

QUÉ ES EL ELD?

Al igual que las herramientas de trabajo cambian históricamente, también las herramientas del pensamiento cambian históricamente. Y así como las nuevas herramientas de trabajo dan lugar a nuevas estructuras sociales, también las herramientas del pensamiento provocan el nacimiento de nuevas estructuras mentales: E. Berg.

Lo esencial y práctico de esta herramienta psicológica y lógica, que es hecha de lógica y lenguaje, es que saca la clase del sistema tradicional de educación y la introduce en una situación ideal –tipo esquema de comunicación alternativa– (fig.1) donde el **P**erceptor no solamente se limita a recibir emisiones sino que, luego de percibir las, las procesa, se apropia de ellas y aun retroalimenta al **E**misor, dándose así la interacción dialógica y la negociación de significados; lo que contrasta con lo que ocurre en el sistema tradicional de educación donde el alumno es un gran **R**ecesor, que pobremente procesa, pasivo y repetitivo, y en el cual el conocimiento se vincula muy poco con la vida.

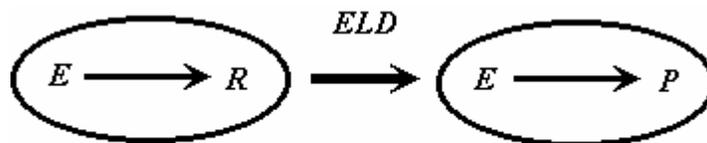


Fig. 1

Que este traslado sea posible se sustenta con la siguiente tesis de la extraordinaria e interesante teoría del desarrollo de los procesos psicológicos superiores de Vygotski: “El momento más significativo en el curso del desarrollo intelectual, que da a luz las formas más puramente humanas de la inteligencia práctica y abstracta, es cuando el lenguaje y la

actividad práctica, dos líneas de desarrollo antes completamente independientes, convergen”.

En el caso de las matemáticas, estas dos líneas de desarrollo, como lo veremos en el siguiente capítulo, convergen en el ELD.

En la práctica, ¿cómo sucede este traslado? Al iniciarse la carrera de matemáticas, en cuanto al conocimiento matemático, el Emisor y el Perceptor, que en lo sucesivo se representarán por las letras E y P respectivamente, se encuentran en dos planos distintos y muy distantes el uno del otro. E está arriba, muy alto; y P está abajo en un primer plano. Desde el punto de vista de la inteligencia matemática, E se encuentra en la fase de la inteligencia abstracta, al tiempo que P se encuentra en los estadios iniciales del desarrollo intelectual matemático; es decir, en la fase de la inteligencia práctica, del pensamiento técnico, que se caracteriza por el uso de instrumentos, por las operaciones directas, la memoria directa, la deducción inmediata, los cálculos directos (fig.2).



Fig. 2

La actividad práctica del estudiante en esta primera etapa de desarrollo intelectual puede caracterizarse por los siguientes hechos: el alumno olvida lo que ha aprendido, es incapaz de utilizar el conocimiento, de reconocerlo o aplicarlo; poco puede operar con lo aprendido; su aprendizaje es reproductivo; tiende a estudiar aprendiendo simplemente fórmulas y pasos para resolver ejercicios, que supone serán el objeto de examen, aun cuando le sea imposible explicar el por qué de lo que ha dicho. Cuando se enfrenta a un objeto, un hecho o un fenómeno, intenta memorizar, sin interesarse en conocer qué es, por qué ocurre, cómo es o para qué es.

Esta etapa también se caracteriza por la necesidad del uso de figuras, símiles y analogías para entender los conceptos matemáticos. Por ejemplo, para hablar de continuidad, P necesita ver una gráfica; mientras que E no tiene que hacer ningún monacho para que la memoria retenga eso, para que la conciencia emerja, sino que viendo simplemente la cadena proposicional lo entiende, viene al espíritu sin ningún esfuerzo; como se diría en la psicología Kanntiana, este objeto matemático está ya exhibido en el horizonte cognitivo.

Esta transición de la inteligencia práctica a la inteligencia abstracta no se lleva a cabo por medio de una acción súbita, sino como resultado de un proceso complejo y prolongado sujeto a todas las leyes básicas de la evolución psicológica, especialmente a aquellas que regulan los procesos de pensamiento lógico y de lenguaje. En la etapa transicional, todas las ideas y conceptos, todas las estructuras mentales, dejan de organizarse de acuerdo con tipos familiares para constituirse en conceptos abstractos.

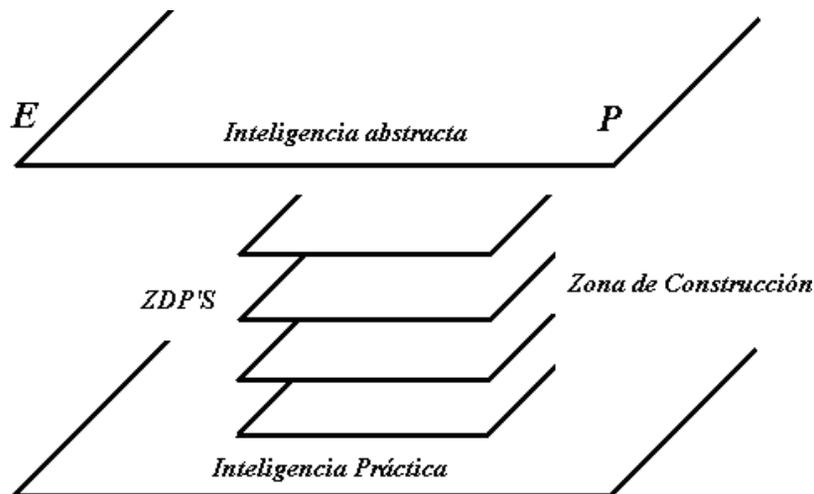


Fig. 3

Pero el ELD es más que un simple operador para el traslado de la inteligencia Práctica a la Inteligencia Abstracta. Desde el punto de vista de la teoría de la actividad, el ELD es una herramienta conceptual importante para analizar los mecanismos más profundos de la cognición en matemáticas, y se identifica plenamente con la idea del “andamio” que indica la acción del profesor de ofrecer un apoyo temporal, el cual se puede retirar si ya no se necesita en la zona de desarrollo próximo (ZDP). Aunque esta metáfora sugiere una acción unilateral (el profesor ayuda al estudiante) y no la acción recíproca característica de la zona de construcción, por su misma naturaleza de lógica y lenguaje, el ELD es útil en la zona de

construcción para provocar los cambios cognitivos en los estudiantes, mediante un proceso interactivo de construcción. En el uso del ELD, que es un campo de acción temporal, donde una actividad sobresaliente tiene que ver con construcción y desarrollo de lenguaje formal y elaboración de pensamiento abstracto matemático, ZDPs se observan frecuentemente cuando personas con una preparación desigual tratan de realizar una tarea juntos con la ayuda del ELD (ver foto abajo).



CONCEPTO DE ZONA DE DESARROLLO PRÓXIMO

A fin de facilitar la comprensión del concepto de zona de desarrollo próximo, iniciamos el tema diciendo que se trata de una concepción muy bien definida y esclarecida acerca de la relación entre aprendizaje y desarrollo.

Los problemas con los que nos encontramos en el análisis psicológico de la enseñanza no pueden resolverse de modo correcto, ni siquiera formularse, sin situar la relación entre aprendizaje y desarrollo en niños de edad escolar. Una teoría del desarrollo que no contemple dentro de sus elementos la relación entre aprendizaje y desarrollo no es consistente, no presta ningún servicio al análisis psicológico de la enseñanza ni puede ser aplicada a los procesos educacionales.

Todas las concepciones corrientes de la relación entre desarrollo y

aprendizaje en los niños pueden reducirse esencialmente a tres posiciones teóricas importantes.

