José Alejandro
Sandoval Monguí

Actitudes hacia el aprendizaje a partir del desarrollo de una propuesta de robótica en el aula

Aproximación descriptiva a una herramienta facilitadora del aprendizaje

ilae
Instituto Latinoamericano de Altos Estudios

Actitudes hacia el aprendizaje a partir del desarrollo de una propuesta de robótica en el aula:

Aproximación descriptiva a una herramienta facilitadora del aprendizaje

Actitudes hacia el aprendizaje a partir del desarrollo de una propuesta de robótica en el aula:

Aproximación descriptiva a una herramienta facilitadora del aprendizaje

José Alejandro Sandoval Monguí

Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–

Queda prohíbida la reproducción por cualquier medio físico o digital de toda o un aparte de esta obra sin permiso expreso del Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–.

Publicación sometida a evaluación de pares académicos (*Peer Review Double Blinded*).

Esta publicación está bajo la licencia Creative Commons
Reconocimiento - NoComercial - SinObraDerivada 3.0 Unported License.

ISBN 978-958-8968-38-4

© José Alejandro Sandoval Monguí, 2017
© Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–, 2016
Derechos patrimoniales exclusivos de publicación y distribución de la obra
Cra. 18 # 39A-46, Teusquillo, Bogotá, Colombia
pbx: (571) 232-3705, fax (571) 323 2181
www.ilae.edu.co

Diseño de carátula y composición: Harold Rodríguez Alba
Edición electrónica: Editorial Milla Ltda. (571) 702 1144
editorialmilla@telmex.net.co

Editado en Colombia
Edited in Colombia

A mi padre fallecido, a mi madre, mi esposa, mis hijos y mis hermanos, que me acompañaron en otra etapa de mi vida con su apoyo incondicional.

Contenido

Introducción 13

Capítulo primero
Panorámica conceptual 21
I. La teoría del aprendizaje 22
II. Piaget y los orígenes del organicismo 22
III. Los aportes de Vygotsky 26
IV. La teoría ausubeliana y el papel de la actitud en el aprendizaje 29
V. Las actitudes 33
VI. Tecnología y educación 35

Capítulo segundo
Aproximación a los conceptos previos:
Contexto educativo y contexto socioeconómico 39
I. Perfil institucional 40
A. Aspectos de identidad institucional 40
B. Aspectos del Proyecto Educativo Institucional –pei– 41
C. Sobre el proceso en la definición del énfasis institucional 42
D. Aspectos pedagógicos 43
II. Perfil socioeconómico 46
A. Panorama cualitativo 48
III. Perfil de la Propuesta de Robótica en el Aula –pra– 49
A. Descripción general de la propuesta 49
B. Elementos pedagógico-conceptuales de la pra 51

Capítulo tercero
Elementos del perfil actitudinal 59
I. Escala Likert: Diseño, validación, aplicación y resultados 60
A. Definición de variables 61
B. Definición operacional de las variables 62
C. Proceso de realización de la escala 63
D. Aplicación y resultados de la escala 71

II. Análisis de los productos resultantes de la PRA 76
A. Desarrollo y descripción de los productos 77
B. El componente conductual en el desarrollo de los productos 83

CONCLUSIONES 87
I. Consolidación del estado actitudinal de la población 87
II. Hipótesis de las contribuciones pedagógicas de la PRA 89

Bibliografía 95

Anexos 97

A los profesores les interesa, desde luego, las actitudesde sus alumnos hacia la escuela [...] hoy por desgracia desilusión progresiva con respecto a la escuela a medida que los niños ascienden por la escala educativa.

David Ausubel

Introducción

Federico Engels, en una obra que es universalmente reconocida como indispensable para el entendimiento del proceso de desarrollo de las capacidades humanas, puso en evidencia cómo el trabajo fue el motor que inicialmente permitió tal desarrollo. Como idea paralela, derivada de las tesis darwinistas, se puede rastrear el que, en una transformación de miles de años, el hombre adquirió la posibilidad de interactuar con su entorno y adaptarse a condiciones específicas mediante el uso de herramientas de manera que pudiera satisfacer sus necesidades más básicas. Ese hecho, en el marco de la evolución social que aparejó, desembocó en el desarrollo del lenguaje y, además, en la trasmisión de las experiencias adquiridas a los nuevos miembros de un determinado núcleo social. Alcanzado el estado definitivo en que el hombre, taxonómicamente hablando, se había separado del mono, lejos de detenerse el proceso de desarrollo de las capacidades, éstas fueron adquiriendo características cada vez más particulares y complejas.

Un proceso semejante ha sido señalado en el desarrollo de las capacidades individuales (cfr. Piaget, 1990; Piaget e Inhelder, 1981; Vygotsky, 1995; Ausubel, 1970). Ese enfoque, llamado genético, afirma que a lo largo de su desarrollo, en el hombre se dan etapas que guardan similitud con el proceso antes descrito. No obstante, dado el grado de complejidad que ha alcanzado como ser biológico y social, el proceso de desarrollo ya no se limita a la satisfacción de las necesidades básicas, sino que incluye el dominio de funciones superiores. Tales funciones, que se relacionan con la posibilidad de generar constructos abstractos, están encaminadas a una comprensión más completa del mundo que lo rodea, de las leyes que lo rigen y son, no sobra decirlo, la base del acervo particular que le ha permitido la creación de los diferentes sistemas, entendido esto último en un sentido amplio; es decir, abarcando desde los sistemas físicos que le han permitido el desarrollo

de maquinarias capaces de modificar la concepción misma del trabajo, como ya lo apuntaba Engels, hasta los sistemas sociales que han orquestado la formación de los Estados.

Las anotadas funciones son, para el caso de las páginas siguientes, no solo causal histórica, sino que, a la vez, objeto e instrumento de observación.

Son instrumento de observación porque, con más énfasis que antes, pero también como producto de la reciente consciencia de una posibilidad sistematizadora en este campo, desde finales del siglo xix se han adelantado varios acercamientos a la forma cómo esas funciones se van desarrollando en el sujeto; valga decir, de cómo se dan los procesos mentales (sin perder de vista que son tales procesos los que, a su vez, posibilitan una sistematización). Se ha fundado con ello una tradición de conocimiento que, con esa preocupación, ha erguido una cierta gamma de interpretaciones al respecto y que constituyen el aparataje conceptual del presente trabajo.

Como causal histórica, además de las implicaciones que se pueden inferir a partir de lo anterior, hay que establecer otro punto. Entre todos los procesos que ha arrastrado consigo el desarrollo de las funciones superiores dos interesan para las observaciones más adelante propuestas: La creación de herramientas cada vez más complejas y la trasmisión sistemática de los resultados del ejercicio de dichas funciones. Lo primero es origen de la tecnología y lo segundo de lo que podríamos englobar en la palabra educación.

La incursión de la tecnología ha significado, indudablemente, el replanteamiento de las dinámicas en todos los estratos de la vida cotidiana. Las posibilidades de ésta como herramienta han mostrado ser infinitas y se han convertido en campo fértil para su estudio. Pero esa vertiginosa incursión, que permite catalogarla con acierto como revolución, no solo abre una amplia baraja de posibilidades, sino que obliga a pensar y evaluar sus ventajas, al tiempo que se exploran sus potencialidades. En el ámbito específico de la educación, la tecnología, como lo ha señalado Seymourt Papert, hace su mayor contribución en tanto "nos abre un amplio abanico de oportunidades para tomar medidas en la mejora de la calidad del entorno de aprendizaje", expresión con la que el autor sudafricano designa "al conjunto de condiciones que contribuyen a que el aprendizaje vaya tomando forma en el trabajo, en la escuela y en el juego" (Papert, 1995, p. 11). Este es, de manera

tosca, el contexto histórico en el que se enmarca la preocupación de este trabajo.

Faltaría tocar el punto de las funciones como objeto de observación. Al respecto cabe subrayar que el punto de partida, que proporciona el mencionado aparataje teórico, ubica el estudio en las siguientes claves generales: se trata de elaborar una caracterización de las actitudes de un grupo de estudiantes en edades entre los 13 y los 16 años frente a una experiencia previamente realizada. Se puede precisar que hablar de actitudes recoge la tradición de la psicología social (cfr. Hollander-Rodríguez, 1971), y que referir el rango de edad pretende ubicar una etapa de formación de estructuras funcionales a partir de la psicología cognitiva (cfr. Piaget, 1990; Piaget e Inhelder, 1981; Vygotsky, 1995; Ausubel, 1970). La relación entre estos dos términos la proporciona Ausubel al anotar la existencia diferenciada de dichas etapas y al reconocer, además, la predisposición como una condición importante para la adquisición de conocimiento significativo.

Un elemento más hay que incorporar para estrechar la especificidad del trabajo. La experiencia frente a la que se van a revisar las actitudes se trata de la implementación de una propuesta de robótica en el aula. En este sentido, el ejercicio de observación se orienta a generar una aproximación a las posibilidades de la robótica como herramienta pedagógica que, por vía del estímulo actitudinal, puede propender a una mejor predisposición para la asimilación de conocimientos significativos.

Como viene siendo señalado desde hace varias décadas (Ausubel, 1981; Carbonero y Navarro, 2006; Monereo, 2000), contrario a lo que podría pensarse a raíz de los altos niveles que han alcanzado las capacidades humanas en la comprensión, descripción y transformación del entorno, existe de parte de los educandos, en el ámbito de la educación formal en general, una creciente resistencia frente a la adquisición efectiva de conocimientos; con esto se quiere remitir a lo que, a partir de Ausubel (1981), se puede llamar el aprendizaje de significados psicológicos, es decir, de aquellos que han sido interiorizados por el sujeto (valga agregar, que han sido acoplados al sistema preexistente de estructuras mentales particulares).

Lo anterior admite una formulación en términos de las tradiciones de la psicología cognitiva, que el mismo Ausubel (1981) pone a interactuar en su teoría: existen condiciones no dimensionadas tanto en la práctica de la enseñanza cómo en el contexto del aprendizaje, que dis-

locan el diálogo que debe establecerse entre ambos para la ejecución efectiva de su labor en el marco mismo en el que se desenvuelve: lo social (sobre la interacción de la educación en ese marco véase Freire, 2005). Cada autor, en el desarrollo de la disciplina de estudio, ha centrado su atención en diferentes condiciones y ha hecho énfasis en alguno de esos dos procesos; Ausubel (1970, 1981), por su parte, siguiendo las propuestas inconclusas de Vygotsky (Vygotsky, 1995; Pozo, 1997), ha tratado de conciliar dos posiciones con tendencia histórica al antagonismo: el asociacionismo y el organicismo. En ese afán, pero con un cierto sesgo organicista, ha planteado, como una condición para el aprendizaje psicológico de relaciones entre conceptos, la necesidad de una predisposición positiva a tal aprendizaje; de lo contrario, en el mejor de los casos el logro será un aprendizaje memorístico, muy posiblemente efímero y desarticulado con el quehacer cognitivo del aprendiz.

Otra escuela psicológica, la escuela de la psicología social, con el sesgo contrario (Hollander, 2000; Lara y Ocampo, 2002; Rodríguez, 1976), también ha centrado su atención en las disposiciones y predisposiciones subjetivas como factor importante en los procesos de aprendizaje; ello se ha etiquetado bajo el nombre de actitudes. Esta última escuela, con mayor hincapié que la de Ausubel, ha subrayado su importancia y las ha convertido en uno de sus principales objetos de estudio. La presencia común de esa categoría, deja claro que el papel de disposiciones subjetivas de tipo favorable es clave en los procesos de aprendizaje.

El otro grupo de condiciones, las correspondientes al proceso de enseñanza, incluye un aspecto que también es común en la perspectiva organicista de Ausubel y en la asociacionista, con la que se vincula la psicología social. La importancia de lograr, mediante diversas metodologías (que es el punto donde mejor se diferencian las tendencias en este tema), la apropiación de los conocimientos sistematizados por el hombre en estructuras significativas de manera consciente, y con posibilidades prácticas, de parte del sujeto. Es evidente, en concordancia también con los planteamientos evolucionistas de Engels (1981), que, en la búsqueda de soluciones a sus problemas, el hombre echa mano de los recursos próximos y es capaz de adaptar tales recursos para la solución de dichos problemas; así, no es extraña la incorporación de los avances tecnológicos como herramientas que permitan hacer efectivo el puente entre enseñanza y aprendizaje (Papert, 1982, 1995). Por lo demás, en el contexto actual es innegable la presencia casi omnímoda

de la tecnología, pero ello también hace más válida una revisión de las posibilidades y una reflexión sobre sus enfoques[1].

A partir de ese marco se entiende la importancia de aproximarse al estado actitudinal de los estudiantes frente a los conocimientos objeto del aprendizaje y, en conjugación con el proceso de enseñanza, explorar el impacto que el uso de la robótica, enmarcada en el campo de la tecnología, puede generar en tal aspecto.

Específicamente, el presente estudio de caso caracterizará las actitudes frente al aprendizaje y la robótica, de un grupo de 150 estudiantes de ciclo 4 de educación media, pertenecientes a la Institución Educativa Distrital Manuel Cepeda Vargas, ubicada en la localidad de Kennedy en la ciudad de Bogotá, Colombia. La preocupación primera, en concordancia con lo señalado por varios autores (Ausubel, 1981; Carbonero y Navarro, 2006; Monereo, 2000), radica en la resistencia manifiesta hacia el aprendizaje significativo que se presenta "a medida que los niños ascienden por la escala educativa" (Ausubel, 1981, p. 445). Sin pretensiones experimentales iniciales, se dio la implementación de una propuesta de robótica en el aula que produjo una recepción actitudinalmente favorable de parte de los educandos; derivado de esa observación se sistematizaron tales reacciones. Los conceptos aquí relacionados son la actitud hacia el aprendizaje y hacia la robótica en relación con la propuesta de robótica en el aula de manera que se vislumbrara la conexión entre estos.

En el marco en que se desenvuelve la presente investigación son claras las limitantes en cuanto a las posibilidades comparativas. Un estudio que busque rastrear de manera más específica la relación de la robótica con el aprendizaje por vía del estímulo actitudinal demanda un enfoque que sobrepase la observación acá planteada para pasar a un modelo experimental que contemple la determinación un estado inicial, el desarrollo de un programa diseñado según las especificidades de la experimentación y una evaluación del impacto. Sin embargo, cabe resaltar la importancia del presente estudio como punto de partida para futuras aproximaciones del tipo descrito.

---

1 La necesidad de reflexionar sobre el hacer mismo que ha generado la racionalidad es señalado desde Engels (1981), pero después de él son muchas las aproximaciones a tal necesidad desde distintos campos. Véase: J, Beriain (2005); A. Giddens (2007); P. Bourdieu y J. Passeron (2001); E. Sabato (2005).

El presente estudio, que tiene como unidad los estudiantes participantes en la propuesta de robótica, asume un diseño metodológico mixto con enfoque cuantitativo. El diseño se centra en una aproximación cuantitativa mediante la aplicación de una escala Likert de medición de actitudes y la de una encuesta de caracterización socio-económica de la población; y se apoya en observaciones de tipo cualitativo que incluyen una caracterización de la propuesta de robótica en el aula, la revisión documental para la elaboración de un perfil pedagógico de la institución donde se desarrolló la propuesta y un análisis de los productos generados en dicha implementación.

La parte cuantitativa se diseñó como una medición no experimental ya que se trata de un estudio donde "no hacemos variar de forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables" (Sampieri, *et al*., 2006, p. 205); aunque en este caso existe un estímulo (la propuesta de robótica) sobre la población muestreo, la aproximación pretende caracterizar el estado del factor actitudinal sin medir ni controlar las variaciones que este estímulo tuvo frente a otras variables; en este sentido, tal como lo plantean los autores citados, en este estudio "no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación" (Sampieri, *et al*., 2006, p. 205). Se trata, pues, de una investigación ex post facto –dado que los hechos ya ocurrieron– y específicamente de tipo transversal descriptivo.

Por otro lado, el apoyo cualitativo se construyó orientado por el modelo etnográfico mixto, que Sampieri *et al*., (2006, p. 698) exponen a partir de lo planteado por Creswell. La escogencia de este modelo obedece a la posibilidad de dar cuenta de variables y conceptos relacionados con el universo contextual que circundó la propuesta estudiada (Bourdieu y Passeron, 2001). Así, la elaboración del perfil pedagógico-contextual, la caracterización de la propuesta de robótica y la revisión del componente conductual se presentan siguiendo esta forma de exposición.

La ejecución de la investigación fue concurrente y secuencial a la vez. En una primera etapa, como forma de precisar las características contextuales en que se desarrolló la observación, concurrieron el análisis cualitativo de los documentos institucionales y la caracterización de la propuesta de robótica, con la aplicación de la encuesta socio-económica no estandarizada y su análisis cuantitativo.

Una vez generado ese perfil contextual, sirvió como insumo para la construcción de un instrumento Likert para la medición de actitudes en el que se evaluó, tanto de manera no facial como facial (Escalante, 1983), la actitud frente al aprendizaje significativo y la relación de ello con la propuesta de robótica. Simultáneamente al diseño, validación y aplicación del cuestionario Likert, se realizó el análisis cualitativo de los distintos productos permanentes resultantes del desarrollo de la propuesta de robótica. El análisis de los resultados de las mediciones realizadas con el instrumento Likert, se complementó con el análisis cualitativo de los productos para consolidar una descripción del estado de las actitudes de los estudiantes que participaron en la implementación de la propuesta.

Finalmente, la integración de las dos etapas del estudio constituye la base para arriesgar hipótesis sobre la contribución de la propuesta de robótica en la modificación de las actitudes frente al aprendizaje significativo en el contexto específico de los estudiantes de ciclo 4, de la IED Manuel Cepeda Vargas.

Capítulo primero
Panorámica conceptual

Aunque la presencia de la educación como *praxis* se remonta a las primeras manifestaciones sociales y es rastreable desde muchos siglos antes de Cristo en culturas como la sumeria, la egipcia y la china, sus perspectivas sistematizadoras no se fundan hasta el siglo xvii con la publicación de la *Didáctica Magna* por el moravo Jan Amos Comenio (2007). A partir de ese hito, varios autores han tratado el tema de la educación desde diferentes perspectivas; entre ellos el más referenciado es, quizás, Juan Jacobo Rousseau (1982) con su *Emilio o de la educación*. Sin embargo, solo hasta la segunda mitad del siglo xix se da una proliferación de estudios encaminados a la consolidación de una perspectiva científica de la materia fundada por Comenio.

Tal materia, que desde los tiempos de la *Didáctica Magna* proyectó su carácter inter-disciplinar, estableció un estrecho vínculo con la psicología; vínculo que no solo ha resultado fértil en lo que a los descubrimientos recíprocos respecta, sino que ha fundado una tradición de conocimiento que, a su vez, ha abonado el terreno científico con sus pesquisas. En el proceso de fundamentación y análisis del ejercicio pedagógico se fueron identificando los elementos constituyentes tanto como definiendo estrategias y formas de concebir su *telos.* El siglo xx mostró una especial preocupación por la indagación del tema y fundó, en esa estrecha relación con la psicología, la escuela de la pedagogía cognitiva; la que ha sopesado el papel de la carga actitudinal dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

El presente trabajo tiene sus bases en la tradición de esa perspectiva, pues ella constituye no solo las bases del sistema educativo actual, sino el más completo acercamiento a los procesos que intervienen en tal sistema. Dentro de esta tradición se reconstruirá el desarrollo histórico de sus ideas para situar como principal referente, por su ca-

rácter abarcador, la propuesta de David Ausubel. A partir del lugar asignado por este teórico de la educación al aspecto motivacional, se realizará un acercamiento a la psicología social para precisar el concepto de "actitud", de manera que se ponga de relieve su papel dentro del aprendizaje significativo. Finalmente se revisará la perspectiva de Seymour Papert sobre el papel de la tecnología en la educación.

I. La teoría del aprendizaje

Dentro de esta perspectiva se distinguen dos tendencias que, aunque asumidas de manera antagónica a lo largo de la historia, han hecho importantes aportes a la comprensión de los procesos de aprendizaje, al tiempo que han contribuido a la formulación de estrategias de enseñanza. Dichas tendencias son: la mecanicista-asociacionista y la organicista-estructuralista. La primera tiende a estudiar el "qué se aprende"; mientras que la segunda, el "cómo se aprende".

