades, codisciplinidades y transdisciplinidades, que hablan cómo y de qué manera históricamente todos los saberes académicos de una u otra manera, remota, o actual, están relacionados unos con otros, en sus apoyos conceptuales,

metodológicos, estéticos, actitudinales y axiológicos específicos, es lo que permite sustentar que todos los saberes académicos, de manera mancomunada, educan y contribuyen a la educación de los escolares y de quienes han sido escolarizados.

6. LA EDUCABILIDAD

En principio, y recordando viejos puntos de vista que tuvieron dominancia en épocas pretéritas, esta categoría corre el riesgo de ser conceptualizada en términos de plasticidad, de cómo el educando se deja moldear a voluntad y arbitrariedad del educador, bajo la justificación de que él lo que busca, en definitiva, es el bien del educando. Los estudiantes son asimilados, así sea metafóricamente, pero de manera determinante de la praxis educativa tradicional, a la idea de que son una masa informe o un "bloque de mármol" sobre el cual el educador esculpe lo que quiere. Esta posición está próxima a la de la creencia en que los estudiantes llegan con una mente vacía al proceso. No. No es por ahí que hay que plantear el problema de la educabilidad, ya que niega todo el discurso actual acerca de *la persona* que es, por principio, el alumno.

La educabilidad no puede dejar de lado *las lógicas de las intencionalidades curriculares*, en la dirección incuestionable de que todo educando ha de, finalmente, incorporarse críticamente al proyecto cultural, social, político y económico y a sus procesos de producción de bienes y servicios, con miras a sostener financieramente su proyecto ético de vida.

Regresando a la categoría de *orden*, en el contexto del reconocimiento a la pluralidad y multiversidad, son todos los factores mínimos anteriores los que codeterminan ese orden y el ordenamiento epistemológico, pedagógico, didáctico y curricular, en el interior del cual la educabilidad se construye y adquiere su praxis real. Formularla es un ejercicio profesional en el cual hay que cruzar de manera compleja dichos factores. En principio habría que pensar en la intencionalidad de los educadores que, por delegación política, han de introducir a los educandos en un orden dado; algo que ha de entenderse como una propuesta objeto de negociación.

Por otro lado, hay que reconocer que los educandos, si bien tienen la necesidad de encajar y de pertenecer a ese orden plural y multiverso, quieren hacerlo y lo hacen desde sus propias perspectivas, es decir, a partir del orden interior, conceptual, metodológico, estético, actitudinal y axiológico que ellos van elaborando y reelaborando, incluso por fuera de las oportunidades que la sociedad y la institución educativa les brinda. En otras palabras, para poder encajar y pertenecer, ellos requieren primero arreglarse consigo mismos. Nadie puede ser obligado desde la exterioridad a someterse, ya que este someterse no genera compromisos ni responsabilidades internas, como se ha sostenido.

Es esta la razón, para repetirla, por la que la educabilidad lleva implícito el reconocimiento del otro y que el educar que se desprende de esa concepción de educabilidad, se traduce en un acompañamiento del educando, para que ingrese desde sí y por sí mismo, en el orden que se le ofrece como posibilidad de realización de su proyecto ético de vida. De manera consecuente, es darle la oportunidad para que construya dicho proyecto, intencionalidad para la cual los saberes científicos de la institución educativa han de ser formulados en su enseñabilidad requerida, en el orden de sus interdisciplinidades, codisciplinidades y transdisciplinidades.

Sin lugar a dudas, en la construcción y perfeccionamiento de los proyectos éticos de vida, no inciden solamente las instituciones educativas y los profesores. Intervienen construcciones históricas, culturales, sociales, políticas y económicas que tienen que ver con elaboraciones acerca del sentido de la vida individual y colectiva, de aquello que vale la pena ser dentro de ese ordenamiento, de las valoraciones que se dan a ese ser y pertenecer a la sociedad, y las estimaciones que se le dan a ciertos saberes y actuaciones, por encima de otros.