La primera de ellas se centra en la suposición de que los procesos del desarrollo del niño son independientes del aprendizaje, y considera a este último como un proceso puramente externo que no está complicado de modo activo en el desarrollo, que simplemente utiliza los logros del desarrollo en lugar de proporcionar un incentivo para modificar el curso del mismo. Los que comparten esta posición teórica presuponen que el desarrollo es siempre un requisito previo para el aprendizaje, que si las funciones mentales (operaciones intelectuales) de un niño no han madurado lo suficientemente como para poder aprender un tema determinado, toda instrucción resultará inútil; aseguran que los ciclos evolutivos preceden a los ciclos de aprendizaje; que la maduración precede al aprendizaje y que la instrucción debe ir a remolque del crecimiento mental. De esta posición teórica es la suposición de que procesos tales como la deducción y la comprensión, la evolución de nociones acerca del mundo, la interpretación de la causalidad física, y el dominio de formas lógicas de pensamiento y lógica abstracta se producen por sí solos, sin influencia alguna del aprendizaje escolar.

Puesto que esta aproximación se basa en la premisa de que el aprendizaje va siempre a remolque del desarrollo, y que el desarrollo avanza más rápido que el aprendizaje, se excluye la noción de que el aprendizaje pueda desempeñar un papel en el curso del desarrollo o maduración de aquellas funciones activadas a lo largo del aprendizaje. El desarrollo o maduración se considera como una condición previa del aprendizaje, pero nunca como un resultado del mismo. Para resumir esta posición: el aprendizaje constituye una superestructura por encima del desarrollo, dejando a este último esencialmente inalterado.

La segunda posición teórica más importante es que el aprendizaje es desarrollo. Tanto si se trata de la lectura, la escritura o la aritmética, el desarrollo se considera como el dominio de los reflejos condicionados; esto es, el proceso de aprendizaje está completa e inseparablemente unido al proceso de desarrollo. Esta aproximación concibe el desarrollo como la elaboración y sustitución de las respuestas innatas, proceso que se reduce básicamente a la acumulación de todas las respuestas posibles, cualquier respuesta adquirida se considera o bien un sustituto o una forma más compleja de la respuesta innata. Los teóricos de este grupo postulan que ambos procesos se dan simultáneamente; el aprendizaje y el desarrollo coinciden en todos los puntos, del mismo modo que dos figuras geométricas idénticas coinciden cuando se superponen. Debido a esta identidad, el proceso de aprendizaje se ha reducido a la formación de hábitos, identificándolos con el desarrollo; concepción que ha dado pie para definir la educación como la organización de los hábitos adquiridos y tendencias del comportamiento.

La tercera posición teórica respecto a la relación entre aprendizaje y desarrollo trata de anular los extremos de las anteriores posiciones combinándolos entre sí. Plantea que el desarrollo se basa en dos procesos inherentemente distintos pero relacionados entre sí, que se influyen mutuamente. Por un lado está la maduración, que depende directamente del desarrollo del sistema nervioso; por el otro, el aprendizaje, que, a su vez, es también un proceso evolutivo. Según esta concepción, el proceso de maduración prepara y posibilita un proceso específico de aprendizaje; el proceso de aprendizaje estimula y hace avanzar al proceso de maduración.

La zona de desarrollo próximo constituye una visión más exacta de la relación entre aprendizaje y desarrollo.

Tradicionalmente se ha supuesto que únicamente aquellas actividades que los pequeños pueden realizar por sí solos son indicativas de las capacidades mentales. También existe la suposición de que si un niño resuelve un problema con la ayuda del profesor o de un compañero más capaz, la solución no es indicativa de su desarrollo mental. Esto plantea dos formas universales para resolver un problema: la solución independiente del problema y la solución con la ayuda de otra persona más capaz. La zona de desarrollo próximo no es otra cosa que la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz.

Para poder elaborar las dimensiones del aprendizaje escolar, tenemos que delimitar como mínimo dos niveles evolutivos.

El primero de ellos podría denominarse *nivel evolutivo real*, es decir, el nivel de desarrollo de las funciones mentales de un niño, establecido como resultado de ciertos ciclos evolutivos *llevados a cabo*. Cuando determinamos la edad mental de un niño utilizando tests tratamos casi siempre con el nivel evolutivo real. En los estudios acerca del desarrollo mental de los niños, generalmente se supone que únicamente aquellas actividades que los pequeños pueden realizar por sí solos son indicativas de las capacidades mentales. Presentamos a los niños una batería de tests o una serie de tareas de distintos niveles de dificultad y juzgamos el alcance de su desarrollo basándonos en el modo en que resuelven los problemas y a qué nivel de dificultad lo hacen. Por otra parte, si ofrecemos ayuda o mostramos cómo hay que resolver el problema y el niño lo soluciona, o si el profesor inicia la solución y el pequeño la completa, o si lo resuelve en colaboración con otros compañeros —en pocas palabras, si el niño no logra una solución

independiente del problema—, la solución no se considera indicativa de su desarrollo mental.

El segundo nivel evolutivo es la zona de desarrollo próximo que, como ya lo dijimos, es la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz.

El nivel de desarrollo real del niño define funciones que ya han madurado, es decir, los productos finales del desarrollo. Si un niño es capaz de realizar esto o aquello de modo independiente, significa que las funciones para tales cosas han madurado en él. La zona de desarrollo próximo define aquellas funciones que todavía no han madurado, pero que se hallan en proceso de maduración, funciones que en un mañana próximo alcanzarán su madurez y que ahora se encuentran en estado embrionario. Estas funciones podrían denominarse «capullos» o «flores» del desarrollo, en lugar de «frutos» del desarrollo. De este modo el nivel de desarrollo real caracteriza el desarrollo mental retrospectivamente, mientras que la zona de desarrollo próximo caracteriza el desarrollo mental prospectivamente.

La zona de desarrollo próximo proporciona a los psicólogos y educadores un instrumento mediante el cual pueden comprender el curso interno del desarrollo. Utilizando este método podemos tomar en consideración no sólo los ciclos y procesos de maduración que ya se han completado, sino también aquellos que se hallan en estado de formación, que están comenzando a madurar y a desarrollarse; nos permite trazar el futuro inmediato del niño, así como su estado evolutivo dinámico, señalando no sólo lo que ya ha sido completado evolutivamente, sino también aquello que está en curso de maduración.

El estado de desarrollo mental de un niño puede determinarse únicamente si se lleva a cabo una clarificación de sus dos niveles: del nivel real de desarrollo y de la zona de desarrollo próximo.

Lo que se encuentra hoy en la zona de desarrollo próximo, será mañana el nivel real de desarrollo; es decir, lo que un niño es capaz de hacer hoy con la ayuda de alguien, mañana podrá hacerlo por sí solo.

Una total comprensión del concepto de la zona de desarrollo próximo debe desembocar en una nueva evaluación del papel de la imitación en el aprendizaje. Un principio inamovible de la psicología clásica es que únicamente la actividad independiente de los niños, no su actividad imitativa, indica su nivel de desarrollo mental. Tanto la imitación como el aprendizaje se consideran como procesos puramente mecánicos. No obstante, los

psicólogos más recientes han demostrado que una persona puede imitar solamente aquello que está presente en el interior de su nivel evolutivo. Así, por ejemplo, si un niño tiene dificultades con un problema de aritmética y el profesor lo resuelve en la pizarra, el pequeño podrá captar la solución rápidamente. Pero si el profesor resolviera un problema de matemática avanzada, el niño nunca podría comprenderlo por mucho que tratara de imitarlo.

Los simios pueden servirse de la imitación para resolver únicamente aquellos problemas cuyo grado de dificultad es el mismo que el de los que pueden resolver por sí solos. Los primates no son capaces de aprender (en el sentido humano de la palabra) a través de la imitación, ni tampoco puede desarrollarse su intelecto, ya que carecen de la citada zona de desarrollo próximo. Un simio puede aprender cantidad de cosas mediante el entrenamiento, utilizando sus capacidades mentales y mecánicas, pero nunca podrá aumentar su inteligencia, es decir, no se le podrá enseñar a resolver de modo independiente problemas que excedan su capacidad. Por ello, los animales son incapaces de aprender en el sentido humano del término; *el aprendizaje humano presupone una naturaleza social específica y un proceso, mediante el cual los niños acceden a la vida intelectual de aquellos que le rodean.*

Los niños pueden imitar una serie de acciones que superan con creces el límite de sus propias capacidades. A través de la imitación, son capaces de realizar más tareas en colectividad o bajo la guía de los adultos. Este hecho, que parece ser poco significativo en sí mismo, posee una importancia fundamental desde el momento en que exige una alteración radical de toda la doctrina concerniente a la relación entre el desarrollo y el aprendizaje en los niños. Una consecuencia que se deriva directamente de ello es el cambio que ha de llevarse a cabo en las conclusiones que se trazan a partir de los tests de diagnóstico del desarrollo.