El mecanicismo relaciona el aprendizaje con la acumulación de conocimiento; según esta tendencia la totalidad puede descomponerse en partes y estudiarse de acuerdo a ello. El estructuralismo cognoscitivo, por el contrario, asume el aprendizaje como una totalidad que es más que la suma de sus partes. Según Vygotsky, la lectura del aprendizaje debe tener un enfoque molar, cuyo análisis se basa en la observación de unidades, donde ellas serían: "un producto del análisis que, contrariamente a los elementos, conserva todas las propiedades básicas del total y no puede ser dividido sin perderse" (1995, p. 25).

En opinión de Ignacio Pozo, uno de los más reputados estudiosos del tema en la actualidad: "el paso del asociacionismo al estructuralismo supone pasar de investigar la identificación de conceptos a ocuparse también de su adquisición o formación" (1997, p. 168). El cambio señalado por Pozo implica una traslación de la acumulación cuantitativa a la reestructuración cualitativa en lo aprendido, debido, principalmente, a que las estructuras, de las que forman parte los conceptos, pueden diferir entre sí en su organización interna.

II. Piaget y los orígenes del organicismo

Se toma como punto de partida la teoría del pensador suizo debido a su amplitud de perspectiva, a que es origen de la tradición ausube-

liana, y a que lleva a cabo la introducción de conceptos propios de la tradición mecanicista en su propuesta. Importa, especialmente, este último punto en tanto significa el primer paso hacia la complejización de la concepción de los procesos de aprendizaje. Según PIAGET (1990) el aprendizaje acumulativo por asociación es apenas un estadio incipiente que posibilita la generación de estructuras más complejas y que permite los procesos de asimilación y acomodación, base de su teoría. En términos generales, la teoría de PIAGET contempla el aprendizaje como un desequilibrio en las estructuras mentales del aprendiz, que produce los mencionados procesos y ellos, a su vez, propenden por un nuevo equilibrio del estado cognitivo del sujeto.

Asimilación y acomodación: Estos procesos no solo tienen como objeto explicar cómo se conoce el mundo en un momento dado, sino también cómo cambia el conocimiento sobre el mundo en el sujeto. Esta teoría asume una perspectiva constructivista en tanto contempla una formación del conocimiento tanto en el nivel estático (p. ej. en la categorización) como en el nivel dinámico (p. ej. en la formación de categorías).

La asimilación se entiende, desde la perspectiva piagetiana, como la forma en que el sujeto recibe los estímulos sensoriales externos y los relaciona con sus conocimientos previos. Es en esta etapa donde el pedagogo admite la presencia de la asociación. Sin embargo, la sola presencia del proceso de asimilación es insuficiente para la aproximación al conocimiento del mundo y se hace necesaria la incorporación del proceso de acomodación. En ese sentido la acomodación es la que confronta los datos subjetivamente asimilados con los fenómenos observados. El proceso se define de la siguiente forma en palabras del autor: "llamaremos acomodación a cualquier modificación de un esquema asimilador o de una estructura, modificación causada por los elementos que se asimilan" (1981a, p. 19). Esta re-acomodación no solo afecta la estructura, sino que también implica una re-asimilación de los datos o conocimientos anteriores en función de las nuevas estructuras.

Este par de conceptos se relacionan necesariamente: no hay asimilación sin acomodación y viceversa. Es en el devenir desequilibrio-equilibrio que ellos median donde se da el proceso de aprendizaje. Según el modelo de equilibrio piagetiano, ese proceso se da en tres niveles:

1. Los esquemas del sujeto deben estar en equilibrio con los objetos.
2. Debe existir equilibrio entre los diferentes esquemas.
3. Debe darse una integración jerárquica de los esquemas previamente diferenciados.

Como se ha mencionado, el aprendizaje nace del desequilibrio en las estructuras mentales del aprendiz; empero, Piaget señala que las respuestas pueden diferir en los diversos casos. Anota, como consecuencia de ello, dos tipos de respuesta a los desequilibrios: respuestas no adaptativas, que consisten en no asumir el desequilibrio como conflicto y por ende tender a no darle solución. Y las respuestas adaptativas en las que el sujeto, consciente de la contradicción, se da a la tarea de resolverlas.

Así mismo, dentro del grupo de las respuestas adaptativas, distingue tres tipos a saber:

a. Respuestas tipo *alpha*: Donde la regulación de la perturbación no se traduce en modificación de las estructuras, bien porque la perturbación es leve o porque siendo fuerte se ignora.

b. Respuesta tipo *beta*: El elemento perturbador se incorpora como un caso de variación al interior del sistema establecido.

c. Respuesta tipo *gamma*: Hay una anticipación de las posibles variaciones que dejan de ser perturbaciones para convertirse en parte del juego de transformaciones del sistema.

En este punto de la teoría del suizo se puede encontrar la primera acotación respecto a las dificultades en el aprendizaje, pues, como señala Pozo (1997), la modificación de las estructuras se da raramente en la construcción de conocimiento, lo que se enunciaría como una marcada tendencia a respuestas *alpha* y *beta*.

En la parte del proceso que el sujeto lleva a cabo dentro de la concepción piagetiana del aprendizaje, el autor propone tres niveles de análisis cuya ejecución permite la obtención del equilibrio cognoscitivo perseguido. Tales tipos de análisis son:

1. *Análisis intraobjetal*: Mediante el cual se descubren una serie de propiedades en los objetos o fenómenos analizados indivudualmente.

2. *Análisis interobjetal*: Relación entre los objetos o las propiedades de ellos descubiertas en el ítem anterior. Aquí se enmarcan las relaciones de causalidad.

3. *Análisis transobjetal*: Consiste en establecer vínculos entre las diversas relaciones construidas de manera que se genere un sistema totalizador que reduzca las perturbaciones posibles.

El desarrollo de estos análisis implica una toma de conciencia o tematización. Ella marca el paso de tener éxito en la resolución de un problema a comprender por qué se ha tenido éxito o se ha fracasado. Es decir, la toma de conciencia o tematización tiene como fin principal conocer y modificar conocimiento propio. Además es importante hacer hincapié en el carácter procesual de esos análisis, es decir, se da un paso paulatino de la toma de consciencia de las características de los objetos a la evaluación de sus relaciones y, finalmente, a hacer conscientemente una incorporación del conocimiento derivado de ello. Pero implica, también, la posibilidad de dos formas de conocimiento según el nivel de análisis en que se centre el sujeto: una forma reproductiva, donde se busca la repetición empírica del éxito mediante el esclarecimiento de las características de los objetos y las relaciones entre ellos; y una comprensiva o productiva donde se busca comprender las razones del éxito.

Como se ve, la teoría del aprendizaje de Piaget recoge una importante cantidad de aspectos y da cuenta de manera convincente del proceso de adquisición de conocimiento, sin embargo, se puede destacar la poca importancia que concede al aprendizaje empírico y, sobre todo, la perspectiva universal que le impone al conocimiento formal, estado más avanzado del conocimiento según este autor. Este último señalamiento, que ya fuera anotado por Vygotsky (1995), implica el que conocimientos construidos subjetivamente tengan que llegar a estados iguales para los diversos sujetos que lo construyen. Alternativas a estas réplicas fueron esbozadas por Vygotsky en su trabajo *Pensamiento y lenguaje.*

III. Los aportes de Vygotsky

Este autor ruso propone, con miras a una teoría unificada (no única) de la psicología cognitiva, la necesidad de una nueva unidad de observación diferente a la asociación E-R (Estímulo-Respuesta). Partiendo de la relación que establece Engels respecto de la actividad como motor de la humanización, Vygotsky (1995) afirma que es en el desarrollo de la actividad donde se da la intervención de elementos mediadores que hacen que en el sujeto no haya una simple respuesta al estímulo suministrado, sino que dicho sujeto modifica tales estímulos a través de los mencionados mediadores.

Vygotsky distingue dos clases de mediadores: La herramienta, que opera directamente sobre el estímulo; y el signo, que opera sobre el sujeto que percibe y modifica la realidad. Las diferencias entre uno y otro son expresadas por Vygotsky así:

> La función de la herramienta no es otra que la de servir de conductor de la influencia humana en el objeto de la actividad; se halla externamente orientada y debe acarrear cambios en los objetos. Es un medio a través del cual la actividad humana externa aspira a dominar y triunfar sobre la naturaleza. Por otro lado, el signo no cambia absolutamente nada en el objeto de una operación psicológica. Así pues, se trata de un medio de actividad interna que aspira a dominarse a sí mismo; el signo, por consiguiente, está internamente orientado (1995, p. 91).

En concordancia con la propuesta de la nueva unidad de observación dentro del proceso de aprendizaje, y siguiendo la línea conciliadora entre la tradición mecanicista y la organicista, Vygotsky asume que los contenidos son interiorizados por el sujeto con el filtro de los mediadores. De acuerdo a ello,

> en el desarrollo cultural del niño, toda función aparece dos veces: primero entre personas, y después en el interior del propio niño. Esto puede aplicarse igualmente a la atención voluntaria, a la memoria lógica y a la formación de conceptos. Todas las funciones superiores se originan como relaciones entre seres humanos (1978, p. 91).

Según el autor ruso, el proceso de aprendizaje implica una reconstrucción de los significados; no hay imitación de los significados como en el mecanicismo, ni construcción individual como en Piaget. Se trata de

la apropiación de los significados de acuerdo a la interacción social en la que se enmarca. Dicha apropiación, se da por asociación primero y por equilibrio después, en la línea de desarrollo cognitivo. Esto es, en el aprendizaje entendido como la internalización progresiva de los instrumentos mediadores, se presenta una etapa asociativa primaria que permite la generación de estructuras.

En términos genealógicos lo anterior implica que debe haber primero un proceso de aprendizaje que constituya la base del desarrollo. Este segundo término cobra relevancia en la teoría vygotskyana (en PIAGET la diferencia entre desarrollo y aprendizaje es difusa) y es pilar de la definición de etapas en la evolución cognitiva del sujeto. Como forma de evaluación del proceso de desarrollo, VYGOTSKY distingue el desarrollo efectivo del potencial, entendiendo por lo primero lo que el sujeto logra hacer autónomamente, con los conceptos ya internalizados. Lo segundo, el desarrollo potencial, está dado por lo que el sujeto puede hacer valiéndose de otras herramientas o mediadores externos. Existe un campo resultante de superponer los dos anteriores: una zona de desarrollo potencial en un campo específico del conocimiento. Este concepto es importante ya que, en consecuencia con estas ideas, se resalta el papel de la enseñanza como facilitadora de mediadores a internalizar.

Se define así la posibilidad de adquirir dos tipos de conceptos: los conceptos espontáneos y los científicos. Los primeros responden a las necesidades básicas no solo en términos biológicos, sino también sociales; los segundos, en cambio, están enmarcados en las estructuras sistematizadas por el hombre y que presentan, como característica general, la interrelación de conceptos abstractos.

VYGOTSKY localiza el lenguaje como signo primordial en la formación de conceptos en tanto se erige como vínculo primero y mediador de todos los procesos cognitivos y especialmente de las funciones superiores. Reconoce, claro, la presencia fundamental de los procesos apuntados por sus predecesores y contemporáneos: asociación, imaginación, inferencia, atención. Pero anota que es indispensable, en la reconstrucción de conceptos, el manejo del signo o la palabra. Como resultado de esta premisa, se establecen tres fases principales en la formación de conceptos: cúmulos no organizados, complejos y conceptos.

Los cúmulos no organizados carecen de significado conceptual y corresponden a la agrupación arbitraria de objetos dentro de la experiencia, donde las palabras carecen de significado. Los complejos, por

su parte, se entienden como asociaciones de objetos basadas en rasgos perceptivos comunes e inmediatos. Vygotsky identificó cinco tipos, de los cuales los complejos-cadena y los complejos-pseudoconceptos representan los extremos entre los tipos. Los primeros son la forma más pura de esta fase de pensamiento y consisten en la asociación alternativa de rasgos: por ejemplo, en un grupo de figuras básicas de distintos colores y texturas, empezar seleccionando figuras triangulares hasta que una característica como el color llame la atención del sujeto y lo induzca a cambiar a ese criterio como organizador; en ese caso seguirá, por ejemplo, con todos los objetos de color azul, hasta que otro rasgo vuelva a generar un nuevo cambio.

Los pseudoconceptos, por lo demás de difícil identificación práctica, como lo anota Pozo (1997), son la puerta de entrada a la fase de los conceptos propiamente dichos. Éstos se presentan con frecuencia en procesos maduros, incluso en la edad adulta. En la experiencia ellos agrupan adecuadamente los objetos pero a partir de sus rasgos sensoriales inmediatos. Es decir, tienen los mismos referentes que sus conceptos equivalentes pero con significados diferentes. Es esta última característica la que permite su uso continuo en la comunicación adulta.

Vale citar a Vygotsky cuando explica los pseudoconceptos:

> Ésta es la razón por la cual ciertos pensamientos no pueden ser comunicados a los niños, aunque estén familiarizados con las palabras necesarias, pues puede faltar el concepto adecuadamente generalizado que asegura la comprensión total. Tolstoi dice en sus escritos sobre educación que, a menudo, los niños tienen dificultad para aprender una palabra no a causa de su pronunciación sino del concepto al cual se refieren. Cuando el concepto ha madurado, casi siempre hay una palabra disponible (1995, p. 27).

Es importante anotar que las fases descritas no constituyen estadios aparte entre sí, sino que se interrelacionan de modo que, por ejemplo, los pseudoconceptos abren el camino a los conceptos propiamente dichos. Según se entiende la diferencia entre pseudoconceptos y conceptos, en sentido estricto, se basa en los procesos de adquisición; es decir, se diferencian por la forma de aprenderse.

Es necesario, a partir de esto, precisar las características del aprendizaje de los conceptos científicos; tres rasgos particularizan su adquisición:

1. Los conceptos científicos forman parte de un sistema.
2. Se adquieren a través de una toma de conciencia de la propia actividad mental.
3. Implican una relación especial con el objeto basada en la internalización de la esencia del concepto.

Es importante apuntar que el proceso de adquisición de conceptos naturales es de carácter inductivo, mientras que el de conceptos científicos es deductivo y tienen como punto de partida su propia sistematicidad; es decir, que siempre remiten a otros conceptos dentro del mismo sistema.

IV. La teoría ausubeliana y el papel de la actitud en el aprendizaje

Teoría de tipo organicista que se ocupa específicamente del aprendizaje en el contexto de la instrucción, reconociendo la presencia de unos conocimientos espontáneos que sirven de precedente. Ausubel cree, igual que Vygotsky, que para que haya proceso de aprendizaje, y por ende replanteamiento de las estructuras mentales (reestructuración en el argot de la escuela organicista), debe existir un sistema de conocimiento organizado que se le proporcione al niño. Para dar cumplida cuenta del proceso en el marco de unas estructuras institucionales ya establecidas, Ausubel contempla una distinción entre enseñanza y aprendizaje como dos ejes interrelacionados.

En el primer eje, que se ubica en el esquema ausubeliano como horizontal, un extremo lo constituye la enseñanza receptiva (cátedra magistral o lectura comprensiva) y el otro, la enseñanza basada puramente en los descubrimientos autónomos. El segundo eje, el del aprendizaje, se ubica en el continuo vertical y sus extremos son el aprendizaje memorístico por un lado, y el aprendizaje significativo, por el otro.

En términos del proceso de aprendizaje, la teoría de Ausubel, también siguiendo los planteamientos de Vygotsky, propende por la revisión del justo papel que juegan los procesos de asociación y reestructuración en el aprendizaje. Con respecto a los extremos planteados para este eje, un aprendizaje es significativo cuando "puede relacionarse, de modo no arbitrario y sustantivo (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe" (Ausubel, 1981, p. 41). El aprendizaje memorístico,

en contraste "se da cuando la tarea del aprendizaje consta de puras asociaciones arbitrarias" (Ausubel, 1981, p. 41).

En esta diferenciación cabe subrayar el carácter de continuo que se da en el eje del aprendizaje, que expresa las situaciones de coexistencia de los dos extremos en los puntos intermedios, es fundamental tener en cuenta que la teoría de Ausubel se restringe al análisis de la construcción de conocimientos significativos y solo tendrá en cuenta el aspecto memorístico en tanto se relacione con ese proceso, en cuyo caso se hablará de retención del concepto significativo y, como factor asociado, de su fuerza de disociabilidad.

De acuerdo a la naturaleza de la nueva información y a las ideas que activa en la mente de quien aprende, Ausubel propone una clasificación del aprendizaje significativo de la siguiente manera:

Aprendizaje de representaciones: Aquí engloba la adquisición de vocabulario y todas las adquisiciones por asociación principalmente. Es, en ese sentido, expresión del aprendizaje memorístico. Sin embargo, el autor anota que se da tanto de manera previa a la formación de conceptos, como en procesos posteriores.

Aprendizaje de conceptos: En él reconoce dos etapas: una de formación (cuando se establecen en relación a los objetos mismos mediante procedimientos como la comparación, la generalización y la formulación y comprobación de hipótesis), y otra de asimilación donde se incorpora nuevos conceptos en relación a otros aprendidos con anterioridad. Según Ausubel, la asimilación de conceptos es la forma predominante de aprendizaje desde la incorporación a la edad escolar.

Aprendizaje de proposiciones: A partir de esta categoría aristotélica, Ausubel refiere la incorporación de nuevas relaciones entre conceptos. Solo es posible, de acuerdo a lo anterior, a través de un proceso de asimilación, entendiendo este último como la relación que se establece entre la estructura de los materiales presentados para el aprendizaje y la estructura cognitiva de la persona que aprende.

En concordancia con este modelo, Ausubel (1981, p. 73) plantea tres tipos de asimilación que se corresponden con el aprendizaje:

1. *Aprendizaje subordinado*. Que se puede presentar en dos formas: a) inclusión derivativa (una idea nueva que se relaciona a otra que es supraordinada y la nueva se presenta como un caso de ésta. No se modifica la idea precedente) b) inclusión correlativa (una idea que

se presenta al mismo nivel que una precedente, que la modifica, amplia o imita. La antigua se modifica).

2. *Aprendizaje supraordinado*. En el que hay una idea que relaciona a otras precedentes integrándolas como partes o atributos suyos.

3. *Aprendizaje combinatorio*. Donde una idea A es incorporada al sistema pero no es más incluyente que otras ideas (B,C, D, etc.) ni las modifica. En este caso se considera que la nueva idea tiene algunos atributos de criterio en común con las precedentes.

Una vez ubicado este marco general de la concepción ausubeliana, vale detenernos en un punto que plantea el autor norteamericano desde el capítulo dos de su *Psicología educativa,* y que estará presente a lo largo de sus explicaciones: las condiciones del aprendizaje significativo (1981, p. 56). Según este planteamiento, para la adquisición de conceptos y proposiciones, son necesarias algunas condiciones tanto para el sujeto que aprende, como para los contenidos aprendidos. En cuanto al material a aprenderse, Ausubel especifica que no debe ser arbitrario; es decir, debe pertenecer a un sistema donde posea significado en sí mismo y en relación a otros conceptos.

Respecto al sujeto que aprende, pero relacionado con el material aprendido, Ausubel resalta que debe tener "ideas inclusoras" que le permitan anclar relacionalmente los contenidos presentados. Pero además, afirma que el sujeto debe tener predisposición al aprendizaje significativo. Ausubel enuncia la importancia de estas condiciones de la siguiente manera:

> El aprendizaje significativo presupone tanto que el alumno manifieste una actitud hacia el aprendizaje significativo; es decir, una disposición para relacionar, no arbitraria, sino sustancialmente, el material nuevo con su estructura cognoscitiva, como que el material que aprende es potencialmente significativo para él [...] Así pues, independientemente de cuanto significado potencial sea inherente a la proposición especial, si la intención del alumno consiste en memorizar arbitrariamente (como una serie de palabras relacionadas caprichosamente), tanto el proceso de aprendizaje como los resultados del mismo serán mecánicos y carentes de significado (1981, p. 56).