Al respecto, cabe anotar que tales condiciones inciden en la delimitación cognoscitiva de aquello que merece ser pensado y repensado, aquello que ha de ser objeto de reconstrucciones y construcciones de nuevos significados, formas de significar y de actuar. De esta forma, estimular, canalizar y apoyar la actividad cognoscitiva en un ámbito de interés comunitario en el orden de la educabilidad científica y tecnológica se constituye en la razón central de la educabilidad.

Obsérvese entonces cómo la educabilidad, en primer lugar, es una atribución que se da a sí mismo el educando, en la medida en que es él quien opta por educarse en una dirección u otra. Pero es también una atribución que emerge de las interacciones colectivas, por cuanto ese educarse se da en el seno de los otros, a partir de los otros y con los otros, si se tiene en cuenta lo axiológico, la atribución de valor y, por tanto, el problema de lo ético que es eminentemente comunitario.

Lo colectivo de la educabilidad, en el orden de las instituciones educativas, significa también una elaboración en la cual inciden los profesores (que también poseen un discurso sobre la educabilidad), y la comunidad educativa en general, en cuanto a que configuran espacios para darle sentido a eso de ser educable. De hecho, es cada quien el que se educa y se hace desde sí educable, no como sometimiento, sino como una *autodeterminación*.

Educarse en ciencias experimentales, en el horizonte de sentido posible de ser científico, dentro de un proyecto cultural, social, político y económico, con miras a pertenecer a la comunidad científica en su orden local, regional, nacional e internacional, es una decisión que cada educando toma propia y privadamente, en la cual influyen factores tan disímiles como la estimación social de esa ciencia, el reconocimiento que tienen los profesores que le enseñan y el estatus de esos profesores. Optar por ser científico, es humanamente no solo establecer una mirada distinta sobre el mundo, sino adquirir prestigio.

A MANERA DE CONCLUSIÓN

El interrogante que se pone en consideración indaga por la construcción de un discurso en el cual se interrelacionen la aprendibilidad, la enseñabilidad y la educabilidad en el campo de las ciencias experimentales, teniendo en cuenta que esa interrelación no puede dejar de lado los conceptos de aprendizaje, de enseñanza, de educar y de educarse. Acerca de los primeros, se ha hecho una propuesta. Faltaría mostrar cómo la educabilidad, el educar y el educarse se integran a los anteriores. Dígase, dentro de la teoría de

complejidad y de la aproximación a la ontología de Heráclito, a partir de las cuales se ha planteado la discusión, que ninguno de estos conceptos tiene privilegios sobre los otros, ya que configuran una estructuración en la cual todos se codefinen, son inseparables y, por tanto, no pueden ser planteados y analizados desde la lógica cartesiana y mecanicista.

Si la educabilidad en ciencias es una construcción que cada educando elabora desde los presupuestos de su proyecto ético de vida, de forma que decide educarse en términos de pertenencia crítica a unos ordenamientos, esa decisión obedece a una elaboración de sentido que procede por reconstrucción y construcción de nuevos significados, formas de significar y de actuar, vía un aprendizaje total de las ciencias. Educarse es así compartir ordenamientos en relación con tales significados y los sentidos en que ellos direccionan, actuacionalmente, la relación con los otros y en el seno de los otros.

Esa atribución de educabilidad y de educarse en la pluri y multiversidad que instauran los ordenamientos de la cotidianidad y de los saberes científicos, en principio ligados a ella, responde a la necesidad de encajar, algo que no puede ser adelantado sino dentro de un proyecto ético de vida, a partir del cual cada quien opta por educarse en ciencias, con miras a que ese proyecto le permita ser lo que aspira a ser, en el espacio en el cual ese "ser lo que se quiere", se mueve en el terreno de la negociación con los otros.

Dado que el ordenamiento se fundamenta en saberes, académicos y no académicos, entonces, la educabilidad y el educarse precisan, necesariamente, de una atribución previa a esos saberes científicos de la aprendibilidad de los mismos, de cómo han de ser aprendidos y qué se requiere para que ese aprendizaje sea significativo, en términos del proyecto ético de vida.

La enseñabilidad y la enseñanza han de inscribirse en esta complejidad, la cual hace que no existan relaciones directas de causa-efecto simple, entre educar, enseñar y aprender, como tampoco, entre aprendibilidad, enseñabilidad y educabilidad. Es este el problema que inauguran las reflexiones que aquí se han hecho.