Este procedimiento orienta el aprendizaje hacia el desarrollo pasado, hacia los estadios evolutivos ya completados. En la enseñanza de los niños especiales se había establecido que los niños con retraso mental no eran capaces de desarrollar un pensamiento abstracto. A partir de ahí la pedagogía de las escuelas especiales llegó a la conclusión, aparentemente correcta, de que toda enseñanza destinada a niños debía basarse en el uso de métodos concretos de imitación. Sin embargo, gran parte de las experiencias con este método desembocaron en una profunda desilusión. Resultó que un sistema de enseñanza basado únicamente en lo concreto —eliminando de la enseñanza cualquier cosa relacionada con el pensamiento abstracto— no sólo no podía ayudar a los niños retrasados a vencer sus handicaps innatos, sino que además reforzaba dichos handicaps al acostumbrar a los niños a utilizar exclusivamente el pensamiento concreto, suprimiendo así los pocos

rudimentos de pensamiento abstracto que poseían estos niños.

De modo similar, en los niños normales, el aprendizaje orientado hacia los niveles evolutivos que ya se han alcanzado resulta ineficaz desde el punto de vista del desarrollo total del pequeño. Este tipo de enseñanza no aspira a un nuevo estadio en el proceso evolutivo, sino que más bien va a remolque de dicho proceso. Así pues, la noción de una zona de desarrollo próximo nos ayuda a presentar una nueva fórmula, a saber, que el «buen aprendizaje» es sólo aquel que precede al desarrollo.

La adquisición del lenguaje proporciona un paradigma para el problema de la relación entre el aprendizaje y el desarrollo. El lenguaje surge, en un principio, como un medio de comunicación entre el niño y las personas de su entorno. Sólo más tarde, al convertirse en lenguaje interno, contribuye a organizar el pensamiento del niño, es decir, se convierte en una función mental interna. Piaget y otros han demostrado que el razonamiento se da en un grupo de niños como argumento para probar el propio punto de vista, antes de convertirse en una actividad interna, cuyo rasgo distintivo es que el niño comienza a percibir y a examinar la base de sus pensamientos. Tales observaciones llevaron a Piaget a la conclusión de que la comunicación provoca la necesidad de examinar y confirmar los propios pensamientos, proceso que es característico del pensamiento adulto. Del mismo modo que el lenguaje interno y el pensamiento reflexivo surgen de las interacciones entre el niño y las personas de su entorno, dichas interacciones proporcionan la fuente de desarrollo de la conducta voluntaria del niño. Piaget ha puesto de manifiesto que la cooperación suministra las bases del desarrollo del razonamiento moral del niño. Las primeras investigaciones al respecto establecieron que el niño adquiere primero la capacidad de subordinar su conducta a las reglas del juego en equipo, y sólo más tarde es capaz de autorregular voluntariamente su comportamiento; es decir, convierte dicho autocontrol en una función interna.

Lo que crea la zona de desarrollo próximo es un rasgo esencial de aprendizaje; es decir, el aprendizaje despierta una serie de procesos evolutivos internos capaces de operar sólo cuando el niño está en interacción con las personas de su entorno y en cooperación con algún semejante. Una vez se han internalizado estos procesos, se convierten en parte de los logros evolutivos independientes del niño.

Desde este punto de vista, aprendizaje no equivale a desarrollo; no obstante, el aprendizaje organizado se convierte en desarrollo mental y pone en marcha una serie de procesos evolutivos que no podrían darse nunca al margen del aprendizaje. El aprendizaje es un aspecto universal y necesario del proceso de desarrollo culturalmente organizado y específicamente humano de las funciones psicológicas.

En resumen, el rasgo esencial de nuestra hipótesis es la noción de que los procesos evolutivos no coinciden con los procesos de aprendizaje. Por el contrario, el proceso evolutivo va a remolque del proceso de aprendizaje; esta secuencia es lo que se convierte en la zona de desarrollo próximo. Nuestro análisis altera la tradicional opinión de que, en el momento en que el niño asimila el significado de una palabra, o domina una operación como puede ser la suma o el lenguaje escrito, sus procesos evolutivos se han realizado por completo. De hecho tan sólo han comenzado. La principal consecuencia que se desprende del análisis del proceso educacional según este método es el demostrar que el dominio inicial, por ejemplo, de las cuatro operaciones básicas de aritmética proporciona la base para el subsiguiente desarrollo de una serie de procesos internos sumamente complejos en el pensamiento del niño.

Nuestra hipótesis establece la unidad, no la identidad, de los procesos de aprendizaje y los procesos de desarrollo interno. Ello presupone que los unos se convierten en los otros. Por este motivo, el mostrar cómo se internalizan el conocimiento externo y las aptitudes de los niños se convierte en un punto primordial de la investigación psicológica.

Otro rasgo esencial de nuestra hipótesis es la noción de que, aunque el aprendizaje está directamente relacionado con el curso del desarrollo infantil, ninguno de los dos se realiza en igual medida o paralelamente. En los niños, el desarrollo no sigue nunca al aprendizaje escolar del mismo modo que una sombra sigue al objeto que la proyecta. En la actualidad, existen unas relaciones dinámicas altamente complejas entre los procesos evolutivos y de aprendizaje, que no pueden verse cercadas por ninguna formulación hipotética invariable.

• *El lenguaje, un asunto crítico subyacente a la zona de desarrollo próximo.*

El lenguaje, medio a través del cual se realiza la consideración y elaboración de la experiencia, es un proceso humano altamente personal y, al mismo tiempo, profundamente social. El lenguaje humano es, con mucho, la conducta más importante relativa al uso de signos en el desarrollo infantil. A través del lenguaje el niño se libera de muchas de las limitaciones inmediatas de su entorno. Se prepara, con ello, para una actividad futura; proyecta, ordena y controla su propia conducta, así como la de los demás. El lenguaje es también un excelente ejemplo del uso de signos que, una vez internalizado, se convierte en una parte de los procesos psicológicos superiores; el lenguaje actúa para organizar, unificar e integrar los distintos aspectos de la conducta de los niños, como la percepción, la memoria y la resolución de problemas. El lenguaje no sólo acompaña a la actividad práctica, sino que también desempeña un papel específico en su realización. El lenguaje no sólo facilita la manipulación efectiva de objetos por parte del niño, sino que también

controla el comportamiento del pequeño. Con la ayuda del lenguaje, a diferencia de los monos, los niños adquieren la capacidad de ser sujetos y objetos de su propia conducta.

La relación entre lenguaje y acción es una relación dinámica en el transcurso del desarrollo del niño. La relación estructural puede cambiar incluso durante un experimento. El cambio crucial se produce del siguiente modo: En un primer estadio el lenguaje *acompaña* a las acciones del pequeño y refleja las vicisitudes de la resolución de problemas de forma caótica y desorganizada. En un estadio superior, el lenguaje se acerca cada vez más al punto de partida del proceso, de modo que acaba por *preceder* a la acción. Funciona como una ayuda a un plan que ha sido concebido pero no realizado en la conducta. En el lenguaje de los niños podemos hallar una interesante analogía mientras dibujan. Los niños pequeños sólo ponen nombre a sus dibujos una vez los han terminado, necesitan verlos antes de decidir qué son. A medida que van creciendo, adquieren la capacidad de decidir por adelantado aquello que van a dibujar. Este desplazamiento del proceso de denominación significa un cambio en la función del lenguaje. En un principio, el lenguaje sigue a las acciones, está provocado y dominado por la actividad. Sin embargo, en los estadios superiores, cuando el lenguaje se desplaza hacia el punto de partida de una actividad, surge una nueva relación entre la palabra y la acción. Ahora el lenguaje guía, determina y domina el curso de la acción; *la función planificadora del lenguaje* hace su aparición junto con la ya existente función del lenguaje de reflejar el mundo externo.