Sin embargo, revisando la importancia de la actitud en los procesos del sujeto, es destacable que no sólo juega un papel específico en el aprendizaje de conceptos y en el desarrollo de funciones superiores, sino que atraviesa el desarrollo mismo como lo señala en el tercer tomo de *El desarrollo infantil,* al referirse a los factores que influyen en la formación básica de la memoria y la curiosidad intelectual*:*

> Los niños tienden a recordar selectivamente los elementos que contienen valores coherentes, y no contradictorios, con sus propios prejuicios actitudinales. Se entiende que el mecanismo cognitivo que interviene en los efectos de la actitud sobre la retención es el complejo de ideas que, junto con componentes afectivos conexos (tendencia actitudinal), caracteriza la estructura de todas las actitudes. Los materiales polémicos que instigan inclinaciones afectivas o actitudinales positivas se refieren generalmente a un conjunto de ideas subordinadas que son más claras, más estables, más pertinentes y más discriminables, a partir de una tarea de aprendizaje, que los clasificadores generales de la estructura cognitiva del sujeto; sucede lo contrario con los materiales controvertidos que provocan inclinaciones afectivas o actitudinales negativas (1970, p. 114).

No sobra aquí subrayar el doble papel que plantea esta perspectiva de análisis para las actitudes: por un lado las acoge como condición necesaria para el aprendizaje significativo en tanto las asume como disposiciones hacia el aprendizaje; pero también, en lo relativo a los materiales específicos que se traten dentro del aula, la tendencia actitudinal signará el nivel de retención y la fuerza de disociabilidad; entendiendo por esta última:

> El grado en que un significado adquirido puede ser separado o recuperado de la(s) idea(s) de afianzamiento en relación a la(s) cual(es) es aprendido y almacenado; es decir, el grado en que es recuperable o disponible como una entidad ideacional identificable (1981, p. 540).

En general, la tendencia del aprendizaje significativo hace énfasis en la subjetividad en tanto está centrada en la transformación del significado lógico (el que se le asigna dentro del sistema al que pertenece) en significado psicológico (es decir, para la persona en particular). Al respecto Pozo (1997) concluye: «el aprendizaje significativo es producto siempre de la interacción entre un material o información nueva y la estructura cognitiva preexistente.» De esta manera, el aprendizaje significativo no solo se relaciona con el conocimiento científico, sino

que es la forma como el sujeto aprende su cultura. Aún más, el que los conocimientos se aprendan en contextos de alta interrelación social hace que se genere una fuerte, aunque no absoluta, homogenización intracultural de los significados.

V. Las actitudes

La perspectiva de Ausubel, hasta acá reconstruida genealógicamente con su tradición dentro de la escuela de la pedagogía cognitiva, da cumplida cuenta del proceso de aprendizaje además de tocar el proceso de enseñanza. Como queda claro, este autor le da un lugar importante a la disposición actitudinal en el proceso de aprendizaje y, derivado de ello e inmerso en su teoría del desarrollo (Ausubel, 1970), esboza la relación de recíproca nutrición que se establece entre el aspecto conductual y sus motivantes en relación con el objeto aprendizaje. Esa relación, pero ya no con referencia al objeto específico del aprendizaje, sino viéndola como objeto principal de su interés, es el campo de estudio de la psicología social. Las acotaciones de Pozo (1997) en el párrafo de cierre de la sección anterior permiten señalar aún otro aspecto común entre esta escuela y aquel autor: la relación que se establece entre la formación de conocimientos significativos en la dimensión social y la formación de los mismos en la escala formal o científica.

Esta relación resalta el papel que tiene el preconcepto frente al objeto "aprendizaje" con respecto a las posibilidades de una ejecución efectiva de dicha acción por parte de un sujeto. En claves de la psicología social, lo anterior podría traducirse como: la carga actitudinal que un sujeto tiene sobre el aprendizaje muestra tanto una imagen de su bagaje cognitivo previo, como las posibles conductas que asumirá ante él. Con esto en mente, cabe precisar los conceptos que permitan una aproximación a esa categoría y redunden en la precisión de la relación anotada.

La psicología social, en principio, ha centrado sus esfuerzos en estudiar "las manifestaciones de comportamiento suscitadas por la interacción de una persona con otras personas" (Rodríguez, 1997, p. 13), pero dentro de la complejización que esa relación incluye la mediación de objetos con cargas simbólicas e ideológicas y contempla también los comportamientos derivados de la interacción con conceptos u objetos que tengan dichas cargas. Uno de los conceptos en los que de manera más insistente se ha detenido esta escuela es, justamente, el concepto

de actitud (cfr. Rodríguez, 1997, caps. 2, 5 y 6; Hollander, 2000, caps. 2 y 6). Recogiendo las diferentes definiciones propuestas, Rodríguez encuentra los elementos comunes en ellas y afirma que "podemos definir la actitud social como una organización duradera de creencias y cogniciones en general, dotada de una carga afectiva a favor o en contra de un objeto social definido, que predispone a una acción coherente con las cogniciones y afectos relativos a dicho objeto" (Rodríguez, 1997, p. 330).

Esta definición, como de antemano lo han notado tanto Rodríguez como Hollander, incorpora tres componentes que pueden diferenciarse: uno cognoscitivo, uno afectivo y uno relativo a la conducta. El primero se refiere a la imagen cognitiva previa que se tiene frente al objeto; el segundo, al sentimiento a favor o en contra de él; y el tercero, al carácter "instigador de comportamientos coherentes con las condiciones y los afectos relativos a los objetos actitudinales" (Rodríguez, 1997, p. 333).

Además de reconocer estos componentes, es importante señalar dos características de las actitudes. Por un lado que "las actitudes son variables intercurrentes, directamente inferibles de hechos observables" (1997, p. 338); y por otro, su carácter duradero pero no permanente (que constituye una de las principales diferencias con el concepto de valores sociales, ya que estos se identifican por su permanencia social), y que implica las posibilidades de variación, principalmente gracias al replanteamiento de la estructura cognoscitiva que la soporta. Frente a esto Hollander aclara que:

> Tanto las actitudes como los valores son aprendidos en función de una reestructuración del campo psicológico; este proceso es dinámico, en la medida en que unas y otros están sujetas al cambio producido por la adquisición [y asimilación, cabría agregar siguiendo a Ausubel][2], de nueva información [o conceptos significativos]. Sin embargo, las actitudes parecen ser más propensas a un cambio manifiesto, aunque el valor fundamental subyacente pueda persistir (2000, p. 128).

Derivado de esto, se hace evidente la relación enunciada inicialmente y que también es escuetamente tratada tanto por Hollander (2000,

2 Todos los agregados a la cita original se identificarán con corchete.

p. 129) como por Rodríguez (1997, p. 338). Se trata, de la influencia que el estado actitudinal tiene sobre el proceso de aprendizaje, pero a su vez, la posibilidad de la incorporación de conocimientos capaces de reestructurar dicho estado actitudinal que modele el aprendizaje posterior. "Por consiguiente, este proceso tiene consecuencias no solo en lo que atañe a la conducta observable, sino también con respecto al potencial de acción de un individuo" (Hollander, 2000, p. 129).

Cabe incorporar una reflexión frente al tema de las actitudes en relación con su carácter social y su potencial de acción. Por un lado, como ha sido reconocido por diversos autores (Habermas, 1997; Bourdieu y Passeron, 2001; Navarro, 2004; Freire, 2005), es necesario centrar los procesos relacionados con el manejo del conocimiento, lo que incluye la enseñanza y el aprendizaje, con una perspectiva que oriente su quehacer con acuerdo tanto a criterios de eficiencia, como en términos de la incorporación de la imagen del otro dentro de los horizontes de sentido personales y sociales.

VI. Tecnología y educación

Uno de los aspectos que Ausubel (1970) trata es el de la curiosidad intelectual. De acuerdo a ello, hay una tendencia natural al conocimiento, que en los primeros años se manifiesta en el número de preguntas que realiza el niño. Sobre una premisa similar, pero haciendo énfasis en su experiencia particular, Seymour Papert (1982, 1995) ha construido su propuesta que le sale al paso al auge de la tecnología, que desde los años cuarenta ha venido incursionando en todos los ámbitos de la vida. Desde la perspectiva del sudafricano es claro el origen bélico de esta herramienta, y su propuesta está encaminada a darle un uso constructivo antes que destructivo. Uno de los puntos llamativos que a este respecto plantea es la concepción de la computadora como "máquina del saber"; expresión en la cual condensa las posibilidades de ésta, a la vez como herramienta y como entidad que en su interrelación compleja con el usuario puede echar luces sobre la formación de estructuras de conocimiento.

De esta manera, la relación que se establece, en la teoría Papert, con el objeto tecnológico trasciende, sin negarla, la dimensión utilitaria, y plantea una teoría epistemológica derivada de él. Tomando como punto de partida lo que Papert (1982, cap. 7) considera la vertiente

epistemológica de Piaget, este autor plantea una revaluación de los supuestos que han encumbrado el pensamiento abstracto y han conducido a la relación de éste con la infalibilidad y la validez universales.

Hay en la teoría de este autor una preocupación por lo concreto que se expresa en su focalización en el caso puntual que, cabe anotarlo, es también su medio expositivo predilecto. Acorde a ello, la crítica a la abstracción como forma predominante de conocimiento parte de la tendencia a la negación de constructos particulares para la resolución de problemas. Esto redunda, según el autor, en una jerarquización que trasciende las propuestas sistematizadoras e invade el ámbito pedagógico. Así, el apartarse o carecer de los procesos establecidos dentro de los constructos abstractos se convierte en motivo de vulneración comparativa frente a los que se amoldan a ellos (Papert, 1995, pp. 25 y 26; 1982, p. 59). Esto conduce, sin llegar a contradecir las teorías del aprendizaje antes expuestas, a una revaloración del aprendizaje por descubrimiento (Papert, 1995, p. 45). Esta revaloración es llamada pensamiento propio y abarca, no tanto un rescate del aprendizaje por asociación en su forma conductista, sino un vuelco de la mirada al aprendizaje individual de manera que posibilite la generación de estructuras complejas y particulares para la resolución de problemas. En coherencia con la línea de lo concreto, es fundamental el que la relación con los problemas planteados que permite la generación de tales estructuras esté íntimamente ligada con los intereses particulares y los horizontes del aprendiz, lo cual puede asociarse con la predisposición ausubeliana y la necesidad de estructuras incluyentes para el aprendizaje significativo.

En el reconocimiento de la subjetividad, Papert (1982) define el microcosmos como la unidad incubadora del conocimiento; según eso, la coordinación de conocimientos adquiridos en unas situaciones específicas que obligan a establecer relaciones entre ellos y con los conocimientos previos, es lo que permite una asimilación efectiva de los nuevos conocimientos. Cabe resaltar que el hincapié de esta teoría radica en las estructuras relacionales y no en los conceptos que se relacionan (como sucede en las proposiciones de Ausubel). Papert expone de la siguiente manera este hincapié en relación con una experiencia de resolución de problemas:

> Nuestra observaciones sugieren que los niños que acertaron no poseían unas reglas mejores, sino una tendencia a ver las cosas en términos de relaciones en vez de propiedades. Tenían acceso a un estilo de razonamiento que les permitía imaginarse a sí mismos dentro del sistema (1995, p. 213).

En este sentido el papel de la enseñanza se particulariza; en palabras del mismo Papert, en su modelo "el objetivo es enseñar de manera que se produzca el mayor aprendizaje con el mínimo de enseñanza" (1995, p. 153). Metodológicamente hablando, la búsqueda de un entorno que propenda por ese objetivo implica una tendencia a la disolución de la hegemonía establecida por las formas y los métodos de enseñanza basados en la primacía de la abstracción. Ello implica, en principio, una reacomodación del papel de los elementos clásicos de la enseñanza como la remisión necesaria al texto y la incuestionabilidad de los contenidos (Papert, 1995, p. 169), pero desembocaría en una superación de la "matemafobia" o temor al aprendizaje (Papert, 1982, cap. 2).

La propuesta pedagógica de Papert, que se podría denominar "Modelo cibernético", asume la computadora y sus derivaciones tecnológicas como instrumentos metodológicos para el aprendizaje con las orientaciones anti-abstraccionistas señaladas, pero también como herramienta que, en términos de la posibilidad de personalización de los contenidos y la remisión a estructuras de interés subjetivo, la hacen adecuada para el desarrollo de formas de razonamiento particulares. Tal vez el aspecto más importante derivado de la incorporación de la inteligencia artificial dentro del modelo, sea la idea de la construcción de tales formas a partir de la retroalimentación. La identificación de este proceso en la biología (Papert, 1995, p. 208), le permite plantear la valía del cuestionamiento continuo dentro de la generación procesual y es equiparable al proceso de reestructuración de la escuela de la psicología cognitiva.

El papel que Papert le asigna a la tecnología en general, y a la computadora en particular, como elemento que potencialmente haga que el sujeto desarrolle formas propias de razonamiento y se oriente a la abolición del temor a aprender constituyen un argumento inicial para ver el potencial transformador de éste en términos de la actitud frente al aprendizaje. En este sentido la robótica, como un campo donde la praxis obliga a la resolución de problemas, impide que las respuestas al aprendizaje tiendan a ser no adaptativas ya que la obligación de la funcionalidad del aparato induce a la resolución de los problemas; val-

ga decir, a la búsqueda de la respuesta adaptativa, a la comprensión y consiguiente incorporación de los conceptos significativos que circulan en el material específico trabajado en el aula.

Capítulo segundo
Aproximación a los conceptos previos: contexto educativo y contexto socioeconómico

La teoría pedagógica ausubeliana, que sirve como eje vertebral del presente estudio, aborda el proceso enseñanza-aprendizaje sumergiéndose en el ámbito institucional; esto implica que su aproximación se realiza asumiéndolo en su complejidad social, otorgándole un sitio a las diferentes dimensiones que intervienen en él, y ocupándose de su diacronía en términos de las etapas del desarrollo humano. En esta aproximación es central la categoría de los conceptos previos que posee el estudiante, al punto que el autor norteamericano llega a afirmar que, "si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un sólo principio, enunciaría éste: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente" (Ausubel, 1981). Podríamos decir, siguiendo las concepciones de Bourdieu y Passeron (2001), que se trata de revisar las ideas que residen en el horizonte de sentido particular del ámbito contextual, pues dentro de lo que el alumno "ya sabe", no solo se cuentan las estructuras y conceptos formalmente asimilados a partir de materiales científicos, sino que también incluye el acervo socio-cultural y las condiciones económicas, que determinan el universo idiosincrático propio del grupo social al que pertenece el estudiante.

Estos primeros pasos de la investigación, entonces, están orientados a delinear los diferentes elementos que gravitan en torno de ella; con el objetivo de generar una aproximación más completa al entorno del caso estudiado, en este capítulo se empezará por construir el perfil del entorno social, económico y pedagógico que rodeó a la población durante el desarrollo de la Propuesta de Robótica en el Aula –pra–. En primera instancia, se valorará el marco institucional en donde confluyen estudiantes y propuesta; luego, a partir del procesamiento de una

encuesta socioeconómica, se revisarán las condiciones socio-culturales y económicas predominantes en el grupo; para, finalmente, hacer una revisión de la PRA, sopesando sus aspectos pedagógicos en claves del aparataje conceptual que sustenta el presente trabajo.

I. Perfil institucional

La Institución Educativa Distrital –IED– Manuel Cepeda Vargas es una institución de carácter público, ubicada en la ciudad de Bogotá, específicamente la localidad de Kennedy, al suroccidente de la ciudad, que atendió, durante el año 2012, una población de 6.050 estudiantes; dependiente del Ministerio de Educación Nacional y de la Secretaría de Educación del Distrito –SED–, la Resolución n.° 3790 del 24 de septiembre de 2008 autorizó el cambio de nombre de la Institución Educativa Distrital Britalia, por el de Colegio Manuel Cepeda Vargas, Institución Educativa Distrital.

La sede E, donde se desarrolló la propuesta, se encuentra en la localidad de Bosa y ofrece educación preescolar, básica primaria, secundaria, y media vocacional en el calendario A; es de carácter mixto y funciona en las jornadas mañana y tarde.

A. Aspectos de identidad institucional

La Escuelita Britalia inició labores en el barrio Class en 1977. Se construyó sobre un terreno pantanoso donado por el señor Clemente Chávez con materiales suministrados por la Secretaría de Educación; se levantaron tres aulas con el sistema de auto-construcción, dejando en pie una casona que se habilitó para tres salones más; en un principio la planta física carecía de acueducto y baños adecuados. Los primeros pupitres fueron tablas acomodadas sobre ladrillos. En 1978 algunas escuelas del sector donaron pupitres ya usados y en regular estado; más adelante con la gestión de la primera Asociación de Padres de Familia, se consiguieron más muebles y se tomó la luz de los postes más cercanos. A principio del año 1981 se construyó un tercer bloque con cuatro salones, salón de profesores y oficina para la dirección. En aquel entonces, funcionaban 18 cursos de básica primaria.

Desde 1990 se han desarrollado varias obras con aportes de la Secretaría de Educación, las Juntas de Padres de Familia y la Junta administradora local de Kennedy. Después de una larga gestión administrativa, en 1997 se dio comienzo a una obra de adecuación para lo cual fue necesario demoler algunos salones y el aula múltiple. En enero de 1998, se produjo la firma del contrato para la entrega del edificio de cuatro pisos, en el que funcionan 20 salones, distribuidos en dos pisos, con sus respectivos baños, cocina y cafetería; así como una amplia zona cubierta en el primer piso, que puede ser empleada como aula múltiple, salón de gimnasia o para cualquier actividad que requiera de un espacio cubierto.

La institución atiende sectores populares donde hay varios tipos de vivienda como unifamiliar, multifamiliar y casas de inquilinato. De acuerdo con los datos del colegio, la composición familiar de los estudiantes varía, puesto que existen familias con cinco hijos o más, así como también hay algunas que no exceden los tres. Es el colegio de mayor cobertura de población en Bogotá y por ende en el país.

Durante la investigación la institución estuvo dirigida por Miguel Lubin Millán, rector general, quien contó con el apoyo de nueve coordinadores, seis orientadores, 224 docentes y 15 administrativos.

B. Aspectos del Proyecto Educativo Institucional –PEI–

El PEI, en palabras del Ministerio de Educación Nacional,

> es la carta de navegación de las escuelas y colegios, en donde se especifican entre otros aspectos los principios y fines del establecimiento, los recursos docentes y didácticos disponibles y necesarios, la estrategia pedagógica, el reglamento para docentes y estudiantes y el sistema de gestión.

De acuerdo con el artículo 14 del Decreto 1860 de 1994, toda institución educativa debe elaborar y poner en práctica, con la participación de la comunidad educativa, un PEI que exprese la forma como se ha decidido alcanzar los fines de la educación definidos por la ley, teniendo en cuenta las condiciones sociales, económicas y culturales de su medio. En ese sentido, la aproximación a este documento aportará la perspectiva del quehacer institucional y la visión que la institución tiene de su entorno.

En el entorno local hay catorce instituciones cuyos PEI tiene énfasis en algún aspecto relacionado con Nuevas Tecnologías de la Educación y la Comunicación (DEL, 2012); entre ellos, la IED Manuel Cepeda Vargas. El énfasis se expresa en su enunciado institucional como la "incorporación de las Nuevas Tecnologías de la información y la comunicación NTIC, al desarrollo de las competencias cognitivas, investigativas y creativas en pro del crecimiento de la comunidad educativa del Colegio Manuel Cepeda Vargas IED".

El objetivo general que se plantea el colegio es:

> Desarrollar competencias en cuanto al manejo, organización, análisis e interpretación de la información con el fin de fortalecer las habilidades creativas, cognitivas, investigativas y comunicativas, sociales y culturales; mediante la incorporación de nuevas tecnologías de la informática y la comunicación –NTIC–. Todo ello permitirá despertar unas características emprendedoras, de liderazgo y empresarialidad (emprendimiento) de los integrantes de la comunidad educativa cepedista, lo cual redundará en una mejor calidad de vida.

Aquí es también explícito el papel central del aspecto tecnológico, y refleja la preocupación por el impacto y las posibles ventajas del material de conocimiento referente a las NTIC. Valga decir, resalta la pertinencia simbólica y potencial de ese campo específico como perspectiva de conocimiento e interacción.

C. Sobre el proceso en la definición del énfasis institucional

En la génesis de la institución hubo activa participación por parte de la comunidad; aspectos como el proceso de autoconstrucción ayudaron a una vinculación en los aspectos de direccionamiento institucional. De manera que al poco tiempo de su fundación, quien fuese el rector desde 1977 hasta 2008 inició las gestiones para establecer una orientación ocupacional, que le facilitara a los egresados la inserción a algún campo laboral o su continuidad en la educación superior. Con ese propósito el primer énfasis se instituyó en *electricidad y electrónica,* y la administración del colegio le solicitó a la secretaria de educación la incorporación de docentes con la idoneidad necesaria para fortalecer el énfasis con el que se esperaba proyectar a la institución; este recurso humano, sin embargo, nunca llegó.