Se está frente a un reto de teorización, en la medida en que, desde las perspectivas teóricas y metodológicas de los autores de este artículo piensan que el problema de la aprendibilidad, la enseñabilidad y la educabilidad en las ciencias experimentales exige la construcción de un discurso que, al apartarse de la enseñanza de las ciencias como producto, posibilite, desde lo local, un programa de investigación acerca de la pedagogía y de la didáctica de las ciencias experimentales con proyecciones de universalidad

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D.; NOVAK, J.D. y HANESIAN, H. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. 2a, ed. México: Editorial Trillas.

BRUNNER, J. (1991). *Actos de significado. Más allá de la revolución cognitiva*. Madrid: Alianza Editorial.

DONALD, J. G. (1986). "Knowledge and the University Curriculum". *Higher Education*. No. 15. pp. 267-282.

FOUREZ, G. (1997). *Alfabetización científica y tecnológica acerca de la finalidad de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Ediciones Colihue S.R.L.

FURIÓ MAS, C. J. (1996). "Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación". Resultados y tendencias. En : *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*. No.7. pp. 7-17.

GALLEGO BADILLO, R.; PÉREZ MIRANDA, R. y TORRES DE GALLEGOS, L. N. (1997). "El concepto de aprendizaje total. Una aproximación teórica". En : *Estudios en pedagogía y didáctica*. Vol. 2, No. 1. pp. 4-13.

GALLEGO BADILLO, R. y PÉREZ MIRANDA, R. (1999). "El problema del cambio en las Concepciones Epistemológicas, Pedagógicas y Didácticas". Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional.

_____ (1998). "Aprendibilidad, Enseñabilidad y Educabilidad. Una discusión". *Revista Colombiana de Educación*.

_____ (1994). *Representaciones y conceptos científicos. Un programa de investigación*. Santafé de Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Química.

GENE, A. (1991). "Cambio conceptual y metodológico en la enseñanza y el aprendizaje de la evolución de los seres vivos. Un ejemplo concreto". En : *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 9, No. 1. pp. 26-27.

GIL PÉREZ D. y CARRASCOSA, ALLIS, J. (1985). "Science Learning as conceptual and methological change". *Eur. Jour. Sci. Educ.* Vol.7, No.3. pp. 231-253.

GUTZWILLER, M. C. (1992). "El caos cuántico". En: *Investigación y Ciencia*. No.186. pp. 14-20.

HAYLES, N.K. (1993). *La evolución del caos*. Barcelona. Gedisa.

HODSON, D. (1988). "Toward a philosophically more valid science curriculum". In : *Science Education*. Vol. 72, No. 1. pp. 19-40.

_____ (1965). "Phylosophy of sciencie an sciencie education". In : *Sudies in Sciencie Education*. Vol. 12, No. 1. pp. 25-27.

KUHN, T. S. (1977 -1975). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.

LAKATOS, I. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza Editorial.

MOREIRA, M. A. (1990). *O pesquisa en ensino. O Ve Espistemoiógico de Gowin*. Sao Paulo: Editorial Universitaria.

MORIN, E. (1996). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Editorial Gedisa.

NOVAK, J. D. y GOWIN, D. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca Editores.

PAGELS, H. R. Los sueños de la razón. Barcelona: Editorial Gedisa, 1991.

PÉREZ MIRANDA, R. y GALLEGO BADILLO, R. (1995). *Corrientes constructivistas*. Santafé de Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio,

POPPER, K. (1962). *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Ediciones Tecnos.

POSNER, G. et al. (1982). 'Acomodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change". In : *Science Education*. Vol. 66, No. 2. pp. 211-227.

POZO, J. I. (1996). "Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, adonde van... y mientras tanto que hacemos con ellas". En : *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*. No. 7. pp. 18-26.

SKINNER,B.F.(1986). *Sobre elconductismo*. Barcelona: Ediciones Orbis.

TABA, H. (1974). *Elaboraciones del currículo*. Buenos Aires: Troquel Editores.