- *El aprendizaje socialmente elaborado*

En esta aproximación acerca del desarrollo, se hace hincapié en la psicología de los seres humanos culturalmente transmitida e históricamente configurada. En la interacción entre adultos y niños, estos últimos identifican los medios efectivos para recordar, medios a los que acceden gracias a aquellos cuya capacidad de memoria está más desarrollada. El hecho de que los educadores ignoren este proceso social, así como los distintos modos en que un discípulo avanzado puede compartir sus conocimientos con otro compañero menos adelantado, limita el desarrollo intelectual de muchos estudiantes; sus capacidades se consideran biológicamente determinadas más que socialmente adquiridas.

En esta teoría cognoscitiva también se trabaja ampliamente con base en esta hipótesis fundamental de que las funciones mentales superiores están socialmente configuradas y se transmiten culturalmente: “si cambiamos los instrumentos de pensamiento que utiliza el niño, su mente tendría una estructura radicalmente distinta”. El mayor cambio de la capacidad del niño en el uso del lenguaje como instrumento para resolver problemas tiene lugar cuando el lenguaje socializado (que en un principio se utiliza para dirigirse a

un adulto) se interioriza. Esto explica por qué razón el uso del lenguaje social y la internalización del lenguaje socializado en la experiencia social cuando ésta se realiza como método de enseñanza de la matemática en niños en edad escolar, es lo que en última instancia determina el intelecto científico en los pequeños.

• *Proceso de internalización*

Llamamos internalización a la reconstrucción interna de una operación externa. Este proceso de internalización consiste en una serie de transformaciones:

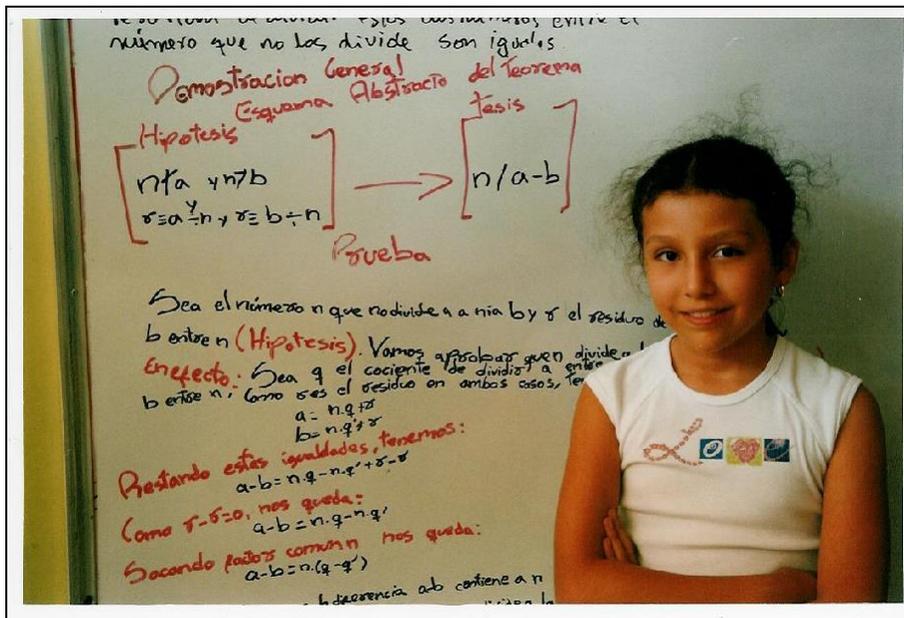
- a) *Una operación que inicialmente representa una actividad externa se reconstruye y comienza a suceder internamente.* Es de especial importancia para el desarrollo de los procesos mentales superiores la transformación de la actividad que se sirve de signos, cuya historia y característica quedan ilustradas por el desarrollo de la inteligencia práctica, de la atención voluntaria y de la memoria.
- b) *Un proceso interpersonal queda transformado en otro intrapersonal.* En el desarrollo cultural del niño, toda función aparece dos veces: primero, a nivel social, y más tarde, a nivel individual; primero *entre* personas (*interpsicológica*), y después, en el interior del propio niño (*intrapersonal*). 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.
- c) *La transformación de un proceso interpersonal en un proceso intrapersonal es el resultado de una prolongada serie de sucesos evolutivos.* El proceso, aun siendo transformado, continúa existiendo y cambia como una forma externa de actividad durante cierto tiempo antes de internalizarse definitivamente. Para muchas funciones, el estadio de signos externos dura indefinidamente, es decir, es su estadio final de desarrollo. En cambio, otras funciones se desarrollan mucho más y se convierten gradualmente en funciones internas. No obstante, sólo adquieren el carácter de procesos internos como resultado final de un desarrollo prolongado. Su internalización está vinculada a cambios en las leyes que rigen su actividad y se incorporan en un nuevo sistema con sus propias leyes.

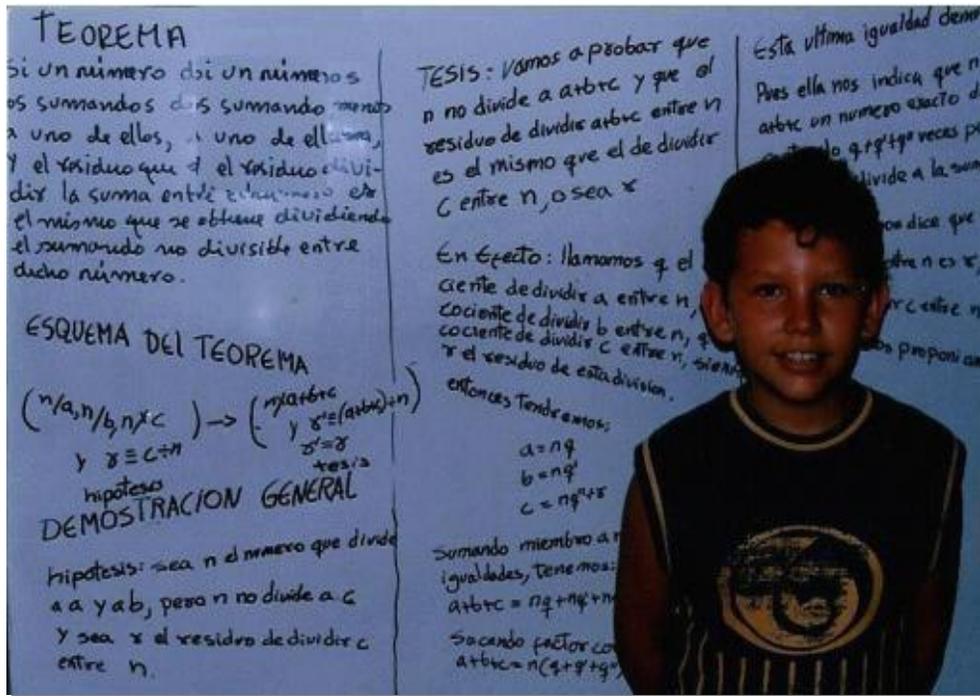
La internalización de las actividades socialmente arraigadas e históricamente desarrolladas es el rasgo distintivo de la psicología humana, la base del salto cualitativo de la psicología animal a la psicología humana.

En la zona de desarrollo próximo, la enseñanza representa el medio a través del cual progresa el desarrollo. Si en la enseñanza no se dan procesos de

internalización, no hay aprendizaje; y si no hay aprendizaje, no hay desarrollo. La educación escolar es cualitativamente distinta de la educación en el sentido más amplio de la palabra. En la escuela, el niño se ve enfrentado a una determinada tarea: captar las bases del estudio científico, esto es, un sistema de concepciones científicas. Si no hay procesos de internalización en el pequeño, él no podrá captar el sistema de concepciones científicas que se necesita como base para el estudio de un determinado tema. Así que es crucial que el proceso de internalización tenga lugar en la enseñanza escolar.

En el capítulo 6 del libro sobre Zona de Desarrollo Próximo, donde se hace una exhibición del pensamiento formal matemático alrededor del tema de la divisibilidad desarrollado por los niños Santiago y Daniela Rojas Loaiza (ver también los videos de matemática en zona de desarrollo próximo), tenemos la oportunidad de observar en la experiencia práctica los capullos, flores y frutos del desarrollo. También podremos ver funciones que están en proceso de formación como la deducción, comprensión y evolución de nociones matemáticas, formas lógicas de pensamiento, lógica abstracta y reconstrucción de demostración de teoremas, memoria lógica, memoria analítica, pensamiento abstracto, pensamiento teórico; todos ellos producidos por procesos de internalización en el marco del método de la zona de desarrollo próximo.