En 2002, tras un prolongado almacenamiento, se rescataron algunos computadores, dejando algunos en condiciones funcionales, pero muchos otros fueron dados de baja. Con unos y otros, y la iniciativa de una de las docentes de tecnología de la institución, se re-orientó parcialmente el énfasis al plantearlo como *electricidad y mantenimiento de computadores*. Esta etapa alcanzó un mayor desarrollo, pues aunque siempre se ha distado de contar con los recursos suficientes y adecuados, se establecieron laboratorios-taller, los cuales redundaron en beneficios para los egresados al facilitarles la inserción en la vida laboral.

En 2005, con la llegada de docentes nuevos a la institución (gracias al Dcto. 1278), se retomó el debate acerca del énfasis, con posiciones que cuestionaban la pertinencia futura de este; sobre todo en lo relacionado con el mantenimiento de computadores, pues los elementos con los que se disponía permitían una preparación en equipos que, a futuro, habrían de desaparecer. Proponían en cambio darle cabida a la incorporación de las TIC como proyección estratégica para los estudiantes. En esta etapa se contrató a la empresa encuestadora Comunitec para que indagara la opinión de diferentes sectores. La herramienta que diseñó esta empresa se aplicó a padres, estudiantes, docentes y directivos, dando como resultado una marcada definición por las TIC, seguida de electricidad y, sorprendentemente, una que no se había contemplado explícitamente dentro de las opciones: diseño gráfico.

Hubo un debate en el que se propuso que el énfasis se definiera como Nuevas Tecnologías Sociales y Culturales –NTSC–, y no como Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación –NTIC–. Los partidarios de las NTSC argüían que estas implicaban un enfoque más amplio y hacían referencia a un fin, mientras que las segundas se centran en la herramienta, es decir en el medio. El argumento, sin embargo no influyó suficientemente, pues la votación al interior del concejo directivo arrojó un voto por NTSC y nueve por NTIC. A pesar de esta decisión, en algunos documentos institucionales el énfasis declarado es el de NTSC.

D. Aspectos pedagógicos

En coherencia con la Ley General de Educación Nacional (Ley 115 de 1994), el objetivo general de la institución antes citado enmarca el ejercicio pedagógico en el desarrollo de competencias; es decir, en el desarrollo de capacidades tanto para generar constructos conceptua-

les que aporten en el conocimiento de la realidad, como para dominar el hacer con objetos y conceptos. Los objetivos específicos dejan ver la perspectiva metodológica con que se busca lograr este objetivo. La referencia a la pedagogía cognitiva es clara cuando afirma que pretende:

> Propiciar experiencias pedagógicas que permitan la asimilación de los conceptos fundamentales de las diferentes áreas del conocimiento; Integrar en las aulas de clase las NTIC como una herramienta didáctica más para facilitar un aprendizaje significativo; e incorporar en los procesos de enseñanza-aprendizaje métodos constructivistas que contemplen el uso de las TIC como instrumento cognitivo.

Más específico aún resulta el apartado referente a la fundamentación pedagógica, donde afirma, en concordancia con las premisas generales de VYGOTSKY, que: "la realidad extrasubjetiva es una construcción cuyo significado es el producto de las negociaciones intersubjetivas que le confieren estatuto de objetividad". Así mismo, la tarea asignada al docente, quien "se ocupará de la transformación de las estructuras conceptuales, metodológicas, actitudinales y axiológicas –ECMAA– con las cuales los estudiantes reconstruyen y construyen significados y formas de significar", incorpora premisas de la teoría piagetiana. Finalmente, en el apartado del PEI dedicado a la fundamentación psicológica, declaran la filiación conceptual en tanto afirma que "la enseñanza de los saberes disciplinares en nuestro colegio se fundamentan principalmente en la psicología cognitiva"; y agrega más adelante:

> Consideramos que los estudiantes construyen representaciones mentales, mediante los cuales procesan y almacenan información sobre el entorno, la que combinada con los planes o fines que poseen, es la causa de su conocimiento. Compartimos con los psicólogos cognitivos que al partir de experiencias pasadas, individuales o sociales, en relación con objetos o procesos dados en el ambiente, las personas tienden a elaborar generalizaciones en torno a sus características y propiedades.

En esa vía de filiación conciben que:

> el proceso fundamental del aprendizaje es la reestructuración de las estructuras conceptuales, metodológicas, actitudinales y axiológicas de las personas, es decir, se produce aprendizaje cuando se modifican y se reestructuran tales estructuras [...] Esta reestructuración es un proceso de cambio cualitativo y

> no meramente cuantitativo. A partir de estas estructuras, las personas no sólo construyen interpretaciones de la realidad sino que también se construyen esos mismos conocimientos en forma de teorías.

Consecuente con la teoría cognitiva, el aprendizaje de los conocimientos científicos requiere modificar la epistemología espontánea, consecuencia de las interacciones ingenuas con las personas, con la cultura, con la naturaleza, de la enseñanza memorística y convencional basada en el conductismo, de la actitud pasiva del estudiante, por una epistemología científica, base de la enseñanza por investigación, para promover el cambio epistemológico, el cambio conceptual, el cambio axiológico, el cambio metodológico y el cambio actitudinal.

Sin embargo, en coherencia con la demanda de acoplar la perspectiva pedagógica al contexto, la institución hace hincapié en el significado al que se orientan los procesos de la pedagogía y la psicología cognitivas. Particularmente en el apartado de fundamentación epistemológica se detiene en los alcances de la concepción de ciencia; allí declara:

> entendemos por ciencia una actividad social orientada a construir conocimientos, teorías, leyes con cierto rigor y de acuerdo con unas reglas de producción aceptadas por un colectivo de personas que pertenecen a una comunidad académica y que comparten, por lo menos el núcleo de un mismo paradigma. Compartimos la idea que la cosa en sí existe independientemente del ser humano pero ingresa al intelecto como un constructo conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico que hace que la cosa sea aquello que el intelecto quiere que sea, para que sea cosa de experiencia [...] Las personas, por consiguiente, poseen una estructura conceptual, metodológica, actitudinal y axilógica con la cual describen, explican e interpretan los fenómenos socio-naturales. Cómo cada persona observa e interpreta de acuerdo con tales estructuras, el aprendizaje implicaría negociar los significados con las construcciones acordadas por el colectivo sociocultural en el cual ha nacido la persona. De acuerdo con esta argumentación, la realidad extrasubjetiva es una construcción cuyo significado es fruto de negociaciones intersubjetivas, que le confieren estatuto de objetividad. El conocimiento es por tanto una construcción que incluye lo construido como objeto de reflexión en la constante actividad de la persona dentro de un colectivo de especialistas.

Se puede ver que el planteamiento institucional de la IED Manuel Cepeda Vargas parte de un arraigo socio-contextual, a partir de la significación que la historia de su creación y funcionamiento implican. Que la indagación por sus métodos pedagógicos la ha llevado a filiarse con la pedagogía cognitiva, pero que, a su vez, en el reconocimiento de su

singularidad como institución puesta en contexto, ha especificado los alcances, sesgos y directrices de esa forma de concebir la pedagogía. Así, acoplándose a los lineamientos legales de orden nacional, la IED se ha planteado como eje vertebral las NTICS para, mediante los procesos de recepción, asimilación, reestructuración y retención, propios del aprendizaje significativo, potenciar el desarrollo de competencias que lleguen a refractarse sobre su contexto y sobre las condiciones de vida extra e intrasubjetivas de su estudiantado.

II. Perfil socioeconómico

En el apartado anterior se elaboró el perfil institucional como marco de la PRA, en este, buscaremos rastrear algunas características socioeconómicas, que cobran relevancia en tanto constituyen parte de las condiciones del aprendizaje significativo ya que configuran el contenido idiosincrático y marcan los intereses del estudiante. Debido a esto último, este perfil resulta fundamental para la determinación de los componentes actitudinales (cognitivo, afectivo y conductual) que se busca precisar. Los aspectos que se busca sopesar se refieren, en primer lugar, a la configuración social tomando como referente el núcleo familiar: los niveles de importancia que se otorgan al aprendizaje y al contacto con actividades que lo ejerciten o estimulen, el grado de circulación del conocimiento y los niveles de escolaridad. En segunda instancia, se indaga por la relación con la tecnología, básicamente con el computador e Internet. Y finalmente, se realiza una aproximación a las variables de estrato socioeconómico y nivel de ingresos para sustentar el panorama económico.

Para la construcción del perfil se parte de la encuesta socioeconómica aplicada a los 150 estudiantes del grupo de ciclo 4 de educación básica que participaron en la implementación de la PRA, y que se consigna en el anexo I. Esta encuesta no estandarizada, que se elaboró con base en los aspectos esbozados anteriormente, fue aplicada al finalizar la primera mitad del cronograma de la PRA y los resultados se procesaron por frecuencia de aparición.

De acuerdo con el primer ítem, el margen de edad está entre los 13 y los 16 años, con promedio de 14,6 años, que los ubica en la etapa biológica de la pre-pubertad a la pubertad, donde Ausubel (1981) identifica el inicio del ejercicio del pensamiento abstracto y Piaget (1990)

el del dominio de las funciones superiores. Según el ítem dos, el núcleo familiar de estos estudiantes está conformado el 73% de las veces por menos de cinco personas. Entre los padres el nivel de escolaridad preponderante es el de secundaria sin terminar con un 30,4%; seguido por los que no han terminado su primaria (26,1%), y por los que sí la han terminado (23,9%). Resalta el que solo el 2,2% de los padres de familia tiene nivel de escolaridad profesional. Comparativamente se ve que un 16% de los estudiantes tiene un núcleo familiar con madre cabeza de familia (ausencia de la figura paterna) y que sólo el 19% convive con personas diferentes a padres y hermanos.

En lo que respecta a la circulación de la cultura y el contacto con actividades que propendan, ejerciten o estimulen el aprendizaje (ítem tres), la encuesta muestra, en concordancia con los precarios niveles educativos de los padres evidenciados en el ítem anterior, que solo el 15,4% de los estudiantes practican con frecuencia este tipo de actividades. Resulta notorio el amplio margen de mayoría (42,3%) de quienes nunca tienen contacto con actividades culturales o que fomenten el aprendizaje. Los ítems cuatro, cinco y seis, muestran que aunque no todos los estudiantes poseen computador en su casa (57,7% no lo tienen), todos hacen uso del servicio de Internet bien sea porque lo tienen a disposición en su vivienda (26,9%) o porque visitan un café internet (73,1%).

En cuanto al aspecto económico, los resultados muestran que el 50% de los estudiantes residen en viviendas estrato 2, el 30,7% en estrato 1 y el 19,3% en estrato 3. Las implicaciones de esta distribución cobran relevancia a la luz de la Ley 142 de 1994, título VI, Capítulo IV, que, por medio de la Secretaría de Planeación Distrital, establece estos tres estratos como población vulnerable, en tanto presentan condiciones insuficientes en infraestructura física de vivienda, entornos de deterioro urbanístico, vías precarias, difícil acceso a servicios de salud y acentuados niveles de pobreza o indigencia. No son discordantes estos resultados con los niveles de ingreso ya que el 38,5% declaró recibir entre uno y dos salarios mínimos mensuales legales vigentes –SMMLV–; el 34,6% entre dos y tres SMMLV; el 19,2% menos de uno; y solo el 7,7% registró más de tres. En este punto resulta vital aclarar que, aunque el concepto de SMMLV parte de la premisa de ser el ingreso mínimo para la subsistencia de un núcleo familiar, las condiciones económicas de la

ciudad hacen que diste mucho de ese concepto. Como ejemplo tómese que el canon de arrendamiento de un apartamento en estrato 2, para cuatro personas, puede rondar los $300.000, lo que significa cerca de la mitad de un SMMLV.

A. Panorama cualitativo

Socioeconómicamente, con acuerdo a los resultados de la encuesta aplicada, se puede afirmar que la población vinculada al desarrollo de la PRA, se mueve en un entorno de vulnerabilidad de las condiciones básicas de subsistencia. Los bajos niveles de ingreso dejan poco margen para la inversión en actividades de ocio creativo, cursos o fomento de otras actividades que estimulen el ejercicio de las habilidades cognitivas en relación con el aprendizaje de conceptos; adicionalmente, la caracterización de la estratificación junto con la panorámica brindada sobre la localidad por la Secretaría Distrital de Planeación (2011), resalta las difíciles condiciones materiales y la presencia frecuente de violencia física y simbólica en el entorno. Igualmente precaria es la circulación del conocimiento y las actividades culturales en el contexto de los alumnos del ciclo 4 de la IED Manuel Cepeda Vargas y, particularmente, dentro de su núcleo familiar.

Sin embargo, el contacto permanente con la tecnología, aún en este entorno conflictivo, se hace necesario ya que constituye, por un lado, un facilitador del acceso a la información, a los conceptos abstractos y a los esquemas de jerarquización de los mismos; pero además, se ha convertido en un conducto de comunicación con ventajas como la simultaneidad y la posibilidad de uso de diversos códigos (audiovisuales, que incluyen la oralidad y otras formas para-lingüísticas; o escritos).

Aunque en el marco de la pedagogía cognitiva se reconoce que estos factores no son decisivos para el desarrollo normal de las habilidades mentales propias de la etapa abstracta, es importante sopesar su función como pilares de la "actitud de aprendizaje significativo" y sus posibles repercusiones en la eficiente recepción, en la retención y en la fuerza de disociabilidad. En este sentido, los resultados de la encuesta, en términos de los aspectos actitudinales, señalan una constelación cognitiva pobre frente al aprendizaje y actividades conexas; condiciones difíciles para el arraigo de valoraciones favorables y, como primer indicador directo, una tendencia conductual lejana de propender por

establecer vínculos con el factor que se analiza: las actitudes hacia el aprendizaje.

III. Perfil de la Propuesta de Robótica en el Aula –pra–

A. Descripción general de la propuesta

La Propuesta de Robótica en el Aula es una apuesta pedagógica que propende por la integración de conocimientos con miras a su aplicación práctica, que se cuestiona sobre su aspecto metodológico y que cuenta dentro de sus ejes la preocupación por la incorporación subjetiva de dichos conocimientos con especial atención a su dimensión constructiva en el contexto.

La pra que nos ocupa, fue diseñada para estudiantes del ciclo cuarto, y su formulación tiene dos referentes institucionales: por una parte el énfasis particular escogido por la ied Manuel Cepeda Vargas, como se señaló en el apartado dedicado al perfil institucional; y por otra, el marco de política educativa del Ministerio de Educación Nacional –men–, que incluye y da relevancia a esta área específica del conocimiento con acuerdo a los *Objetivos de Desarrollo del Milenio*, definidos por Naciones Unidas. En este sentido, y haciendo eco de los planteamientos de Papert (1995), se asume la educación en el área de tecnología como un proceso de alfabetización dado que "implica [...] entender, reflexionar y desarrollar competencias para la comprensión y la solución de problemas de la vida cotidiana" (men, p. 11). Esta concepción tiene en cuenta el rápido avance de la tecnología (no solo entendida con referencia al manejo, diseño y análisis de *hardware* y *software*, sino en su carácter sistemático y organizacional), tanto como su presencia en todos los ámbitos de la vida cotidiana.

Derivado de este referente, y de acuerdo al plan de asignatura, la pra concibe la tecnología "como un área de actividad del ser humano, [que] busca solucionar problemas y necesidades individuales y colectivas, mediante la construcción de sistemas técnicos, y emplea para ello los recursos de la sociedad en la que está inmersa" (*Plan de Asignatura*, p. 1). Consecuentemente con esta concepción, su metodología plantea que:

> el área de tecnología se articula en torno a un binomio conocimiento-acción, donde ambos deben tener un peso específico equivalente. [Pues] una continua manipulación de materiales sin los conocimientos técnicos necesarios nos puede conducir al mero activismo y, del mismo modo, un proceso de enseñanza-aprendizaje puramente académico, carente de experimentación, manipulación y construcción, puede derivar a un enciclopedismo tecnológico inútil (*Plan de Asignatura*, p. 2).

Pero la PRA no solo contempla una articulación al interior de su propio campo, sino que aboga por la construcción de lasos interdisciplinares, como lo expresa uno de sus objetivos de área, según el cual, en el curso se trata de: "Adquirir conocimientos y destrezas técnicas, y emplearlos junto con los adquiridos en otras áreas para el análisis, intervención, diseño y elaboración de objetos y sistemas tecnológicos, y valorar su funcionalidad y la multiplicidad y diversidad de perspectivas y saberes que convergen en la satisfacción de las necesidades humanas" (*Plan de Asignatura*, p. 2).

Atendiendo a esa perspectiva articuladora e interdisciplinar, la PRA define cuatro tipos de competencias que la ocuparán, a saber: las cognitivas, relacionada con las elaboraciones conceptuales y los complejos abstractos que requiere el área; las axiológicas, que se preocupan por el cuestionamiento de la dimensión ética de la tecnología y las diferentes experiencias que se llevarán a cabo a lo largo del año lectivo; las comportamentales, cuyo centro es la relación interpersonal y con las normas de convivencia; y, finalmente, las ciudadanas, que centran su atención en situar los contenidos y demás competencias en el contexto particular de los estudiantes.

Es importante precisar que en el ciclo 4 de educación confluyen dos grados de duración anual, denominados grado octavo y grado noveno de educación básica. Ello implica que, aunque las definiciones pedagógicas, la didáctica, la metodología y la forma de evaluación sean semejantes para todos los estudiantes, hay dos planes temáticos diferentes. Revisemos, pues, cada uno de ellos.

El plan temático para grado octavo (o primer año del ciclo 4), tiene un sesgo particularmente práctico que inicia por la experiencia con distintos tipos de dispositivos eléctricos y electrónicos e incluye el trabajo con conceptos propios de esas áreas (resistividad, conductancia, impedancia, capacitancia, ley de ohm, etc). Encadenado a esto, se revisa en seguida el concepto de energía y se amplía a su acepción más

general, se revisan sus fuentes más frecuentes, los procesos de transformación y algunas máquinas que tienen tal fin. Derivado de ello, se introduce el campo de la mecánica traspolando esos conceptos al tema de estructuras y mecanismos donde se tratan aspectos como la estabilidad, la resistencia, las características de diferentes materiales, las máquinas simples, etc. Finalmente, guiados por el criterio integrador, se introduce una unidad de robótica y control, que incluye el trabajo con sensores, analiza la función de los elementos mecánicos, electrónicos, hidráulicos y neumáticos dentro de un sistema automatizado y se detiene en las distintas posibilidades arquitectónicas de los mismos.

El *Plan de Asignatura Grado 9.°* establece como punto de partida el manejo del entorno de programación denominado *Scratch*. A través de este, y en una perspectiva semejante a la de Papert, el curso se plantea que los estudiantes "resuelvan situaciones planteadas por el docente tales como: historias interactivas, simulaciones y solución de problemas" (*Plan de Asignatura Grado 9.°*, p. 4). La plataforma *Scratch* permite una aproximación sencilla a la creación de algoritmos, su interface es accesible y su código abierto permite interactuar con el trabajo de otros estudiantes. Una vez abordado este tema, se pasa al reconocimiento y manejo del kit de robótica *lego mindstorms*, se identifican sus diferentes componentes y se acopla lo aprendido a través de *Scratch* con el lenguaje de programación propio del kit. A partir de aquí, el plan de asignatura se dirige a la profundización de conceptos que incluye, primero, un repaso sobre electricidad y electrónica donde se establecen diferencias sobre el tipo de señales, se estudian sus posibilidades de conversión y se resalta la utilidad de esto en el uso de tarjetas controladoras, con lo que se abre las puertas al ordenador como instrumento de control automático. Después, con base en lo anterior, la jerarquización y ampliación de conceptos se centra en los procesos de robótica y control computacional, en el manejo de sensores, en los diagramas lógicos y su programación.

B. Elementos pedagógico-conceptuales de la PRA

Hasta aquí se ha realizado una caracterización general de la PRA, se ha precisado su concepción sobre tecnología y se han destacado los elementos metodológicos y de contenido que la enmarcan. Revisemos ahora en el campo pedagógico los pilares que conceptualmente la sostienen.

Por tratarse de una propuesta para el área de tecnología, el primer elemento destacable puede ser su carácter dual (teórico-práctico) con la referencia a la experiencia individual que ello implica; lo cual se relaciona con la propuesta de Seymour Papert, pues le apuesta al distanciamiento del modelo abstraccionista, dándole relevancia al aprendizaje por descubrimiento. Así mismo, el desarrollo de una secuencia de mini-proyectos donde se aplican los criterios y principios de electrónica, mecánica y demás disciplinas que interactúan en la elaboración de un robot, muestra como la experiencia individual es el sustrato del proceso que pone en movimiento la PRA y como construye la urdimbre de saberes y métodos que generan el microcosmos que Papert ubica en el centro del aprendizaje.

Con esta concepción, la PRA integra lo que en términos piagetianos se llaman procesos de asimilación y acomodación. El proceso de asimilación se impulsa, principalmente, a través de los ejercicios prácticos, que propenden por que el estudiante entre en contacto con experiencias sensoriales, lo que le permite formular hipótesis propias sobre los fenómenos observados y ponerlas a prueba. Por ese camino, y apoyado por el tiempo que se destina a la clase expositiva, se introduce el proceso de acomodación. Por su parte, la naturaleza empírica del proceso experimental, es decir, lo obligatorio de obtener resultados comprobables (bien sean éxitos o fracasos), disminuye el margen de respuestas no adaptativas del desequilibrio cognositivo.

Así mismo, el esquema de los dos planes de asignatura que articula la PRA, se construye sobre el establecimiento de relaciones en los distintos niveles conceptuales piagetianos: el intraobjetual, mediante el análisis de estructuras y materiales; el interobjetual, a través del diseño algorítmico y el acople de estructuras de acuerdo a sus materiales y con arreglo a las necesidades; y el transobjetual, en tanto incorpora el análisis de dichas estructuras, explica las leyes físicas e invita a la proposición de soluciones prácticas donde se apliquen los conocimientos.

La propuesta también admite la identificación de claves vygotskianas en su formulación. Al respecto es importante resaltar que el punto de partida didáctico de la PRA, el aprender haciendo, permite un contacto directo con la experiencia, lo que agiliza los procesos de mediación. Particularmente, el desarrollo teórico-práctico del contenido de la PRA conjuga la acción de los dos mediadores definidos por Vygotsky: se implementa la herramienta en tanto hay presencia de un compo-

nente empírico que surte su efecto sobre la sensorialidad, y al tiempo, la exposición de contenidos y la organización de conceptos pone en funcionamiento tanto el signo lingüístico (encarnado principalmente en la explicación del docente), como el paralingüístico (que aparece en la interrelación que se establece con los demás sujetos-compañeros a la hora del trabajo experimental). Esta forma de construcción de la PRA apunta en la misma dirección del supuesto vygotskiano de que: "Todas las funciones superiores se originan como relaciones entre seres humanos" (1978, p. 91).

No obstante, por ser el centro conceptual del presente estudio, haremos un rastreo más detallado de los elementos que, en claves ausubelianas, facilitan el aprendizaje significativo. En ese sentido, es importante recordar que dentro de la propuesta del psicólogo y pedagogo estadounidense se identifican dos condiciones para lograr dicho aprendizaje: la primera es que el material de aprendizaje debe ser potencialmente significativo, lo que implica que debe tener una coherencia interna y una jerarquización de conceptos, y también, que debe establecer ligazón con conceptos ya anidados en la estructura cognitiva de los sujetos; la segunda condición es la existencia de una predisposición favorable a la adquisición de conocimientos significativos.

La primera condición, como se dijo, consta de dos elementos: la significatividad lógica (coherencia interna y jerarquización), y la psicológica (relevancia y no arbitrariedad en relación con los estudiantes) de la materia de aprendizaje. La primera de ellas está íntimamente relacionada con la naturaleza del área, pues resulta imprescindible para efectos de la alfabetización tecnológica que los contenidos tratados estén claramente ordenados y se relacionen jerárquicamente. En la descripción de cada uno de los planes de asignatura hecha resalta el método de la inclusión sucesiva al realizar un recorrido de contenidos más sencillos a otros más complejos que los subordinan o contienen. Adicionalmente, son resaltables los tres principios metodológicos que plantea la PRA:

> 1. Se hace imprescindible la adquisición de los conocimientos técnicos y científicos necesarios para la comprensión y el desarrollo de la actividad tecnológica;
>
> 2. Estos conocimientos adquieren su lugar si se aplican al análisis de los objetos tecnológicos existentes y a su posible manipulación y transformación,

> sin olvidar que este análisis se debe enmarcar trascendiendo al propio objeto e integrándolo en el ámbito social y cultural de la época en que se produce.
>
> 3. La posibilidad de emular procesos de resolución de problemas se convierte en remate de este aprendizaje y adquiere su dimensión completa apoyado en las dos actividades precedentes (*Plan de Asignatura*, p. 2).

La importancia que se le concede a la clarificación del orden, jerarquía y nivel de los conceptos al interior del área mediante la explicación magistral se resalta dentro de los procedimientos didácticos para cada unidad temática. Para grado octavo, por ejemplo, la primera unidad aclara que: "En la parte relativa a los conceptos se explicará mediante abundancia de dibujos y esquemas el funcionamiento, simbología y composición de los diversos elementos del circuito eléctrico" (*Plan de Asignatura*, p. 5); y luego, en la segunda unidad, contempla: "Clases expositivas, aportando esquemas y despieces de motores de los diferentes tipos, para poder identificar cada una de sus partes y su función" (*Plan de Asignatura*, p. 7).

Así mismo, redunda en expresiones que apuntan hacia la jerarquización de conceptos como cuando se refiere a las estructuras mecánicas, donde se plantea: "Diferenciar los esfuerzos a que está sometida una estructura" (*Plan de Asignatura*, p. 8), así como: "Analizar y clasificar las distintas estructuras", "comprender el efecto de la 'triangulación'" y "comprender el concepto de 'estabilidad'" (*Plan de Asignatura*, p. 9).

En el caso del plan para grado noveno, el manejo de un entorno de programación a la vez facilita y exige la jerarquización de conceptos, ya que presenta una estructura organizada y bien diferenciada, propende por el desarrollo de formas algorítmicas de pensamiento y el abordaje metódico de diferentes temas para la solución de problemas. La sencillez del mismo hace que el número de éxitos sea alto y estimule, por esta vía, la satisfacción respecto de la materia, así como el interés en ella. Esta misma característica permite la posibilidad de improvisar soluciones, ensayar diferentes soluciones de forma rápida y corregir errores sobre la marcha de la construcción o la puesta a prueba de los proyectos.

Adicionalmente, dado que el programa posee una interacción con otros lenguajes como *Action Script*, sus umbrales de complejidad son altos; es decir, no se convierte en limitante como herramienta y permite que los estudiantes accedan a procesos más complejos según los problemas que se planteen. En el mismo sentido, la posibilidad de ac-

ceder a los algoritmos realizados por otras personas y realizar modificaciones, adaptaciones o mejoras, valida la dimensión colaborativa del entorno y dentro del aula. Dentro del programa dos objetivos apuntan en esa dirección: "Realizar modificaciones a programas existentes para mejorarlos", por una parte; y "compartir con otras personas los trabajos realizados en *Scratch*" (*Plan de Asignatura Grado 9.°*, p. 5).

Pero no solo las herramientas, sino que el plan para este grado está orquestado de manera que sean claras las diferencias entre conceptos. La segunda unidad, por ejemplo, está enfocada en la comprensión de los elementos mecánicos que interviene en la elaboración de un modelo robotizado: engranajes, poleas, palancas y la exploración de diferentes combinaciones. La tercera unidad está destinada al análisis de circuitos electrónicos, identificando sus etapas (entrada, procesamiento o salida) y componentes; así como a la realización de ejercicios de acople de algunos circuitos con el computador, de manera que se puedan comprender los procesos de control y flujo de datos. Finalmente, la cuarta unidad se enfoca en compendiar los conocimientos de las unidades anteriores a través de la elaboración de modelos robóticos automatizados, que incorporen el uso de sensores y permitan regular su respuesta con acuerdo a los datos recogidos por el sensor, es decir, se preocupa por consolidar un aprendizaje de proposiciones que ponga de relieve la capacidad del estudiante para relacionar conceptos y proponer formas de acople entre ellos.

El segundo elemento que hace de una materia de conocimiento potencialmente significativa, su significatividad psicológica, no solo es parte integrante de la PRA, sino que se plantea como posible modificador; es decir, en el afán de estrechar los vínculos entre los conceptos nuevos y los conceptos ya interiorizados por los estudiantes, afirma que, en el plan de asignatura, "la secuencia se determina en función de su lógica interna, del grado de madurez de los alumnos y de la interrelación de los conceptos" (*Plan de Asignatura*, p. 2). De esta manera, plantea posibles modificaciones en el desarrollo del curso con acuerdo a si el mismo resulta pertinente y los estudiantes muestran una relación no memorística (arbitraria) con los contenidos nuevos. De hecho, uno de sus objetivos de área es el de:

> Adquirir conocimientos y destrezas técnicas, y emplearlos junto con los adquiridos en otras áreas para el análisis, intervención, diseño y elaboración

> de objetos y sistemas tecnológicos, y valorar su funcionalidad y la multiplicidad y diversidad de perspectivas y saberes que convergen en la satisfacción de las necesidades humanas (*Plan de Asignatura*, p. 3).

Donde no solo se señala expresamente la preocupación por validar los nexos con los conocimientos "adquiridos" con antelación en otras áreas, sino que se busca "valorar" esa "convergencia" de saberes.

Es importante anotar que la PRA, en el desarrollo de los planes temáticos para los dos grados consecutivos que se incluyen en el ciclo cuarto, guarda esa referencialidad a los conceptos previamente adquiridos y, podría afirmarse, adquiere con ello coherencia interna. Así, por ejemplo, existe una unidad temática para electrónica y electricidad en cada uno de los grados, pero la perspectiva y la profundidad de los conceptos se amplía, de manera que lo aprendido en el grado octavo se convierte en concepto previo de lo trabajado en el grado noveno. Lo mismo aplica para la unidad dedicada a robótica y control.

Hasta aquí se ha mostrado como la PRA del ciclo 4 implementada en la IED Manuel Cepeda Vargas tiene en sus bases un material de conocimiento lógica y psicológicamente significativo; quedan por revisar los elementos que conciernen a la segunda condición: lo referente a la disposición subjetiva para el aprendizaje.

A pesar de que la PRA no contempla un diagnóstico del estado de la predisposición hacia la materia, le da a tal disposición relevancia dentro de sus planteamientos; como muestra, uno de sus objetivos generales de área es: "Desarrollar y mantener actitudes de interés, curiosidad e indagación hacia la actividad tecnológica, y generar iniciativas de investigación, así como de búsqueda y elaboración de nuevas realizaciones tecnológicas" (*Plan de Asignatura*, p. 3). Pero el interés por la predisposición, por las actitudes de los alumnos frente a la materia y al conocimiento muestra límites amplios. Resalta, especialmente, su preocupación por el aspecto conductual pues no solo lo incluye dentro de las competencias generales definidas bajo el rótulo de competencias comportamentales, sino que las contempla como marco de observación en el desarrollo del plan de asignatura. Para el grado octavo, por ejemplo, define dentro de las competencias específicas:

- Actitud Metódica y ordenada en el proceso de diseño y construcción de un proyecto técnico.

- Mostrar entusiasmo e interés por el desarrollo tecnológico en el campo de los automatismos y robots, valorando su influencia en nuestra calidad debida.

- Satisfacción por el trabajo bien realizado (*Plan de Asignatura*, p. 11).

Más aun, el aspecto conductual se incluye en los criterios de calificación bajo la metodología "observación directa en el aula" (*Plan de Asignatura*, p. 12), la cual tiene un valor del 20% en la calificación total del área.

Pero la presencia del elemento actitudinal no solo se restringe al campo específico de estudio y la conducta observable en el aula, sino que se proyecta a los campos colindantes; pretende, por ejemplo, "analizar y valorar críticamente la influencia del uso de las nuevas tecnologías sobre la sociedad y el medio ambiente" y también, "analizar y valorar los efectos que sobre la salud y la seguridad personal y colectiva tiene el respeto de las normas de seguridad e higiene, contribuyendo activamente al orden y a la consecución de un ambiente agradable en su entorno" (*Plan de Asignatura*, p. 3). Con ello busca cuestionar los criterios de juicio subjetivos de los alumnos y plantear la posibilidad de reorganización de la predisposición hacia la tecnología, el ambiente y la normatividad, por vía del desequilibrio de las estructuras cognoscitivas. No sobra recordar que uno de los componentes de las actitudes es, precisamente, el cognoscitivo, que es donde reside la imagen racional del tema que suscita una actitud.

El MEN, en sus *Orientaciones generales para la educación en tecnología*, define una serie de desafíos que comprenden:

- Mantener e incrementar el interés de los estudiantes;

- Reconocer la naturaleza del saber tecnológico como solución a los problemas que contribuyen a la transformación del entorno;

- Desarrollar la reflexión crítica frente a las relaciones entre la tecnología y la sociedad;

- Permitir la vivencia de actividades relacionadas con la naturaleza del conocimiento tecnológico, lo mismo que con la generación, la apropiación y el uso de tecnologías;

- Tener en cuenta que la alfabetización tecnológica comprende tres dimensiones interdependientes: el conocimiento, las formas de pensar y la capacidad para actuar (MEN, pp. 11 y 12).

La PRA que nos ocupa atiende estos desafíos articulando una amplia gama de elementos pedagógicos que apuntan hacia la construcción de un aprendizaje significativo. Su formulación incorpora una concepción de tecnología amplia y sopesa su papel primordial en la cotidianidad; las metas que se traza, sus objetivos, no dejan de lado la articulación del elemento crítico a través de la dupla teoría-praxis; los conocimientos que ordenan su ejecución poseen un alto grado de coherencia interna y organización jerárquica; reconoce la naturaleza subjetiva e intersubjetiva de la experiencia del aprendizaje y busca ceñirse a ella con acuerdo a la particularidad de la población estudiantil.

En términos actitudinales, la propuesta trabaja con gran énfasis el componente conductual y su sustento cognitivo, aunque no demuestra ningún elemento que evalúe, estimule o sopese el componente afectivo. Es innegable que no restringe su interés a las actitudes que suscita el área específica, sino que promueve la formación de conceptos y el ejercicio de conductas respecto a campos limítrofes de la tecnología. Pero en ese mismo sentido es fundamental ver la perspectiva holística del área que implica y que responde a la necesidad de poner en evidencia el intrincado tejido que configuran el horizonte de sentido particular de los estudiantes, así como las tensiones que lo sostienen.

Capítulo tercero
Elementos del perfil actitudinal

Los estudios sobre el comportamiento humano y su relación con la idea que cada sujeto tiene sobre el mundo han tomado diferentes vertientes desde los albores de la psicología. Como se anotó en el capítulo primero, la psicología social se ha centrado en el estudio de las posibles reacciones de una persona frente a un determinado objeto de interacción; esto es, el punto de partida de esta escuela es que las acciones que un sujeto puede llevar a cabo frente a un objeto, persona o situación, se adecuan a la imagen cognitiva y a la distancia afectiva que pueda tener respecto a ella. Las disposiciones, bien sean positivas o negativas, que esas cargas cognitivas y afectivas tienen, y la inclinación a comportarse de una manera determinada es lo que esa disciplina define como actitudes.

Es importante anotar, en ese marco, las particularidades del objeto que nos ocupa. El aprendizaje tiene la característica de retroalimentar, conductual y cognitivamente, la disposición hacia sí mismo. Desde la perspectiva ausubeliana, esta reciprocidad se evidencia en el papel que le otorga a la predisposición respecto a la efectividad de ese proceso; de allí que se convierta en una de las condiciones necesarias para el aprendizaje significativo. El valor que esto cobra en sentido práctico es el de potencializar el proceso: así, cuando la experiencia enseñanza-aprendizaje engancha los conceptos nuevos que presenta con las estructuras pre-existentes de los sujetos participantes, de modo que facilita el ejercicio de significación subjetiva, se refuerza el impulso cognitivo por vía del éxito (nivel motivacional) (Ausubel, 1970, pp. 102 y 103), se modifica, a su vez, el componente cognitivo, y se replantea la situación afectiva hacia el mismo; todo lo cual, se reflejará en una mejor actitud hacia el proceso enseñanza-aprendizaje en una futura experiencia.

Con base en esto, en este capítulo se busca sondear el panorama actitudinal de los estudiantes del ciclo cuarto después de la aplicación de la PRA, caracterizada en el capítulo anterior. Ese sondeo se realizará de dos maneras a saber: la primera, diseñando y aplicando una escala Likert para la medición de actitudes; instrumento cuantitativo que permitirá determinar el estado actitudinal de los estudiantes. La segunda, de tipo cualitativo, consiste en el análisis de los productos resultantes de la aplicación de la PRA y su valoración como evidencia de la disposición conductual. Al respecto, es importante subrayar que es precisamente en este aspecto de las actitudes donde se viabiliza la materialización de la filiación afectiva y de las pre concepciones cognitivas; por tanto, los productos se tornan en evidencias tangibles de la disposición actitudinal.

I. Escala Likert: Diseño, validación, aplicación y resultados

La escala Likert, que debe su nombre a Rensis Likert, quien la presentó en 1932 (Escalante, 1983), está específicamente destinada a medir actitudes; vale decir, predisposiciones individuales a actuar de cierta manera en contextos sociales específicos o bien a actuar en favor o en contra de personas, organizaciones, objetos, etc. Desde el punto de vista aritmético, la escala Likert es una escala sumatoria, ya que la puntuación o la medida de cada persona en la actitud de que se trate se obtiene mediante la suma de los puntajes asignados a las respuestas frente a diversas proposiciones relativas al tema a evaluar.

Segú los planteamientos de Likert, los pasos que se siguen en la construcción de la escala son:

1. Definición nominal de la variable: el concepto o propiedad que se desea medir aparece en cierto contexto teórico, problemático o práctico.

2. Operacionalización de la variable: definición de indicadores, selección de ítems, revisión y presentación de los mismos.

3. Determinación de las puntuaciones dadas a las categorías de los ítems: Las cuales se pueden efectuar mediante asignación o ponderación por desviación sigma, ponderación por desviación estándar o por ponderación arbitraria.

4. Aplicación de la escala provisoria a una muestra apropiada y cálculo de las puntuaciones escalares individuales.

5. Análisis de los ítems utilizados para eliminar los inadecuados; lo cual se puede realizar por cualquiera de los métodos siguientes: Correlación ítem-escala, diferencia absoluta entre las cuartiles extremos o el método Edwards.

6. Categorización jerárquica de la escala; en alto, medio y bajo.

7. Cálculo de la confiabilidad y validez de la escala.

A. Definición de variables

Para efectos de la formulación de la escala se tendrán en cuenta las siguientes variables:

- Propuesta de robótica en el aula: Está configurada como variable independiente dado que su ejecución no fue medida ni controlada para efectos de la presente investigación. Se refiere al "plan pedagógico de robótica" implementado con los estudiantes de ciclo 4 de educación media, en la IED Manuel Cepeda Vargas, y cuya caracterización detallada se realizó en el último apartado del capítulo anterior.

- Actitudes frente al aprendizaje: Es la variable dependiente y se define como "una organización duradera de creencias y cogniciones en general, dotada de una carga afectiva a favor o en contra de un objeto social definido, que predispone a una acción coherente con las cogniciones y afectos relativos a dicho objeto" (Rodríguez, 1997, p. 330). En términos de su doble carácter, se configura, para efectos de su medición, como variable discreta (con niveles definidos) y ordinal (cuantificable con orden entre sus niveles). Para

su abordaje se definen tres escalas indicativas con acuerdo a las componentes de las actitudes: cognoscitivo, afectivo y conductual.

- Caracterización pedagógico-contextual: Se asume como variable moderadora dado que juega un papel fundamental como marco de implementación y que condiciona las demás variables. Se refiere a los aspectos estudiados en el capítulo anterior: por un lado, los lineamientos institucionales que están definidos en la visión, la misión y el Proyecto Educativo Institucional –PEI– del colegio en el que está la población que nos ocupa; y por otro, las características socio-económicas de dicha población.