- En síntesis, ¿qué es la zona de desarrollo próximo?

Según Vygotski, un niño tiene dos áreas de desarrollo. El área de desarrollo actual que incluye todo lo que el niño puede hacer y llevar a cabo independientemente en un punto dado en el tiempo. Esto prepara a un niño para el futuro aprendizaje que tiene lugar fuera de esta área. Rodeando el área del desarrollo actual está una zona que representa el nivel de desarrollo del niño en el futuro cercano. Vygotski llama esta área la “zona de desarrollo próximo”. Para Vygotski, el aprendizaje tiene lugar en esta zona. Cuando un niño avanza en el aprendizaje, la zona de desarrollo próximo viene a ser el área del desarrollo actual rodeada por otra área de desarrollo futuro. Este patrón continúa.

LO INTRÍNSECO DEL ELD

Intrínsecamente, desde el punto de vista de su naturaleza, El ELD se puede definir por la ecuación

$$\text{ELD} = \text{Lógica matemática} + \text{Teoría de conjuntos.}$$

Cuando la lógica matemática se amplía al ámbito de la lógica en general y formal, y la teoría de conjuntos se extiende al lenguaje en general, se tiene entonces el Andamio en la Zona de desarrollo Próximo para el desarrollo intelectual superior en cualquier área de la ciencia.

A fin de justificar la afirmación planteada en el párrafo anterior, a continuación se hace una presentación y descripción breve de los contenidos de cada uno de los capítulos del libro *Introducción al Pensamiento Lógico Práctico*:

- *¿Qué es lógica?*

En el primer capítulo del libro *Introducción al Pensamiento Lógico Práctico*, *¿Qué es lógica?*, se reflexiona sobre lógica y los asuntos de la vida cotidiana, lógica y psicología, inferencia y razonamiento, el problema central de la lógica y la lógica formal. El propósito principal es mostrar la importancia práctica de la lógica como instrumento que nos ayuda a razonar y comprender mejor lo que estudiamos, nos coloca en situación de poder actuar con mayor eficacia, de pensar con más profundidad y objetividad y nos posibilita emprender después por nuestra propia cuenta la solución de los problemas que encontramos en el ejercicio de un oficio, de una profesión o de la actividad científica.

- *Lógica y Ciencia*

En el capítulo sobre ‘lógica y ciencia’, se inicia con la presentación y discusión de algunos términos especiales que el lógico utiliza en su labor tales como: inferencia, razonamiento, oraciones declarativas, proposiciones, premisas y conclusión de un razonamiento, razonamiento deductivo e inductivo, verdad o falsedad de una proposición (premisa o conclusión), validez o invalidez de un razonamiento, verdad lógica. En cuanto a la relación lógica y ciencia veremos el concepto de ciencia como conocimiento razonado o lógica aplicada, y como conocimiento general y sistemático; también veremos el tema, la tarea y los métodos de la lógica, la tarea de la ciencia y el método científico.

La importancia de plantear la relación entre lógica y ciencia radica en que el conocimiento de esta relación nos permite ver que sin lógica es imposible aprender ciencia. Algunas razones: La lógica aclara la naturaleza de los razonamientos, nos permite no sólo distinguir los razonamientos correctos de los incorrectos, sino también discriminar entre los razonamientos de uno u otro tipo, conocer las condiciones necesarias de la inferencia válida – los razonamientos correctos- y eliminar el razonamiento falso. Esto nos habilita para intervenir en todo conocimiento razonado (significado original de la palabra ciencia) y, por lo tanto, incursionar con propiedad en cualquier campo del conocimiento, puesto que por “ciencia” se entiende el conocimiento general y sistemático, esto es, aquel en el cual se deducen todas las proposiciones específicas de unos pocos principios generales. Además, el método lógico interviene en la demostración de la existencia de leyes, así como también en la determinación de la verdad de cualquier suceso histórico; y en cuanto al método científico, éste no es otra cosa que la persistente aplicación de

la lógica como característica común de todo conocimiento razonado. Y en cuanto a la lógica formal diremos que es el corazón de la filosofía, justamente porque su objeto es el aspecto formal de todo lo existente; aspecto que no sólo tienen los objetos y los acontecimientos en el tiempo y en el espacio, sino también las relaciones inespaciales e intemporales de los objetos. La relación de incompatibilidad es un hecho tan riguroso y objetivo como las relaciones de substracción, intersección, gravitación, asimilación, contradicción u otra cualquiera de las relaciones que constituyen el objeto de la ciencia.

• *Lógica, Argumento e Inferencia*

El éxito en el logro de nuestros objetivos depende en última instancia de la fiabilidad en los juicios que nosotros hacemos y, por lo tanto, de nuestra capacidad y determinación para pesar argumentos y evidencias racionalmente. De ahí la gran importancia de los métodos lógicos para distinguir aquellos argumentos que son lógicamente correctos de los que no lo son, puesto que de ellos dependemos cuando nuestra meta es lograr los juicios sobre los cuales nuestros razonamientos o inferencias pueden descansar.

La lógica es el estudio de los métodos y principios que se utilizan para distinguir el razonamiento correcto del incorrecto. Hay criterios objetivos con los cuales se puede definir el razonamiento correcto. Si estos criterios no se conocen, entonces no se pueden utilizar. El objetivo del estudio de la lógica es descubrir y poner a disposición aquellos criterios que puedan ser usados para probar argumentos, y para seleccionar los argumentos buenos de los malos.

Razonar sobre cualquier materia es la preocupación del lógico: razonar en ciencia y en medicina, en ética y leyes, en política y comercio, en juegos y deportes, y aun en asuntos simples de la vida cotidiana. Hay clases de razonamientos muy diferentes que se pueden utilizar, y todos ellos son del interés del lógico. En este capítulo se analizarán argumentos de muchas variedades, sobre diversos tópicos. Pero nuestra preocupación no será con el contenido de esos argumentos, sino con su forma y calidad. Nuestro objetivo es aprender cómo probar argumentos y evaluarlos. El buen razonamiento es el instrumento de investigación más seguro.

Cuando las personas hacen afirmaciones pueden o no presentar pruebas para sustentarlas. Una afirmación que es sustentada con pruebas es la conclusión de un argumento. La lógica provee de herramientas para el análisis de argumentos. El análisis lógico trata de la relación entre una conclusión y la evidencia que se da para sustentarla.

Cuando la gente razona, hace inferencias. Estas inferencias pueden transformarse en argumentos, y a estos argumentos resultantes se les puede aplicar las herramientas de la lógica a fin de evaluar las inferencias que los

originan. La lógica se ocupa de los argumentos y de las inferencias. Uno de sus principales propósitos es proporcionar métodos para distinguir aquellos argumentos que son lógicamente correctos de los que no lo son.

No es el proceso del razonamiento con el cual el lógico primeramente tiene que ver, sino con su producto, los argumentos completos que el razonamiento puede producir. De ahí que en este capítulo se estudian los siguientes elementos de la argumentación y de la inferencia: argumento, relación objetiva entre evidencias y conclusión, evaluación de argumentos, formas de los argumentos; corrección e incorrección lógica de un argumento, falacias, forma de los argumentos, argumentos en forma standard y argumentos en prosa ordinaria, la lógica y el poder persuasivo de los argumentos; la deliberación inteligente, los desacuerdos y su relación con la lógica; justificaciones insatisfactorias e inadecuadas, función general de los argumentos, aplicación de la lógica a la inferencia, relación y diferencias entre argumento e inferencia, los pasos del análisis lógico del discurso, métodos para distinguir argumentos lógicamente correctos de los incorrectos, lenguaje e inferencia y la función fundamental de la lógica. También se estudian argumentos más complejos, el análisis de argumentos mediante diagramas, argumentos en contexto, argumentos y explicaciones, premisas no en lenguaje declarativo, proposiciones no afirmadas, validez, y argumentos deductivos e inductivos. El propósito de este capítulo es, de un lado, proporcionar métodos para distinguir aquellos argumentos que son lógicamente correctos de los que no lo son, fomentar lo que podríamos llamar la cultura de la argumentación lógica y, de otro, reconocer el papel importante de la inferencia en el desarrollo del conocimiento.