B. Definición operacional de las variables

Para efectos de elaboración de la escala se definen tres indicadores en relación con los componentes actitudinales y con acuerdo a la premisa de que "cualquier cambio que se registre en cualquiera de estos tres componentes es capaz de modificar a los demás componentes, puesto que todo el sistema es accionado cuando uno de sus componentes es alterado, al igual que en un campo de fuerza electromagnética" (RODRÍGUEZ, 1976, p. 357):

- *Cognitivo*: Busca sopesar la idea que cada estudiante tiene sobre el aprendizaje y sobre la adquisición de conceptos nuevos; con acuerdo a la teoría organicista de AUSUBEL, las proposiciones referidas a este componente se constituye como el concepto pre-existente que condiciona las posibilidades de incorporación de nuevos conceptos y la modificación actitudinal con respecto al objeto aprendizaje.

- *Afectivo*: Se parte del supuesto de que una mayor filiación afectiva con el objeto aprendizaje facilita el ejercicio de éste. Este indicador tiene en cuenta el nivel motivacional como un elemento fundamental dentro del marco contextual y le otorga un sentido amplio; es decir, aunque AUSUBEL (1970, pp. 101 y 102) remite este concepto a la relación estímulo-respuesta y afirma que "las pruebas existentes señalan que si bien la motivación es un factor muy significativo en el aprendizaje, al que torna mucho más fácil, de ningún modo es una condición indispensable" y que "se va convirtien-

do en un factor cada vez menos importante para el aprendizaje a medida que el niño aumenta de edad", tenemos en cuenta que el rango de edad de la población-caso observada (como se anotó en el perfil socioeconómico) está en la franja donde se desarrolla el pensamiento abstracto y se da el dominio de funciones superiores, de manera que aún se le puede otorgar un papel primordial. Además, incluimos en el sustrato afectivo-motivacional otros elementos que el psicólogo y pedagogo estadounidense ubica en constelaciones circundantes como la afirmación social del yo, la curiosidad intelectual y la legitimación social de la idoneidad.

- *Conductual*: Este indicador se aproxima a la manifestación facial de iniciativas que apunten a la adquisición de nuevos conceptos y su articulación para la resolución de problemas o generación de conocimientos. Específicamente, las proposiciones de este componente que se presentan a los estudiantes vinculan la propensión a encaminar los actos al ejercicio del aprendizaje significativo tanto en relación con la práctica académica en el ámbito institucional, como fuera de él.

La selección de estos indicadores implica la adopción de los componentes actitudinales en claves cuantitativas y se justifica por la relación recíproca entre la potencialidad significativa, la disposición subjetiva y la práctica misma. El fenómeno aprendizaje significativo se entiende en este sentido en su carácter cíclico. Una experiencia efectiva eleva el nivel afectivo-motivacional (entendido en el sentido amplio antes expuesto), cambia el sustrato conceptual no solo frente a la materia estudiada sino frente al aprendizaje mismo, y genera estabilidad en la inclinación hacia la acción aprendizaje.

C. Proceso de realización de la escala

Una vez establecidas las coordenadas del horizonte de sentido de la población, y definidas las variables conceptual y operacionalmente; se pasó a la formulación de las proposiciones que se presentaron a los estudiantes de ciclo 4 de la IED Manuel Cepeda Vargas. La distribución inicial de proposiciones incluyó un total de 28, de las cuales 11 correspondían al indicador cognitivo, ocho al afectivo y nueve al con-

ductual. Las sentencias presentadas tienen relación facial y no facial respecto al tema central de manera que se evita la uniformidad evidente (Escalante, 1983) tanto como se establece una interrelación entre la actitud hacia la PRA y la actitud hacia el aprendizaje significativo; con ese mismo propósito se introdujeron proposiciones en forma negativa. El formato que se presentó para la evaluación piloto de confiabilidad de la escala es el siguiente (formato 1):

Formato 1: Escala piloto
Escala de actitudes ante el aprendizaje significativo

El presente instrumento es de carácter anónimo, por lo tanto no es necesario colocar su nombre. Consta de 28 enunciados con cinco posibles respuestas, usted deberá encerrar con un círculo *uno* solo de los cinco valores que tiene cada frase en la margen derecha. Cada uno de los valores corresponde a una posible opinión suya sobre la frase.

Por ejemplo, frente al siguiente enunciado:

1	Si estuviera en el estadio de fútbol y hubiera un temblor, saldría a mil por encima del que fuera	1	2	3	4	5

- Si usted está Totalmente de acuerdo, encierre en un círculo el n.° 5
- Si usted está De acuerdo, encierre el n.° 4
- Si usted tiene Dudas o está indeciso, encierre el n.° 3
- Si usted está en Desacuerdo, encierre el n.° 2
- Si usted está Totalmente en desacuerdo, encierre el n.° 1

Tenga en cuenta que por cada frase usted deberá seleccionar una sola respuesta y que ésta deberá ir sobre el número que está más en concordancia con su opinión.

Este no es un examen donde su respuesta está *bien* o *mal*. No se califica. Sólo nos interesa su propia opinión acerca de cada una de las frases.

1	Si hay un corto circuito en casa, trataría de pensar en lo que he aprendido en el colegio para resolver el problema	1	2	3	4	5
2	Aprender es importante para relacionarme con los demás	1	2	3	4	5
3	Solo se aprende en el aula de clase	1	2	3	4	5
4	Disfruto del trabajo que realizo en la clase de robótica	1	2	3	4	5
5	Lo aprendido en la clase de robótica no ha cambiado la opinión sobre las cosas aprendidas	1	2	3	4	5
6	Repetir la información recibida es más importante que pensar cómo se puede usar en la vida diaria	1	2	3	4	5
7	Me siento a gusto en el aula de robótica	1	2	3	4	5
8	Asistiría a un curso gratuito de su tema favorito	1	2	3	4	5
9	Solo memorizar es aprender	1	2	3	4	5
10	Desarmaría un aparato para entender su funcionamiento	1	2	3	4	5
11	La clase de robótica me entrega una información que me ayuda a entender otras materias	1	2	3	4	5
12	Es importante aprender algo cada día	1	2	3	4	5
13	Siento frustración cuando no logro cumplir con las tareas asignadas en la clase	1	2	3	4	5
14	Entiendo los conceptos y temas vistos en la clase de robótica	1	2	3	4	5
15	Aplico los conocimientos de las clases en la vida cotidiana	1	2	3	4	5
16	Propongo alternativas frente a las dificultades que se presentan cuando estoy construyendo algún mecanismo	1	2	3	4	5
17	Es interesante aprender palabras nuevas	1	2	3	4	5
18	Participo con gusto de las actividades que se desarrollan en la clase	1	2	3	4	5
19	Las temáticas vistas en la clase de robótica pueden ser tema de conversación con un grupo de amigos	1	2	3	4	5
20	Acepto con agrado las recomendaciones que hace el profesor frente al trabajo desarrollado en la clase de robótica	1	2	3	4	5
21	Es entretenido armar rompecabezas	1	2	3	4	5
22	No comparo los conocimientos de clase con la idea que tengo de ellos y no trato de acoplarlos	1	2	3	4	5

23	Creo que la robótica no es importante para mi desarrollo intelectual	1	2	3	4	5
24	Me satisface resolver problemas por medio de lo que aprendo	1	2	3	4	5
25	Trato de descubrir las ventajas y desventajas de los diferentes aparatos tecnológicos que me rodean	1	2	3	4	5
26	Debo organizar la información disponible e indagar para proponer soluciones a problemas reales o planteados en las diferentes clases	1	2	3	4	5
27	Poner en práctica lo aprendido aclara las ideas de los diferentes temas de clase	1	2	3	4	5
28	Se aprende más en la construcción de un robot que en la clase donde solo el profesor habla	1	2	3	4	5

Con base en este formato inicial de la escala se hizo el pilotaje de la misma para determinar su confiabilidad; este se efectuó con una muestra de 100 personas, escogidas al azar de entre la comunidad educativa de la IED Manuel Cepeda Vargas, efectuando con antelación la encuesta socioeconómica, de manera que sólo se aplicó la escala piloto en sujetos cercanos a los datos encontrados en la caracterización socioeconómica del grupo destinatario:

Para el análisis estadístico de la confiabilidad se utilizó el método de mitades partidas, el cálculo de la correlación ítem-test (R bisenal) y el coeficiente de confiabilidad alfa (α), para r-biserial > 0,30.

- Método de mitades partidas.

El conjunto total de ítems (o componentes) se divide en dos mitades y las puntuaciones o resultados de ambas se comparan. Si el instrumento es confiable, las puntuaciones de ambas mitades deben estar fuertemente correlacionadas. Un individuo con baja puntuación en una mitad, tenderá a tener también una baja puntuación en la otra mitad. La confiabilidad de la escala final puede obtenerse por el método par-impar, en donde el puntaje total de cada persona es dividido en dos partes: Una correspondiente a los ítems pares y la otra a los ítems impares. En este caso se asume que si las diversas frases están midiendo lo mismo, la correlación entre las respectivas puntuaciones en las dos partes debe

ser positiva y alta. La correlación entre dos mediciones continuas se estableció mediante el coeficiente de correlación de Pearson.

En nuestro caso la correlación par-impar dio r = 0,6644; significativamente diferente de cero, y mediana. El valor obtenido al aplicar la fórmula del coeficiente de correlación da la confiabilidad pero reducido, por la división en pares, a la mitad de su longitud original. La confiabilidad está relacionada a la longitud del instrumento, por esta razón es necesario corregir la confiabilidad calculada (en nuestro caso 0,6644) para que tenga en cuenta la totalidad (y no la mitad) de los ítems. Esto se logra mediante la fórmula de Spearman-Brown denominada r:

$$r = 2r_{xy} / (1+r_{xy}) = 2 * 0{,}66441 / (1 + 0{,}6644) = 0{,}7984.$$

Es la confiabilidad total que es medio alta y satisfactoria, permitiéndonos concluir que la prueba es consistente internamente; es decir que los diversos ítems miden la misma variable actitudinal.

- Cálculo de la correlación ítem-test (r bisenal) y del coeficiente de confiabilidad alfa (α):

El cuestionario preliminar contiene 28 ítems, que fueron ensayados en una muestra de 100 personas para calcular la consistencia interna de cada ítem y establecer aquellos que no parecen medir lo mismo que los demás ítem, y que, debido a su falta de consistencia, afectarían la confiabilidad del instrumento final. Como punto de partida se supone que la actitud medida está normalmente distribuida en la población.

Los cálculos de la correlación por ítem son como aparecen en la tabla 1:

Tabla 1
Correlación por ítem

1	Si hay un corto circuito en casa, trataría de pensar en lo que he aprendido en el colegio para resolver el problema	0,55
2	Aprender es importante para relacionarme con los demás	0,27
3	Solo se aprende en el aula de clase	0,42
4	Disfruto del trabajo que realizo en la clase de robótica	0,33
5	Lo aprendido en la clase de robótica no ha cambiado la opinión sobre las cosas aprendidas	0,15

6	Repetir la información recibida es más importante que pensar cómo se puede usar en la vida diaria	0,36
7	Me siento a gusto en el aula de robótica	0,28
8	Asistiría a un curso gratuito de su tema favorito	0,42
9	Solo memorizar es aprender	0,45
10	Desarmaría un aparato para entender su funcionamiento	0,56
11	La clase de robótica me entrega una información que me ayuda a entender otras materias	0,6
12	Es importante aprender algo cada día	0,33
13	Siento frustración cuando no logro cumplir con las tareas asignadas en la clase	0,22
14	Entiendo los conceptos y temas vistos en la clase de robótica	0,18
15	Aplico los conocimientos de las clases en la vida cotidiana	0,42
16	Propongo alternativas frente a las dificultades que se presentan cuando estoy construyendo algún mecanismo	0,32
17	Es interesante aprender palabras nuevas	0,23
18	Participo con gusto de las actividades que se desarrollan en la clase	0,5
19	Las temáticas vistas en la clase de robótica pueden ser tema de conversación con un grupo de amigos	0,18
20	Acepto con agrado las recomendaciones que hace el profesor frente al trabajo desarrollado en la clase de robótica	0,09
21	Es entretenido armar rompecabezas	0,23
22	No comparo los conocimientos de clase con la idea que tengo de ellos y no trato de acoplarlos	0,42
23	Creo que la robótica no es importante para mi desarrollo intelectual	0,1
24	Me satisface resolver problemas por medio de lo que aprendo	0,36
25	Trato de descubrir las ventajas y desventajas de los diferentes aparatos tecnológicos que me rodean	0,4
26	Debo organizar la información disponible e indagar para proponer soluciones a problemas reales o planteados en las diferentes clases	0,42
27	Poner en práctica lo aprendido aclara las ideas de los diferentes temas de clase	0,56

28	Se aprende más en la construcción de un robot que en la clase donde solo el profesor habla	0,48

Una vez calculado el coeficiente bisenal para cada uno de los ítems de la escala preliminar, se procedió a eliminar aquellos que son menos consistentes (los inferiores a 0,3). En muestro caso resultaron 18 proposiciones con coeficiente superior a 0,3.

Un índice de confiabilidad se puede calcular a partir de análisis de los ítems. Este índice, el coeficiente alfa α, mucho más exacto que el calculado por el método par-impar, tiene como fórmula:

$$\alpha = ((K - 1))\ (1 - S_i^2 / S_t^2)$$

Donde:

- K: Número de ítems que quedan en la escala después de haber sido eliminados los inconsistentes.
- S_i^2: Varianza de cada ítem retenido en la escala.
- S_t^2: Varianza total en la escala, calculada con base en los puntajes de cada persona computadas solamente con los ítems que se han retenido.

La prueba inicialmente elaborada con 28 proposiciones arroja un coeficiente alfa de 0,67. Al eliminar los ítems con r-biserial menor a 0,30, se extrajeron 10. Con los 18 restantes se logró obtener un coeficiente alfa de 0,89, aumentando significativamente la confiabilidad de la prueba. La distribución resultante por componente es de seis proposiciones del componente cognitivo, ocho del componente conductual y cuatro del componente afectivo. (El formato final para la aplicación se consigna en el anexo II).

La relación de ítems por componente se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2
Ítems por componente

Componente	N.°	Ítem
Componente Afectivo (AF)	3	Disfruto del trabajo que realizo en la clase de robótica
	9	Es importante aprender algo cada día
	12	Participo con gusto de las actividades que se desarrollan en la clase
	14	Me satisface resolver problemas por medio de lo que aprendo
Componente Conductual (CD)	1	Si hay un corto circuito en casa, trataría de pensar en lo que he aprendido en el colegio para resolver el problema
	5	Asistiría a un curso gratuito de su tema favorito
	7	Desarmaría un aparato para entender su funcionamiento
	10	Aplico los conocimientos de las clases en la vida cotidiana
	11	Propongo alternativas frente a las dificultades que se presentan cuando estoy construyendo algún mecanismo
	13	No comparo los conocimientos de clase con la idea que tengo de ellos y no trato de acoplarlos
	15	Trato de descubrir las ventajas y desventajas de los diferentes aparatos tecnológicos que me rodean
	16	Debo organizar la información disponible e indagar para proponer soluciones a problemas reales o planteados en las diferentes clases
Componente Cognitivo (CG)	2	Solo se aprende en el aula de clase
	4	Repetir la información recibida es más importante que pensar cómo se puede usar en la vida diaria
	6	Solo memorizar es aprender
	8	La clase de robótica me entrega una información que me ayuda a entender otras materias
	17	Poner en práctica lo aprendido aclara las ideas de los diferentes temas de clase
	18	Se aprende más en la construcción de un robot que en la clase donde solo el profesor habla

D. Aplicación y resultados de la escala

Una vez finalizado el diseño, y puesto a punto el instrumento, se procedió a aplicarlo a los 150 estudiantes de ciclo 4 de la IED Manuel Cepeda Vargas. Después de tabular los datos resultantes, se convirtieron los resultados de las preguntas formuladas negativamente, se realizó un análisis por frecuencia de la media por alumno y por componente; y finalmente se revisaron los datos en términos de su dispersión.

Para comenzar cabe destacar la activa participación del estudiantado en la aplicación de la escala; su atención a las indicaciones, su orden y su concentración durante la media hora destinada a responderla. Numéricamente, resulta revelador en ese sentido que el número de proposiciones no puntuadas fue de solo seis, correspondientes al 0,22% del total de casos. Las respuestas fueron tabuladas y se procedió a realizar la conversión de las puntuaciones de los ítems 2, 4, 6 y 13, dado que estaban formulados negativamente. La proposición 6, por ejemplo, afirma "Solo memorizar es aprender"; lo cual, leído en claves ausubelianas, sería una asociación sinonímica contraria a la lógica del aprendizaje significativo que, si bien no descarta el aprendizaje memorístico por repetición, centra su énfasis en la significatividad psicológica. Por tanto, un estudiante que se manifieste "Totalmente de acuerdo" con esta proposición tendría un panorama cognoscitivo distante del evaluado para el concepto de aprendizaje significativo, lo que se traduce, para efectos del análisis de la escala, en la necesidad de invertir las puntuaciones expresadas en la tabla; de esta manera, quien se muestre totalmente de acuerdo tendrá una puntuación de uno, mientras que alguien que esté totalmente en desacuerdo se le asignará puntuación de cinco.

La conversión de los datos da como resultado la muestra final que servirá de base para los análisis de la información (El resumen de los datos puede verse en la tabla 3). El primer acercamiento al muestreo a través de la media real (es decir, de la división de la suma total de las puntuaciones, entre el número total de puntuaciones registradas), dio como resultado 3,88, apuntando, en general, hacia una actitud favorable hacia el aprendizaje significativo. A partir de los promedios por alumno se puede ver que el 44% tuvo un promedio mayor a cuatro puntos; el 53,33% mostró promedio entre tres y cuatro puntos; y el 2,67% presentó promedios entre los dos y tres puntos. Cabe destacar que no existieron promedios por debajo de los dos puntos, es decir,

ningún estudiante se mostró con actitud desfavorable respecto al tema objeto de la escala.

La agrupación de las preguntas por componente según la definición operacional mostró poca variación en sus promedios, todos cercanos a la media real. El más alto fue el obtenido de promediar los puntajes asignados a las proposiciones 2, 4, 6, 8, 17 y 18, que corresponden al componente cognitivo; este componente mostró un promedio de 3,91. Enseguida aparece el componente conductual, que involucra ocho ítems (1, 5, 7, 10, 11, 13, 15 y 16), con una media de 3,88; igual a la media real. Y finalmente, las cuatro premisas que se referían al componente afectivo arrojaron una media de 3,82. A partir de estos datos se puede afirmar que es el acervo de conocimientos sobre el aprendizaje, las condiciones relacionadas con la metodología y los aspectos sobre el objetivo del proceso, lo que ha sido más fuertemente adherido por los estudiantes de ciclo 4. Su disposición a comportarse en coherencia con ello, es decir, la manifestación de incorporar a su hacer consuetudinario actividades que tengan una relación con la adquisición de conocimientos, es el segundo componente más fuerte; y, finalmente, es el componente afectivo lo que se ve menos reforzado.

Sin embargo, para sopesar la valía de los datos obtenidos por el análisis de tendencia central es necesario referirlos a su valor en términos del grupo total; para ello se utilizará la desviación estándar, de manera que nos permita observar la situación de los sujetos y de los componentes en relación a la muestra total.

La distribución general de los datos a partir de la desviación real del muestreo, es decir, la distribución de todos los datos recogidos, arrojó como resultado un valor de 1,12. El significado de esto apunta a que la mayor parte de las puntuaciones recogidas oscila en el rango que va de los 2,76 a los cinco puntos, y refuerza la observación ya consignada sobre la ausencia de actitudes desfavorables frente al aprendizaje significativo. No obstante, en la escala discreta de cinco puntos establecida como puntuación, que abarca un mínimo de 18 puntos y un máximo de 90 para la escala total, esta desviación resulta amplia.

Al detenernos en la desviación por alumno encontramos esa misma acentuada variabilidad, el valor promedio de la desviación por alumno fue de 1,05; Un análisis desglosado de las desviaciones por estudiante señala que 59 de ellos mostraron desviaciones menores que uno; 84, desviaciones entre 1,0 y 1,5; y sólo siete tuvieron desviación por enci-

ma de ese valor. Estos resultados apuntan a una alta estabilidad en las respuestas en el 39,3% de la población; mientras que el 56% presenta variaciones mayores, y por tanto actitudes variables frente a las diferentes proposiciones. Finalmente, el 4,67% correspondiente a los siete alumnos con desviación mayor a 1,5, se clasificarían entre la franja de indecisos; es decir, son los sujetos cuya actitud hacia el aprendizaje presenta marcadas discrepancias a nivel individual.

Tabla 3
Resumen general de la escala aplicada

Comp.	No.	Ítem	Sumatoria	Promedio	Desviación
AF	3	Disfruto del trabajo que realizo en la clase de robótica	587	3,913333333	1,092602746
	9	Es importante aprender algo cada día	538	3,610738255	1,212053258
	12	Participo con gusto de las actividades que se desarrollan en la clase	571	3,806666667	1,07251612
	14	Me satisface resolver problemas por medio de lo que aprendo	596	4	1,174043602

CD	1	Si hay un corto circuito en casa, trataría de pensar en lo que he aprendido en el colegio para resolver el problema	622	4,1467	1,012583026
	5	Asistiría a un curso gratuito de su tema favorito	570	3,8514	1,162713603
	7	Desarmaría un aparato para entender su funcionamiento	553	3,6867	1,221379277
	10	Aplico los conocimientos de las clases en la vida cotidiana	562	3,7467	1,165422795
	11	Propongo alternativas frente a las dificultades que se presentan cuando estoy construyendo algún mecanismo	577	3,8467	1,053830766
	13	No comparo los conocimientos de clase con la idea que tengo de ellos y no trato de acoplarlos	585	3,9000	1,121779507
	15	Trato de descubrir las ventajas y desventajas de los diferentes aparatos tecnológicos que me rodean	616	4,1067	0,860362548
	16	Debo organizar la información disponible e indagar para proponer soluciones a problemas reales o planteados en las diferentes clases	576	3,8400	1,117763827

CG	2	Solo se aprende en el aula de clase	582	3,8800	1,305229543
	4	Repetir la información recibida es más importante que pensar cómo se puede usar en la vida diaria	559	3,7267	1,273881489
	6	Solo memorizar es aprender	556	3,7067	1,207063477
	8	La clase de robótica me entrega una información que me ayuda a entender otras materias	565	3,7919	1,181359545
	17	Poner en práctica lo aprendido aclara las ideas de los diferentes temas de clase	633	4,2200	0,85034537
	18	Se aprende más en la construcción de un robot que en la clase donde solo el profesor habla	625	4,1946	0,912953718

Frente al análisis por ítems se encontró que los que tuvieron mayor variación de respuesta fueron los ítems dos, cuatro y siete, con 1,30; 1,27; y 1,22 respectivamente. Dos de ellos (dos y cuatro) corresponden al componente cognitivo y el tercero al componente conductual. Así mismo, los que mostraron menor variación en las respuestas, cabe decir, lo ítems en los que los estudiantes mostraron mayor acuerdo, fueron los ítems 17; 15 y 18, con desviaciones respectivas de 0,81; 0,84; y 0,91. En este caso, el ítem 15 pertenece al componente conductual, y los otros dos al cognitivo.

Las desviaciones promedio por componente se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4
Promedio de las desviaciones por ítem

Componente	**Promedio de las desviaciones de los ítems**
Cognitivo	1,12
Conductual	1,09
Afectivo	1,14

Con acuerdo a estos datos, se puede afirmar que el componente conductual es el que presenta mayor uniformidad en las respuestas; es decir, un número mayor de sujetos están cerca del promedio para este componente y, por consiguiente, dado que éste se ubica en un valor de favorabilidad relativa alta (3,88), señala hacia un potencial comportamiento que favorezca el aprendizaje significativo. Así mismo, resulta importante señalar que el componente afectivo evidencia la menor estabilidad de los tres; lo cual, sumado a que se corresponde con la media más baja, apunta hacia mayores oscilaciones en lo que respecta al sentimiento a favor o en contra del aprendizaje por parte de la población.

II. Análisis de los productos resultantes de la PRA

La PRA desarrollada con los estudiantes de ciclo 4 se enmarca principalmente en la construcción de robots bajo el modelo de la robótica BEAM (Biology - Electronics - Aesthetics - Mechanics); el cual, como su sigla lo indica, y acogiendo la perspectiva de Papert, conjuga la observación de aspectos biológicos como la retroalimentación y las características mecánicas de seres vivos, con su puesta en práctica mediante sistemas mecánicos y electrónicos, sin olvidar la dimensión estética que la elaboración incluye.

El modelo BEAM se asume como una forma alternativa de enfrentarse a la robótica desde un punto de vista más analógico que digital; en el proceso pedagógico, sin embargo, se integran diferentes disciplinas. Inicialmente se realiza la observación e indagación de la morfología y biomecánica de diferentes organismos, para el caso que nos ocupa, específicamente, de insectos; posteriormente se procede al estudio y maquetación de estructuras; a la práctica de saberes técnicos como el manejo de soldadura y montaje de circuitos; luego se integra el estudio más puntualmente electrónico y mecánico, para, finalmente, mediante

el diseño de máscaras o cubiertas, darle el aspecto visual deseado a los robots. Algunas de las ventajas más relevantes de este modelo son:

- Es de bajísimo costo.
- Es amigable con el entorno, reutiliza material y aparatos en desuso.
- Consolida la creatividad y la imaginación.
- Se puede trabajar en un aula de clase convencional y no requiere aulas especializadas.
- Utiliza como fuente de alimentación energías alternativas (solar, principalmente).
- Permite un trabajo inter-disciplinar.
- Integra trabajo dentro y fuera del aula.
- Permite la construcción de imaginarios que facilitan el aprendizaje.

Dados los avances tecnológicos de la última década, la PRA ha incorporado a este modelo básico de fabricación de robots el manejo de microcontroladores sencillos (como los usados por Lego MindStorms), buscando de esta manera reactualizarlo como herramienta pedagógica. Esta incorporación, hay que anotarlo, se da como un nivel final de la modelización y se reserva para los estudiantes de grado noveno, acoplándolo al carácter gradual del desarrollo de la propuesta.

A. Desarrollo y descripción de los productos

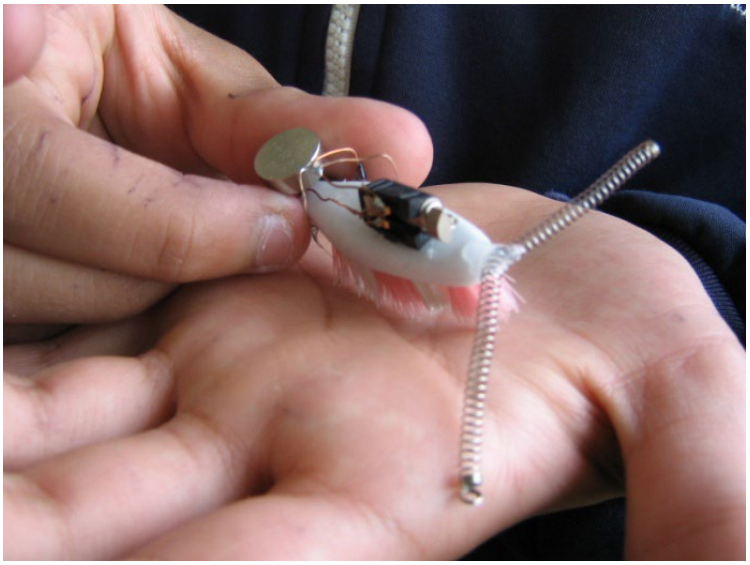
En un primer momento de año lectivo se realizó un acercamiento a distintos tipos de insectos analizando su forma y algunos aspectos de su biología. Los alumnos seleccionaron una serie de focos de interés al respecto con lo que se generó una baraja de proyectos a desarrollar. Evidenciando un manejo de la jerarquización y organización de conceptos, la baraja de proyectos se organizó de acuerdo a los principios mecánicos funcionales dividiéndolos en:

- *VibroBot*: Son robots sencillos cuyo movimiento se debe a la fabricación de un vibrador a partir de un motor que el dirigido por diferentes tipos de sensores. La clave para que un VibroBot funcione radica en el motor, que utiliza un contrapeso que permite que éste vibre al momento de ponerlo en marcha.

- *WalkerBot*: Se refiere a los robots capaces de generar desplazamientos, cuyo movimiento puede estar generado simulando el desplazamiento cuadrúpedo o mediante ruedas. En este tipo de robot se realizaron proyectos específicos que incorporaron sensores de acuerdo al tipo de estímulos a los que responden: Fotótropos (reacción a la luz, bien sea alejándose o acercándose a ella) y de respuesta al contacto.

Los proyectos desarrollados de acuerdo a esta clasificación fueron:

Vibrabot básico: Para este primer acercamiento se trabajó un modelo sencillo que garantizó el éxito empírico y estimuló la curiosidad intelectual. El modelo se realizó con un motor pequeño montado sobre la cabeza de un cepillo de dientes. La estructura se balanceaba mediante el peso de la batería de reloj, el del motor y unas antenas-resorte que imprimieron un movimiento oscilatorio del sistema, lo que resultó jocoso para los alumnos. El prototipo implementado se muestra en la siguiente imagen:

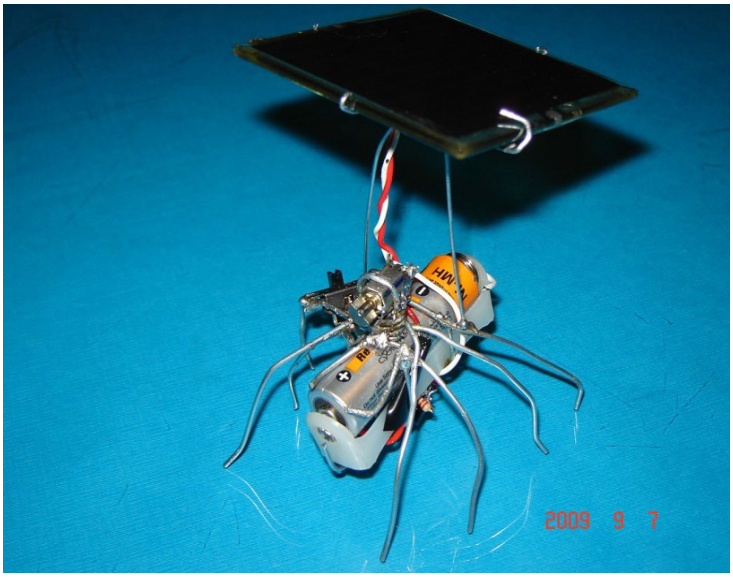


- *Robot alacrán*: Siguiendo el esquema de clase, los grupos se concentraron en el análisis y simplificación de la estructura del alacrán; identificaron las características de resistencia de la estructu-

ra y generaron modelos en alambre. Los robots que escogieron este modelo biológico se implementaron con sistema de vibrobot y, en su mayoría, se restringieron al montaje simple donde se privilegiaron los conceptos mecánicos de rotación, equilibrio y resistencia de estructura. Algunas muestras del trabajo en el aula se incluyen a continuación:

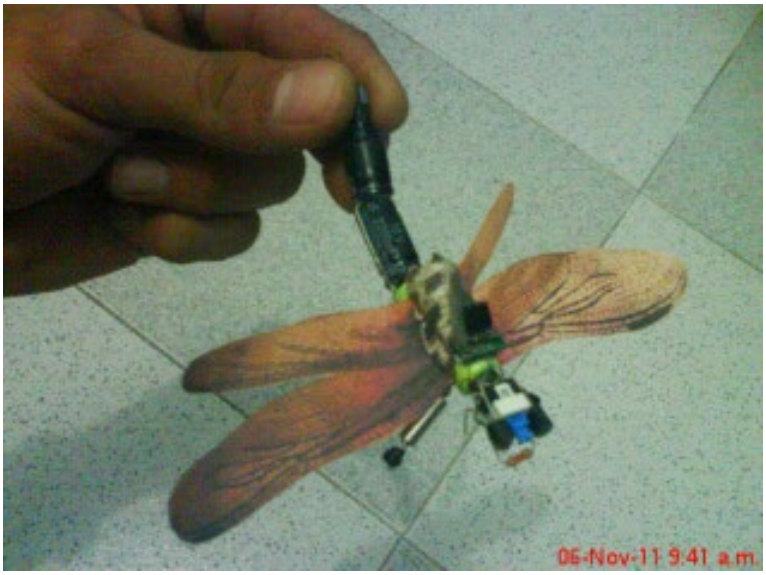
- *Robot araña*: Como en el caso anterior, este robot sirvió para afianzar conceptos de mecánica y estática. Algunos estudiantes, mostrando interés por el proceso, incorporaron sensores de contacto

de manera que se invertía el giro del motor cuando el robot chocaba contra algún obstáculo, cambiando la dirección del movimiento, aunque sin control preciso sobre el mismo. Otros, enfocados en el manejo de las fuentes de energía y los sensores de luz, incorporaron celdas fotovoltaicas y foto-resistencias aunque les exigió modificar la estructura simétrica para lograr el movimiento. Las siguientes imágenes muestran ejemplos de estos prototipos.

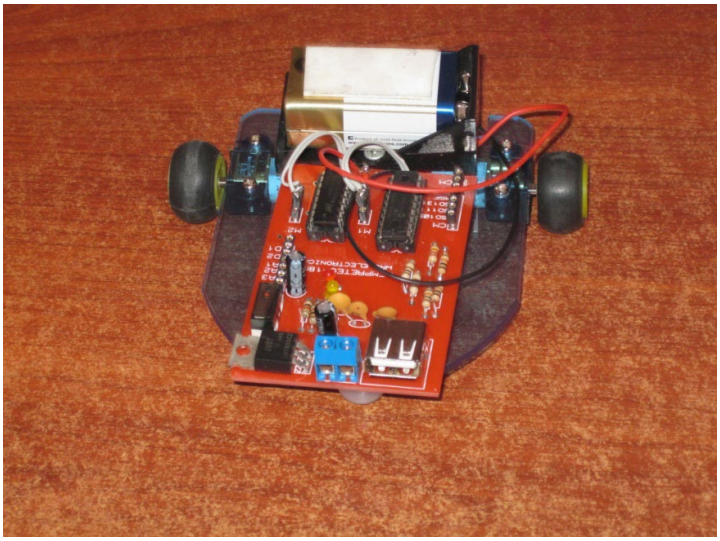


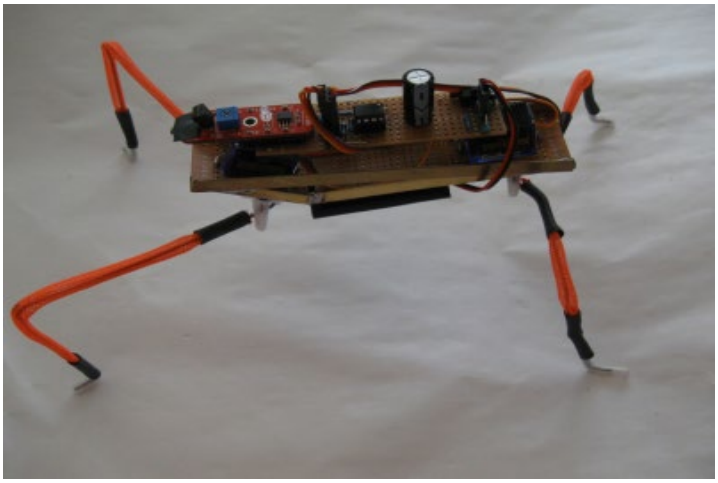
- *Robot libélula*: La elaboración de este tipo de robots mostró un especial esmero en el aspecto visual de los acabados. Igual que en los casos anteriores, el sistema mecánico se basó en el sistema de un

motor vibrador con la presencia de algunos sensores. Las estructuras mostraron mayor capacidad inventiva y resaltaron el dominio de los conceptos físicos para la adecuación funcional de las diferentes propuestas. El proceso y los resultados se hacen tangibles en las siguientes imágenes.



- *Robots Walker*: Como ya se anotó, los proyectos desarrollados en esta modalidad buscaron integrar las diferentes fases de control y evidenciar la importancia de su acople. Algunos proyectos se desarrollaron usando el kit de robótica Lego MindStorms, mientras que otros incorporaron el uso de compuertas lógicas para el control de movimiento. Los robots fotosensible fueron los más comunes. Algunas imágenes del proceso y de los resultados finales se muestran a continuación.





B. El componente conductual en el desarrollo de los productos

A lo largo de la construcción de estos productos de la PRA, y gracias a la incorporación de este componente en los criterios de evaluación de la clase (véase el apartado "Perfil de la propuesta de robótica en el aula), fue posible percibir el impacto positivo que la praxis tiene sobre la conducta de los estudiantes. Uno de los primeros aciertos destacables es el inicio con un modelo sumamente básico, que proyectó los conceptos de manera sencilla y propició el análisis mecánico del funcionamien-

to. Gracias a esa primera experiencia exitosa y lúdica, los estudiantes mostraron un interés permanente frente a los distintos problemas planteados, así como a los elementos conceptuales que se perfilaban como útiles para su resolución.

El manejo de las plataformas de programación que se aparejó al desarrollo de los modelos más complejos cumplió la función de esclarecedor de principios ordenadores y de eje rector para el desarrollo lógico y colaborativo de las propuestas. En estos casos cabe destacar una distribución social del trabajo con acuerdo a gustos y especialidades. Esto es, el trabajo en campo sirvió para sacar a flote las predilecciones; de manera que mientras algunos se centraban en los diseños de programación, otros ajustaban los aspectos mecánicos, otros se dedicaban al montaje electrónico y los restantes se encargaban de los acabados finales.

La complejización gradual de los proyectos sirvió para que muchos estudiantes, a la par, fueran ampliando su horizonte y dando vía libre a su curiosidad. En este sentido se destaca el trabajo de los estudiantes que hicieron uso del kit de robótica Lego, los cuales se preocuparon por encaminar sus esfuerzos a integrar la programación hacia la eficiencia del producto elaborado. Es destacable en este grupo la preocupación por las fuentes de energía, pues intentaron reiterativamente la incorporación de paneles solares; aunque los condicionamientos mecánicos y electrónicos de sus proyectos les exigieron elegir fuentes convencionales de alimentación como pilas y baterías reutilizadas de celulares.

El elemento conductual que presentó hostilidad de parte de la población observada concierne a los aspectos comportamentales y de orden dentro del aula. Inicialmente resultó difícil la comprensión de la importancia y la incorporación de procedimientos organizados para el montaje de los proyectos. Factores conexos como la puntualidad, la estructuración de planes de trabajo y el cumplimiento de cronograma dentro de los mismos no fueron asimilados sino hasta bien avanzada la propuesta. Sin embargo, el carácter comparativo dentro de la sana competencia, fue un elemento importante para que los diferentes grupos y los sujetos que los conformaban percibieran las ventajas del trabajo metódico y la importancia de cuidar los detalles organizativos en la ejecución.

Otro aspecto llamativo lo constituye la formación de una comunidad colaborativa de conocimiento. A lo largo de la construcción de los diferentes robots se dio un recurrente intercambio de ideas y la expli-

cación entre estudiantes de aquellos conceptos que resultaron individualmente complicados. En muchos casos las soluciones sobre problemas funcionales fueron aportadas por integrantes de otros grupos, y la construcción de algoritmos fue ampliamente socializada entre los grupos que se arriesgaron con esta herramienta.

Conclusiones

I. Consolidación del estado actitudinal de la población

El estado actitudinal frente al aprendizaje de un sujeto particular, como se ha reiterado en diferentes partes del presente trabajo, tiene la particularidad de constituir un condicional retroalimentado dentro del proceso. Una actitud favorable hacia el aprendizaje constituye lo que Ausubel asume como la disposición subjetiva a correlacionar de manera psicológicamente significativa los conocimientos nuevos; es, en la propuesta del psicólogo y pedagogo, una condición fundamental dentro del plano enseñanza-aprendizaje, para que este último tenga éxito. Adicionalmente, se entiende que durante la etapa abstracta un resultado favorable en el proceso estimula la curiosidad intelectual, modifica la estructura cognitiva frente al mismo, genera estabilidad en la afirmación del yo social, y aumenta la fuerza mnémica, así como la de disociabilidad. Todo lo cual, repercute en un remodelamiento del estado actitudinal y potencia el proceso de aprendizaje significativo, pues,

> cualquier cambio que se registre en cualquiera de [los] tres componentes es capaz de modificar a los demás componentes, puesto que todo el sistema es accionado cuando uno de sus componentes es alterado, al igual que en un campo de fuerza electromagnética (Rodríguez, 1976, p. 357).