- *Lógica, Descubrimiento y Justificación*

En el capítulo *Lógica, Descubrimiento y Justificación* se pretende dar una visión panorámica de lo que es el contexto del descubrimiento y el contexto de la confirmación. En esta sección el lector tendrá la oportunidad de conocer con claridad y precisión cuál es el papel que desempeña la lógica en la génesis y el aumento de la ciencia, y entender que ante una afirmación siempre se deben considerar dos cuestiones: ¿cómo se le ocurrió tal afirmación al que la hizo? y ¿qué razones tenemos para aceptarla como verdadera? Así mismo, podrá conocer las condiciones que se deben satisfacer para que se dé el proceso del descubrimiento, las cuales son muy diferentes de las que se requieren para ser exitoso en las demostraciones.

- *Lógica Deductiva*

La validez de los argumentos deductivos está determinada por su forma lógica, no por el contenido de los enunciados que los componen. Después de analizar la relación entre forma y validez, discutiremos algunas de las formas válidas más importantes de argumento deductivo

y examinaremos algunas falacias deductivas comunes.

Como hemos visto, la lógica se ocupa de la corrección de los argumentos, no de la verdad o falsedad de las premisas y conclusiones. Los argumentos deductivos correctos se denominan "válidos". La validez de un argumento deductivo depende únicamente de la relación entre las premisas y la conclusión. Decir que un argumento deductivo es "válido" significa que las premisas están relacionadas con la conclusión de tal manera que *la conclusión debe ser verdadera si las premisas son verdaderas*. La validez es una propiedad de los argumentos, que son grupos de enunciados, no de enunciados individuales. La verdad, por otro lado, es una propiedad de los enunciados individuales, no de los argumentos. No tiene sentido llamar a un argumento "verdadero", y no tiene sentido llamar a un solo enunciado "válido". Los argumentos deductivos que son lógicamente incorrectos o falaces también se denominan "inválidos". Un argumento deductivo es inválido si existe alguna posibilidad de que las premisas sean verdaderas y la conclusión falsa.

- *Razonamiento Inductivo*

En el capítulo 'Razonamiento inductivo' discutiremos varios tipos de argumentos inductivos correctos y varias falacias, tales como la inducción por enumeración, la estadística insuficiente, la falacia de la estadística sesgada, el silogismo estadístico, el argumento de la autoridad, el argumento del consenso, el argumento contra el hombre, la analogía, argumentos causales y falacias causales, y las hipótesis. El tema de la confirmación de hipótesis será tratado principalmente con ejemplos científicos. Debido a que asuntos similares están involucrados tanto en la vida cotidiana como en la ciencia, se hará uso extensivo de las hipótesis a la conducción de asuntos prácticos. Veremos que la confirmación de hipótesis juega un papel crucial en las decisiones que tienen que ver con los asuntos más significativos para nosotros, tales como nuestra salud personal, nuestras actitudes morales, nuestras relaciones con otras personas, los asuntos del gobierno, y las relaciones internacionales. Con el estudio de este capítulo nos llenaremos de razones para insistir en la exactitud lógica tanto en asuntos de importancia práctica como en la actividad abstracta de la verdad científica. El propósito de este capítulo es mostrar la gran importancia y el poder que tiene la inducción para el soporte de vastas áreas del conocimiento.

- *Lógica y Lenguaje*

Con el fin de tratar adecuadamente con los argumentos, es necesario poner especial atención a la naturaleza del lenguaje, ya que los argumentos, al estar compuestos por afirmaciones, son entidades lingüísticas. Debido a que el

lenguaje es una herramienta extremadamente compleja, hay posibilidades de que el error surja del uso mismo del lenguaje. Por esta razón, el capítulo 'Lógica y lenguaje' será dedicado a unos pocos problemas importantes del lenguaje que tienen una relación directa con la corrección o incorrección lógica de los argumentos, lo cual se hará a través del estudio de las definiciones, las afirmaciones analíticas, sintéticas, y contradictorias; las afirmaciones contrarias y contradictorias, la ambigüedad y la equivocación. Nuestro objetivo con este capítulo es mostrar cómo el estudio de estos elementos favorece el desarrollo de la ciencia, la formación científica, el pensamiento claro, analítico, preciso, sintético y objetivo.

- *Falacias*

Un argumento, cualquiera que sea su tema o esfera, generalmente se construye de tal manera que demuestre que su conclusión es verdadera. Pero cualquier argumento puede no cumplir este propósito de dos maneras. Una forma de fracasar es asumiendo una proposición falsa como una de sus premisas. Vimos en el capítulo 1 que todo argumento implica la afirmación de que la verdad de su conclusión se deriva de, o está implícita en, la verdad de sus premisas. Entonces, si sus premisas no son verdaderas, el argumento no logra establecer la verdad de su conclusión, incluso si el razonamiento basado en esas premisas es correcto. Sin embargo, probar la verdad o falsedad de las premisas no es responsabilidad especial del lógico; es más bien la tarea de la investigación en general, ya que las premisas pueden referirse a cualquier tema.

La otra forma en que un argumento puede no establecer la verdad de su conclusión es basarse en premisas que no implican la conclusión. Aquí estamos en el ámbito especial del lógico, cuya principal preocupación es la relación lógica entre premisas y conclusión. Los argumentos cuyas premisas no respaldan su conclusión son aquellos cuya conclusión podría ser falsa incluso si todas sus premisas fueran verdaderas. En casos de este tipo el razonamiento es malo y se dice que el argumento es falaz. Una falacia es un error de razonamiento.

Sin embargo, la palabra "falacia", tal como la usan los lógicos, no designa ninguna inferencia errónea o creencia falsa, sino errores típicos, es decir, errores que surgen comúnmente en el discurso ordinario y que devastan los argumentos en los que aparecen. Cada falacia, como usaremos ese término, es un tipo de argumento incorrecto. Se dice que un argumento en el que aparece un error de un tipo determinado comete esa falacia.

Dado que cada falacia es un tipo, podemos decir de dos o más argumentos diferentes que contienen o cometen la misma falacia; es decir, exhiben el mismo tipo de error en el razonamiento. También se puede decir que un argumento que contiene o comete una falacia de un tipo determinado es una falacia, es decir, un ejemplo o instancia de ese error típico.

Hay muchas maneras en que el razonamiento puede extraviarse; es decir, hay

muchos tipos de errores en la argumentación. Es costumbre reservar el término “falacia” para argumentos que, aunque incorrectos, son psicológicamente persuasivos. Algunos argumentos son tan obviamente incorrectos que no engañan ni persuaden a nadie. Pero las falacias son peligrosas porque la mayoría de nosotros, en un momento u otro, nos dejamos engañar por algunas de ellas. Por lo tanto, definimos una falacia como un tipo de argumento que puede parecer correcto, pero que, al examinarlo, demuestra que no lo es. Es provechoso estudiar estos argumentos erróneos, porque las trampas que ponen pueden evitarse mejor cuando se comprenden bien. ¡Estar prevenido es estar prevenido!

Que un argumento determinado cometa de hecho una falacia puede depender de la interpretación que se dé a los términos utilizados por su autor. En un pasaje que parece falaz, puede resultar difícil determinar fuera de contexto qué significados pretendía el autor de los términos utilizados. A veces la acusación de “¡Falacia!” se dirige injustamente a un pasaje que su autor pretendía resaltar un punto que el crítico pasó por alto, tal vez incluso para hacer una broma. Deberíamos tener presentes estas complicaciones inevitables al aplicar el análisis de argumentos falaces en la vida ordinaria al discurso real. Nuestros estándares lógicos deben ser altos, pero nuestra aplicación de ellos a argumentos en la vida ordinaria también debe ser generosa y justa.

• *Lógica y Signos/Símbolos*

La palabra garantiza que el pensamiento, los conceptos o ideas, que reflejan propiedades del mundo sean registrados y conservados como experiencia utilizable en la actividad práctica. No obstante, con frecuencia encontramos que las palabras no nos alcanzan para expresar de forma completa y exacta todo lo relativo a la verdad que queremos conocer o enseñar, teniendo necesidad de recurrir a figuras, cuadros, hechos o historias, que nos ayuden a entender los detalles de lo que las palabras claras hablan. Se dice que una imagen es mejor que mil palabras.