A partir de la información recogida en el capítulo anterior, podemos afirmar que, en general, la disposición del grupo está en un grado considerable de favorabilidad. El resultado del instrumento Likert muestra que cerca de la mitad de la media de las puntuaciones se ubica en el rango muy favorable y un número ligeramente mayor en el rango de indeciso a favorable. Solo cuatro de los sujetos observados manifestaron una actitud de indeciso a desfavorable, mientras que no existie-

ron casos de completa desfavorabilidad. Este resultado se verifica al observar la moda del muestreo que es de cuatro, puntuación que se repite 1.091 veces de las 2.700 posibles. En la misma dirección apunta el análisis del desarrollo de los productos, que resaltó las favorabilidad actitudinal hacia el área.

Una discriminación por componentes ayuda a precisar los factores más relevantes en relación con las actitudes. Entre éstos, el componente con mayor promedio fue el cognitivo, que mostró una media real de 3,92; a pesar de que su desviación promedio fue la más alta (1,05). Dentro de las proposiciones de este componente se destacan la número 17 y la número 18, las cuales mostraron el mayor promedio en sus puntuaciones con 4,22 y 4,19 respectivamente. Así mismo, son estas dos las más estables, mostrando desviaciones de 0,85 y 0,91. Cualitativamente hay que decir que las aseveraciones de estos ítems apuntan a la idea de la articulación práctica de los conocimientos. En consecuencia, se entiende que para la gran mayoría de los alumnos este aspecto metodológico de la PRA es uno de los que resultan más relevantes y estables. Cabe destacar también que el ítem 2, referente al aula de clase como lugar del aprendizaje, a pesar de mostrar el tercer promedio más alto dentro del componente, fue el que mostró mayor desviación (1,31); lo que muchos estudiantes restringen el proceso de aprendizaje con el ámbito escolar.

El componente conductual, por su parte, mostró un promedio real de 3,89 y una desviación promedio de 1,01. Entre los ocho ítems relacionados con este componente, cabe resaltar que los ítems con mayor promedio fueron los relacionados con la disposición a usar los conocimientos en situaciones reales (ítems 1 y 15). Sin embargo, es importante anotar que la propensión a actuar con acuerdo a los principios del aprendizaje significativo reporta ventajas en términos del proceso de retroalimentación en el ejercicio de aprendizaje, pues la realización de acciones en este sentido reforzará los dos componentes restantes: el afectivo por vía del estímulo del éxito y la curiosidad intelectual; y el cognitivo, en virtud de la ampliación del horizonte cognitivo, la revaloración del valor simbólico-social de este y la acumulación empírica de sentidos.

Finalmente, el componente afectivo fue el de menor promedio real (3,83) pero, a su vez, el que mayor estabilidad de respuesta obtuvo (desviación de 1,0). Allí resalta el ítem 14, que se relaciona con el nivel de satisfacción frente al éxito usando los conceptos aprendidos, que

tuvo un promedio de 4,0; así como el relacionado con el disfrute del área (ítem 3), que mostró una media de 3,91.

Estas bajas manifestaciones de tipo afectivo dentro de la conducta se puede relacionar con los valores bajos en los indicadores socioeconómicos y, específicamente, con los grados importantes de ausencia de la circulación del conocimiento. Se puede establecer, en este sentido, un condicionamiento afectivo por vía de los horizontes de sentido que se trazan en el entorno. Así, las condiciones materiales de existencia permean los afectos delos sujeto y limitan sus posibilidades afectivas frente al aprendizaje.

Cabe considerar al respecto que,

> En esencia hay tres pautas fundamentales mediante las cuales pueden adquirirse las actitudes: el contacto directo con el objeto de la actitud; la interacción con los individuos que sustentan dicha actitud; o a través de valores más arraigados procedentes de la crianza en el seno de una familia y las experiencias a ella vinculadas (Hollander, 2000, p. 138).

En síntesis, se puede considerar que, por un lado, el contacto directo con el objeto aprendizaje fue uno de los factores que contribuyeron a la favorabilidad manifiesta. El mismo efecto generaron los diferentes ejercicios que obligaron a la interacción con los compañeros de clase y que constituyeron un reto para la afirmación del yo social-cognoscente. Pero por otro, que la constelación de aspectos del entorno socioeconómico, la escasa circulación de la cultura a nivel intra-familiar y la ausencia de prácticas relacionadas con el aprendizaje fuera del ámbito escolar, contribuyeron a frenar la revaloración del proceso de aprendizaje significativo.

II. Hipótesis de las contribuciones pedagógicas de la PRA

Una lectura en claves pedagógicas de los insumos recogidos permitirá formular algunas hipótesis sobre los elementos de la PRA que contribuyeron a la formación del estado actitudinal antes descrito, además de perfilarlos como aspectos que la convalidan como herramienta facilitadora del aprendizaje significativo.

En primera instancia cabe anotar como la articulación de la exposición de contenidos con un componente práctico, cuya importancia de-

muestran las puntuaciones de los ítems 14, 1, 15, 17 y 18 en la escala, facilita las respuestas adaptativas (*beta* y *gamma*) del proceso de asimilación de conceptos. Así mismo, propende por la eficiente tematización o toma de conciencia de la modificación de estructuras de conocimiento. Esta articulación, que hace uso del aprendizaje por descubrimiento guiado para lograr el equilibrio cognitivo, aportó también en términos del estímulo a la curiosidad intelectual y al refuerzo de la marca mnémica de los diferentes temas. En este sentido, se puede destacar la importancia de incorporar en los procesos de enseñanza-aprendizaje en general la articulación señalada ya que, como se apuntó, el hacer práctico sustentado en contenidos lógicamente hilvanados conduce a una apropiación de los conceptos e ideas implicados. Sin embargo, para la aplicación en otras áreas del saber es importante revisar las características del componente práctico, pues en materias como matemáticas es fácilmente confundible con la ejecución repetitiva de operaciones que desembocan en aprendizaje mecanicista (con los bajos niveles de retención y disociabilidad que implica), y ocasionan afectación del nivel motivacional por la monotonía de la reiteración de un procedimiento. A partir de las características de la propuesta, se puede afirmar que el componente práctico no solo debe relacionarse con los contenidos significativamente lógicos, sino que es fundamental rastrear los intereses de los estudiantes para que cobren significatividad psicológica. En coherencia, es fundamental que exista una atadura fuerte entre el ejercicio práctico que se incorpore y la cotidianidad del sujeto que aprende, de manera que se proyecte como un correlato de la última y saque a flote la potencialidad funcional del conocimiento trabajado en el interior del aula.

Otro aspecto que se percibió como coadyuvante del aprendizaje significativo fue la forma gradual de complejización de los temas de clase. En términos ausubelianos esto se refiere a la implementación de una estructura organizada y jerarquizada de los conceptos presentados. El uso de esquemas inclusivos en el desarrollo ayudó a que el aprendizaje se proyectara en los niveles subordinado, supraordinado y combinatorio. En este sentido es importante destacar la incorporación del pensamiento lógico mediante el manejo de algoritmos, que consolidó la percepción de estos niveles y los ubicó dentro de un sistema estructurado. Específicamente cabe resaltar las amplias posibilidades de la plataforma Scratch que, por su versatilidad y sencillez, se proyecta como

una herramienta de gran potencial para la exploración de diferentes temáticas, para poner en contacto al estudiante con la lógica y con la tecnología aplicada, y, primordialmente, para generar los diferentes niveles de aprendizaje significativo y evidenciar la jerarquización de conceptos y proposiciones. Como en el caso anterior cabe prevenir sobre el aislamiento y la separación de este aspecto de los otros que intervienen en el proceso enseñanza-aprendizaje; es decir, de la necesidad de dimensionarlo como necesario aunque no suficiente por sí solo. Así, privilegiar la jerarquización de manera desarticulada puede conducir a privilegiar un programa rígido que desatienda los intereses de los estudiantes y su horizonte de sentido, que se convierta en directriz inflexible en términos de cronograma, y/o que centre sus esfuerzos en la evacuación de contenidos olvidando el componente práctico.

Sobre la plataforma Scratch se puede añadir otra fortaleza: el trabajo con un lenguaje de programación sirve para resaltar las características de cualquier lenguaje; en comparación, por ejemplo, con el lenguaje matemático, o el lenguaje oral, puede ser una herramienta fértil para que el estudiante pueda abstraer los elementos que interactúan en las diferentes formas de comunicación. En el caso de la experiencia, los grupos de estudiantes que ahondaron en el manejo de lenguajes de programación para el manejo de dispositivos parangonaron permanentemente el proceso de programación con los esquemas de intercambio de información, al principio solo de manera unidireccional, pero después, al incorporar el trabajo con sensores, se concibieron de forma retroalimentada, muy cercano a los procesos de comunicación simultanea entre dos personas.

La superposición de los dos aspectos anteriores, es decir, la alternancia de la praxis con un manejo expositivo de conceptos organizados y jerarquizados, hizo que los estudiantes experimentaran los distintos tipos de aprendizaje: desde el aprendizaje de representaciones mediante la experiencia directa, hasta el de proposiciones; pasando, claro, por el de conceptos. Lo anterior tiene la valía de englobar procesos cognitivos diversos con los mismos referentes, con lo que se clarifican y confrontan los significados de los contenidos de la materia. En claves vygotskianas, tal superposición significó el uso de los dos tipos de mediadores: herramienta y signo; con lo cual se logró una orientación tanto interna como externa de los contenidos trabajados. La parte práctica de la PRA implicó la manipulación de herramientas en sentido estricto: el uso de

las pinzas, destornilladores, cautín de soldadura y demás elementos de electrónica (resistencias, transistores, condensadores, bobinas, etc.) mostraron la incidencia directa sobre objetos y el funcionamiento de leyes físicas básicas como las que rigen las máquinas simples (palancas, torque, momento, resistividad, impedancia, capacitancia, etc.); pero su alcance, debido a la incorporación de léxico nuevo, a la existencia de relaciones de tipo matemático y lógico, y al uso de la discusión como recurso didáctico, trascendió hasta el nivel sígnico, de manera que, se puede afirmar, transformó la percepción subjetiva del mundo y brindó herramientas cognoscitivas para comprenderlo y explicarlo.

Adicionalmente, es notorio que el carácter interdisciplinar de los contenidos de la propuesta y la interacción que implicó el trabajo grupal dieron pie para que los conocimientos acentuaran su significación psicológica, de manera que se relacionaron estrechamente con los preconceptos derivados de su interacción con la tecnología, así como con los que venían arraigados de áreas como la biología, la matemática y la física. En términos didácticos cabe anotar que este carácter es propio de la pedagogía por proyectos; así, al proponer el desarrollo de actividades que se organizan en torno a un fin específico se incita al estudiante a abordar los diversos aspectos que intervienen en el proceso que lleva a ese fin, lo cual obliga a indagar distintas disciplinas.

En la experiencia, dicha interdisciplinariedad cobró un especial sentido en lo referente a la tecnología, ya que, gracias al cuestionamiento de su uso en la vida diaria, aportó un componente crítico; que integrado con las características específicas de la robótica BEAM, repercutió en el horizonte conceptual de áreas anexas como la ecología, el manejo razonable de recursos y la relación hombre-máquina.

Una mirada en retrospectiva permite asegurar que, en el caso específico de los estudiantes de ciclo 4 de la IED Manuel Cepeda Vargas, la PRA logró revalorar la variable actitudinal, pues aunque dentro de los presupuestos de la teoría ausubeliana:

> las variables motivacionales y actitudinales no intervienen directamente en el proceso de interacción cognoscitiva. Impulsan y apresuran este proceso durante el aprendizaje, mejorando los esfuerzos, la atención y la disposición inmediata para el aprendizaje y facilitan, catalítica pero no específicamente, la fuerza de disociabilidad (AUSUBEL, 1981, p. 353).

La evidencia del caso muestra que tales funciones se engranan decisivamente para cimentar los futuros procesos de retención, así como para arraigar la fuerza de disociabilidad. No obstante, se puede anotar la importancia de lograr un alto nivel de empatía entre docentes y estudiantes. Primero para romper la resistencia a los procesos organizativos que implica el manejo de proyectos en el aula; y además para hacer eficiente la indagación del docente en torno a los conceptos previos e intereses de los estudiantes, que le permita identificar particularidades y acoplar su plan de trabajo de la mejor manera.

Bibliografía

Ausubel, David y Edmund Sullivan. *El desarrollo infantil*, México, Paidós, 1970.

Ausubel, David; Joseph Donald Novak y Helen Hanesian. *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*, México, Trillas, 1981.

Bourdieu, Pierre y Jean-Claude Passeron. *La reproducción: Elementos para una teoría del sistema de enseñanza*. México, Ed. Fontamara, 2001.

Carbonero Martín, Miguel Ángel y Josmer Coromoto Navarro Zavala. "Entrenamiento de alumnos de educación superior en estrategias de aprendizaje en matemáticas", *Revista Psicothema*, vol. 18, n.° 3, Oviedo, Universidad de Oviedo, 2006.

Escalante Angulo, Carlos. *La medición de las actitudes. Conceptos básicos y procedimientos operacionales*, Bogotá, Ediciones Tercer Mundo, 1983.

Hernández Sampieri, Roberto; Carlos Fernández Collado y María del Pilar Baptista Lucio. *Metodología de la Investigación*, México, McGraw-Hill, 2006.

Hollander, Edwin Paul. *Principios y métodos de psicología social*, Buenos Aires, Amorrortu Editores, 2000.

Lara de Prada, Luz Marina y Luz Elena Ocampo Bonivento. *Psicología social: Elementos para la formación social del niño*, Bogotá, Universidad Santo Tomás, 2002.

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. *Ser competente en tecnología: ¡Una necesidad para el desarrollo!*, Bogotá, men, 2008. En línea: [www.mineducacion.gov.co/1621/articles-160915_archivo_pdf.pdf].

Monereo, Carles. *Estrategias de aprendizaje*, Madrid, Edit. Visor, 2000.

Papert, Seymour. *Desafío a la mente: Computadoras y educación*, Buenos Aires, Ediciones Galápago, 1982.

Papert, Seymour. *La máquina de los niños: Replantearse la educación en la era de los computadores*, Barcelona, Paidós, 1995.

Piaget, Jean. *La formación del símbolo en el niño: Imitación, juego y sueño: imagen y representación*, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica, 1990.

Piaget, Jean y Barbel Inhelder. *Psicología del niño*, Madrid, Morata, 1981.

Piaget, Jean. *La representación del mundo en el niño*, Madrid, Morata, 1981.

Pozo, Juan Ignacio. *Teorías cognitivas del aprendizaje*, Madrid, Morata, 1997.

Resnick, Lauren B. y Leopold E. Klopfer. *Currículum y cognición*, Buenos Aires, Edit. Aique, 1996.

Rodríguez, Aroldo. *Psicología social*, México, Trillas, 1976.

Ruiz-Velasco Sánchez, Enrique. *Educatrónica: Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*, México, unam, 2007.

Schunk, Dale H. *Teorías del aprendizaje*, México, Prentice-Hall, 1997.

Vygotsky, Lev. *Pensamiento y lenguaje*, Buenos Aires, Paidós, 1995.

Anexos

I. Encuesta socioeconómica

Apreciado estudiante.

El siguiente cuestionario tiene como propósito identificar algunos datos que van a servir para una investigación de maestría. La información obtenida es anónima, reservada y será fundamental en el proceso de esta investigación.

Agradezco su colaboración al responder cada una de las siguientes preguntas.

1. Edad_____

2. El número de personas que vive con usted es: ___

Indique con quién vive y su grado de escolaridad (primaria sin terminar, primaria, secundaria sin terminar, secundaria o profesional).

Padre _____	Nivel de escolaridad _____
Madre _____	Nivel de escolaridad _____
Abuela _____	Nivel de escolaridad _____
otros (cual?) _____	Nivel de escolaridad _____
otros (cual?) _____	Nivel de escolaridad _____
otros (cual?) _____	Nivel de escolaridad _____
otros (cual?) _____	Nivel de escolaridad _____

3. Marque si tiene actividad cultural (asiste a conciertos, lee libros diferentes a los exigidos por el colegio, va a teatro o ferias de ciencia, frecuenta un grupo o club de cualquier disciplina científica, artística o deportiva):

Frecuentemente (por lo menos una vez al mes) _____
Algunas veces (una vez cada trimestre) _____
Rara vez (menos de una vez por trimestre) _____
Nunca _____

4. Tiene computador en casa. Si ____ No ____

5. Cuenta con servicio de internet. Si ____ No ____

6. Utiliza café Internet. Si ____ No ____

7. Estrato_____

8. Señale el nivel de ingresos de su núcleo familiar (tenga en cuenta a todos los que trabajan y que el salario mínimo mensual legal vigente (SMMLV) es de $566.000 aprox):

Menos de un SMMLV ___
Entre uno y dos SMMLV ___
Entre dos y tres SMMLV ___
Mayor de tres SMMLV ___

II. Escala de actitudes ante el aprendizaje significativo

El presente instrumento es de carácter anónimo, por lo tanto no es necesario colocar su nombre. Consta de 28 enunciados con cinco posibles respuestas, usted deberá encerrar con un círculo *uno* solo de los cinco valores que tiene cada frase en la margen derecha. Cada uno de los valores corresponde a una posible opinión suya sobre la frase.

Por ejemplo, frente al siguiente enunciado:

1	Si estuviera en el estadio de fútbol y hubiera un temblor, saldría a mil por encima del que fuera	1	2	3	4	5

Si usted está Totalmente de acuerdo, encierre en un círculo el n.° 5.
Si usted está De acuerdo, encierre el n.° 4.
Si usted tiene Dudas o está indeciso, encierre el n.° 3
Si usted está en Desacuerdo, encierre el n.° 2
Si usted está Totalmente en desacuerdo, encierre el n.° 1

Tenga en cuenta que por cada frase usted deberá seleccionar una sola respuesta y que ésta deberá ir sobre el número que está más en concordancia con su opinión.

Este no es un examen donde su respuesta está *bien* o *mal*. No se califica. Sólo nos interesa su propia opinión acerca de cada una de las frases.

1	Si hay un corto circuito en casa, trataría de pensar en lo que he aprendido en el colegio para resolver el problema	1	2	3	4	5
2	Solo se aprende en el aula de clase	1	2	3	4	5
3	Disfruto del trabajo que realizo en la clase de robótica	1	2	3	4	5
4	Repetir la información recibida es más importante que pensar cómo se puede usar en la vida diaria	1	2	3	4	5
5	Asistiría a un curso gratuito de su tema favorito	1	2	3	4	5
6	Memorizar es aprender	1	2	3	4	5
7	Desarmaría un aparato para entender su funcionamiento	1	2	3	4	5
8	La clase de robótica me entrega una información que me ayuda a entender otras materias	1	2	3	4	5
9	Es importante aprender algo cada día	1	2	3	4	5
10	Aplico los conocimientos de las clases en la vida cotidiana	1	2	3	4	5
11	Propongo alternativas frente a las dificultades que se presentan cuando estoy construyendo algún mecanismo	1	2	3	4	5
12	Participo con gusto de las actividades que se desarrollan en la clase	1	2	3	4	5
13	No comparo los conocimientos de clase con la idea que tengo de ellos y no trato de acoplarlos	1	2	3	4	5
14	Me satisface resolver problemas por medio de lo que aprendo	1	2	3	4	5
15	Trato de descubrir las ventajas y desventajas de los diferentes aparatos tecnológicos que me rodean	1	2	3	4	5
16	Debo organizar la información disponible e indagar para proponer soluciones a problemas reales o planteados en las diferentes clases	1	2	3	4	5
17	Poner en práctica lo aprendido aclara las ideas de los diferentes temas de clase	1	2	3	4	5
18	Se aprende más en la construcción de un robot que en la clase donde solo el profesor habla	1	2	3	4	5

Editado por el Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–,
en marzo de 2017

Se compuso en caracteres Cambria de 12 y 9 ptos.

Bogotá, Colombia