El pensamiento simbólico se desarrolla a partir y en función de símbolos; este pensamiento no solo tiene la virtud de suscitar la presencia concreta y rica de lo que los símbolos evocan, sino también de comprender y revelar la verdad que detentan.

El estudio de los símbolos es, sin duda, el camino real que conduce al conocimiento de la cultura humana y de las profundas e insospechadas relaciones que existen entre algunos de sus aspectos que por lo general se consideran ajenos.

La comunicación y el conocimiento humanos invariablemente se realizan a través de símbolos, ya que la aprehensión directa y el conocimiento de la realidad, que se nos escapa como agua entre los dedos, nos parece imposible.

Debido a la época oscura que vivimos como consecuencia de la crisis de la

racionalidad, necesitamos mirar hacia el pensamiento simbólico, si deseamos trascender el pensamiento técnico del cual la humanidad entera se encuentra prisionera. El problema con el pensamiento técnico es que éste limita la comunicación a actos reflejos, niega la capacidad que el hombre tiene de elaborar conceptos, de reflexionar ante los fenómenos del mundo. Al negar el elemento mental, el signo queda reducido a una forma desprovista de significado. Es innegable que en muchas ocasiones, por falta de reflexión y conocimiento de quiénes somos nos conducimos como autómatas, pero negar que hay un significado producto de operaciones mentales complejas y reducir los signos lingüísticos específicamente a estímulos es negar el poder que tiene la palabra en el establecimiento de vínculos con nuestros semejantes y con el universo.

La lengua no sólo es un medio de conocimiento sino también de manifestación de emociones, sentimientos, inquietudes y deseos. Encontrar un equivalente para expresar vivencias, es fácil en el sistema lingüístico que emplea signos para la expresión cotidiana pero no en el lenguaje técnico.

La importancia de lo que estamos hablando en cuanto al pensamiento simbólico se funda en el hecho universal de que lo material es una simple sombra de lo espiritual, la verdadera realidad; la materia no es más que un reflejo del Espíritu (Ro.1: 20). Lo que vemos exteriormente es el mundo físico, pero detrás del mundo físico está el mundo espiritual. Por lo tanto, resulta obvio que si queremos introducirnos en el conocimiento de la concreción y el misterio de este mundo, no tenemos otra alternativa que iniciarnos en el estudio de los signos/símbolos.

Este capítulo se inicia con la idea general de signo y su conformación. Luego se sigue con el signo lingüístico, el fenómeno psicológico que implica y sus características. Pero la noción que más interesa es la de signo desde el punto de vista de la semiología, porque es sobre esta definición que descansa el desarrollo del contenido que tiene que ver con la trascendencia del pensamiento simbólico. En esta definición se verá la relación directa del signo con la comunicación, la percepción, el espíritu humano, la cultura y el conocimiento. El formular esta definición tiene como objetivo ver el signo como la marca de una intención de comunicar un sentido, lo que, a través de un desarrollo práctico, nos permitirá ver que las cosas en general tienen o bien un sentido indicativo e instrumental o un sentido evocador concreto.

Simultáneamente distinguiremos los signos motivados de los signos inmotivados, y caracterizaremos los símbolos como los signos inmotivados que tienen un sentido evocador concreto. Aquí se ve, de una manera práctica, que el símbolo lleva en sí una fuerte presencia singular y concreta, que expresa relaciones analógicas y hologramáticas, que contiene un *coagulum* de sentido y que puede contener una verdad oculta, incluso diversos niveles de verdad, estando más ocultos los más profundos.

En este capítulo también se estudian los signos de convención explícita y se ve en una forma muy rudimentaria cómo podríamos iniciarnos en los procesos de simbolización y formalización. De igual manera se estudian los símbolos con significación explícita, es decir, los símbolos que se usan para la edificación de las ciencias modernas. En este enfoque, se compara el símbolo con una especie de caja o recipiente dentro del cual se ha depositado una idea determinada, lo que convierte al símbolo en una herramienta poderosa, por medio de la cual podemos manejar y comunicar nuestras ideas. Finalmente, se verá que con los signos/símbolos se construye el conocimiento. En esta sección se ve cómo la computación, la lógica como un sistema simbólico que obedece a reglas de 'cálculo', mediante sus operaciones que incluyen traducción en signos/símbolos, construcción de sistemas cognitivos que articulan información/signos/símbolos y solución de problemas, lleva a cabo la construcción del conocimiento.

En esta perspectiva, el propósito de este capítulo es mostrar que el sentido indicativo/instrumental del signo genera el pensamiento empírico/técnico/racional, y el sentido evocador concreto del símbolo, el pensamiento simbólico/mitológico/mágico, lo que corresponde a dos modos existenciales; el primero es un modo instrumental de conocimiento que se ejerce sobre los objetos del mundo exterior; el segundo es un modo de participación subjetiva de la concreción y el misterio de este mundo.

• *Las Proposiciones*

Con el capítulo 'Las Proposiciones', la intención es mostrar cómo el concepto de proposición nos provee de un método para analizar y estudiar la realidad, nos permite analizar la estructura lógica de nuestro pensamiento y adentrarnos considerablemente en su conocimiento. Con el estudio de 'Las relaciones entre proposiciones' se puede ver cómo las relaciones de equivalencia e implicación posibilitan una mejor comprensión de la estructura general que forman entre sí las proposiciones, así como una mayor facilidad para su manejo. En cuanto a la primera relación, se muestra que trabajar con equivalencia ayuda a desarrollar nuestra capacidad de abstracción; que es imposible el estudio de los entes reales sin acudir al proceso de abstracción; que el concepto de equivalencia tiene una aplicación práctica muy importante en los discursos de la vida cotidiana. Sobre esta relación se tratan los siguientes tópicos: la función comunicativa de los recipientes de una proposición, el concepto de relación de equivalencia como herramienta fundamental para el estudio de la matemática, las clases de equivalencia como los significados puros o abstractos de las proposiciones, las clases de equivalencia como los sinónimos que la humanidad ha inventado para expresar, denotar o comunicar ese significado puro o abstracto que nosotros hemos llamado significado de una proposición y, finalmente, la relación de equivalencia como un instrumento que nos permite clasificar las proposiciones, según tengan o no el mismo significado.

El tema de la implicación se desarrolla a partir de la idea primitiva de que una proposición p *tiene mayor significado que otra proposición* q . Este enfoque, por ser intuitivo y práctico, nos permite penetrar en el concepto y significado de la implicación, lograr claridad en la comprensión de su significado, y conocer el importante papel de este concepto en la actividad científica.

• *Lógica y Pensamiento Teórico*

El capítulo ‘Lógica y Pensamiento teórico’ inicia con la definición descriptiva de lo que es un lenguaje formal o teoría, ilustrando con ejemplos muy prácticos e interesantes cada uno de sus elementos constituyentes. Luego procede a establecer una primera clasificación entre las proposiciones. Seguidamente trata el problema de la significación y su relación con un lenguaje formal o teoría. Se discute la inconveniencia de la definición de axioma como una verdad evidente por sí misma, muy frecuente en la literatura matemática, antes de abordar el tema formalmente. Se definen marco de referencia o sistema básico de razonamiento, teoremas, lemas y corolarios. Se estudia el importante tema de la paradoja, su origen y sus funciones. Finalmente, se trata el tema de las contradicciones y las falacias, y sus relaciones con las paradojas.

En este capítulo se verá de una manera descriptiva, sintética y ejemplificada, ¿qué es un lenguaje formal o teoría? La idea de un pensamiento teórico la podemos obtener de las siguientes consideraciones: Un conjunto de axiomas que no se contradicen entre sí constituye una especie de marco de referencia o sistema básico de razonamiento, dentro del cual un conjunto de proposiciones – los teoremas – adquieren carácter de verdaderas, siendo éste un hecho que puede ser exhibido a través de un proceso que se llama demostración del teorema. La herramienta que se utiliza para la demostración de un teorema es el argumento. Esto es así debido a que el teorema que se va a demostrar es la conclusión que se deriva de otros teoremas que constituyen la prueba o premisas de dicho teorema. Cuando nuestro hablar es gobernado lógicamente por unos pocos principios o sistema básico de razonamiento, podemos decir que exhibimos un pensamiento teórico. También podemos decir que estamos hablando conforme a ciencia, puesto que por “ciencia” se entiende el conocimiento general y sistemático, esto es, aquel en el cual se deducen todas las proposiciones específicas de unos pocos principios generales.

A través de un examen riguroso de la actividad científica, la lógica descubre el modo como se efectúa el proceso de elaboración de la ciencia y las leyes que lo gobiernan. La lógica es la disciplina que satisface la necesidad de indagar cuáles son las leyes que rigen el proceso de adquisición del conocimiento y de formularlas explícitamente. El conjunto de conocimientos adquiridos y sistematizados mediante sus relaciones lógicas, es la base en la que se apoya el avance ulterior de la investigación científica.

El aprendizaje de una disciplina se efectúa mediante un procedimiento lógico

que permite al estudiante seguir la trama de los conocimientos elaborados y conectados sistemáticamente.

La intención con este capítulo es : a) que el lector vea la similitud que, en algunos aspectos, tienen conceptos aparentemente lejanos, como el juego y el lenguaje o teoría científica. b) que conozca, de forma general, cómo se construye un lenguaje formal. c) que reconozca la importancia práctica que tiene el abordar cada materia de estudio desde el punto de vista de un lenguaje formal, lo cual le permite no sólo el aprendizaje efectivo de los objetos que estudia, sino también el desarrollo de pensamiento teórico en su campo específico de conocimiento. En la ejemplificación que se hace a un texto de ciencias sociales se muestra cómo puede aplicarse la lógica como lenguaje formal al estudio de un texto específico de manera que el lector pueda apreciar la importancia práctica de la lógica.

Introducción a la lógica matemática

Prólogo

Modernamente la lógica se ha convertido en una materia no sólo profunda, sino de gran amplitud y aplicación a otras Ciencias. Sólo desde hace algunos años se han establecido relaciones sistemáticas entre la Lógica y la Matemática, formulándose una teoría de inferencia completamente explícita que se adecua a todos los ejemplos típicos del razonamiento deductivo en Matemáticas y a las Ciencias empíricas. En la mente de todos los matemáticos modernos está el concepto de axioma y la deducción de teoremas a partir de axiomas. El propósito de este libro es introducir al estudiante en el método deductivo de la Matemática moderna, a un nivel que, aun siendo riguroso, sea lo suficientemente sencillo en presentación y contexto, para que permita una fácil comprensión.

No se puede poner en duda la importancia de la Matemática moderna, de la teoría de la demostración y de la metodología en la deducción de teoremas a partir de axiomas. Sin embargo, el desarrollo de la destreza en los razonamientos deductivos, ha sido considerado como de interés secundario en los planes de enseñanza de especialización matemática. El punto de vista representado en este libro es el de que una enseñanza de lógica matemática bien meditada y planeada, al principio de la carrera del estudiante le proporcionará una base para estudios de Matemáticas más profundos y penetrantes.

El objetivo del presente volumen comprende la teoría proposicional de inferencia, inferencia con cuantificadores universales, y aplicaciones a la teoría de la inferencia al desarrollo de la teoría elemental de grupos conmutativos, o la teoría de la adición, que es como se ha desarrollado en el texto. Debido a las complejidades que introducen los cuantificadores existenciales se ha dejado su consideración para el volumen siguiente, *Segundo curso de Lógica matemática*. Se puede observar que la restricción a los cuantificadores universales que se presentan al principio de fórmulas no es tan severa como pudiera parecer. La

mayor parte de las teorías matemáticas rigurosas y no triviales con las que se puede encontrar el estudiante pueden formularse dentro de esta armazón. Esta armazón proporciona al estudiante una oportunidad para aprender cómo se hacen demostraciones en matemáticas rigurosas y no triviales, sin adentrarse en las sutilezas que envuelven los cuatificadores existenciales. Se ha insistido también mucho a lo largo del libro en la importancia del problema de traducir a símbolos lógicos o matemáticos proposiciones enunciadas en lenguaje corriente.

El presente libro es la cuarta versión de un conjunto de notas desarrolladas en 1960-61 para ser utilizadas en una clase experimental de alumnos seleccionados de una escuela elemental. La segunda versión del texto se utilizó en once clases de estudiantes seleccionados de la escuela elemental en 1961-62. La tercera versión se utiliza experimentalmente en 1962-63 con diez clases de estudiantes seleccionados de la escuela elemental y 200 estudiantes del «College» en un proyecto patrocinado conjuntamente por el Office of Education y la National Science Foundation. La edición del libro subvencionada por la Carnegie Corporation de Nueva York.

Se ha intentado escribir el libro de manera que lo puedan utilizar los estudiantes con un margen de edad y habilidad muy amplio. La Lógica afortunadamente, es una de las materias que no requiere gran base o experiencia para poder llegar a un buen adiestramiento. Por esta razón, un libro de este tipo particular puede ser utilizado por una gran variedad de estudiantes. La experiencia con las versiones citadas indica que el material que contiene es razonablemente satisfactorio para los estudiantes seleccionados de Segunda enseñanza y, por otra parte, no demasiado elemental para que no pueda ser utilizado por alumnos de primer curso de la Universidad. Creemos que el libro será útil a una gran diversidad de alumnos de Enseñanza Media y a las clases de Matemáticas de Selectivo de la Facultad. Está en preparación el *Segundo curso de Lógica matemática* para aquellas clases que dispongan de tiempo para una exposición más amplia de esta materia.

Agradecemos a Mrs. Madeline Aderson su trabajo paciente y competente de mecanografiar el manuscrito. Manifestamos nuestro mayor reconocimiento a Mr. Frederic Binford por sus valiosas sugerencias y críticas, quien se ha hecho también responsable de preparar la detallada Edición para el maestro. Mr. Richard Friedberg hizo muchos comentarios y críticas muy útiles al último borrador de manuscrito.

PATRICK SUPPES
SHIRLEY HILL

*Universidad de Stanford
Stanford, California
Enero, 1963*

EL ELD Y LA ENSEÑANZA DESARROLLADORA

Por ser una herramienta constituida de lógica y lenguaje, por medio del ELD se logran transformaciones apreciables que favorecen el desarrollo del intelecto en el universitario y en particular de su pensamiento matemático, así como también la adquisición de procedimientos de trabajo docente. En el proceso de desarrollo y evolución del pensamiento, el ELD ejerce gran influencia para optimizar la forma de pensar, desarrollar un pensamiento reflexivo, dialéctico; para lo cual le facilita al alumno la adquisición de los procedimientos que le permiten lograrlo. Suple la carencia de una concepción didáctica que asegure la dirección del desarrollo intelectual matemático del estudiante, en la medida en que aprende, se educa y aplica los conocimientos que le son impartidos en la clase. Orienta al alumno para que pueda enfrentar con éxito el aprendizaje de cualquier contenido de enseñanza. Facilita la formación de habilidades relacionadas con el control consciente de la actividad por parte del alumno, componente esencial de la actividad intelectual superior, por medio de la cual tiene lugar su autorregulación. El ELD atiende a la formación y desarrollo de las operaciones lógicas del pensamiento a un nivel de exigencias elevado que conducen a la adquisición por parte del alumno de un pensamiento teórico, promueve la vía deductiva en la adquisición del conocimiento, fortalece la interacción entre los sujetos en el aprendizaje; facilita el significado de las acciones de orientación, de análisis de las condiciones de las tareas, la exploración de diferentes vías de solución, así como la adquisición de acciones de control y valoración, que faciliten al estudiante el logro de la autorregulación y su independencia. En la práctica del ELD, se aprecia una adecuada relación entre aprendizaje y desarrollo, lo cual permite una práctica pedagógica que logra una estimulación intelectual que conduce a niveles superiores de desarrollo. En el ELD, por ser un instrumento que facilita la interacción (maestro – alumno o alumno – alumno), se produce el traslado de procedimientos que serán esenciales para adquirir y operar con el conocimiento, se promueve la expresión verbal de las ideas, la externalización del conocimiento, el planteamiento de juicios, la revelación de los criterios, su explicación, la argumentación, procesos en los que se estimula la reflexión y la valoración del conocimiento y de la propia actividad realizada, todo lo cual estará en dependencia de las exigencias de la tarea que se someta a la realización de los alumnos y de la forma en que esta se organiza.

