

## **CAMBIOS CONCEPTUALES A PARTIR DE LA ENSEÑANZA DE LA LÓGICA**

### **Leyes De Morgan y sus aplicaciones en el aula**

**Gisela Muñoz García<sup>1</sup>**

ISP Nro. 8 “Alte. G. Brown”

Universidad Católica de Santa Fe

e-mail: gisela.mg09@gmail.com

Fecha de presentación: 02-05-17

Fecha de aceptación: 18-05-17

### **Resumen**

El presente artículo sintetiza los resultados obtenidos de una investigación experimental, en el marco de la tesis defendida en la Maestría en Psicología Cognitiva y Aprendizaje de la FLACSO y de la UAM, cuyo objetivo fue comparar la eficacia de diferentes recursos didácticos para el logro de cambios conceptuales en el aprendizaje áulico de la lógica, en alumnos, adolescentes, pertenecientes al ciclo

---

<sup>1</sup> Prof. en Ciencias de la Educación de la UCSF y Magister en Psicología Cognitiva y Aprendizaje de FLACSO (Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales) y la UAM (Universidad Autónoma de Madrid). Se desempeña en la actualidad como docente de Nivel Medio y del Instituto Superior de Profesorado Nro. 8 “Alte G. Brown”. En Nivel Superior Universitario, es Prof. Adjunta de la cátedra Desarrollo Genético y Aprendizaje, de las carreras de Lic. en Psicopedagogía y Cs. De la Educación, de la UCSF, sede Reconquista y Santa Fe. Es también Referente Territorial del Programa Provincial Lazos del Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe y tutora capacitadora de la formación docente en Ruedas de Convivencia del Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe.

superior de escuela secundaria. Para el cumplimiento del mismo, se realizó un estudio experimental, sobre leyes De Morgan, con 214 alumnos de entre 15 y 18 años, pertenecientes a escuelas secundarias de la provincia de Santa Fe. Los hallazgos demostraron que el mejor recurso didáctico fue la explicación analítica de las tablas de verdad, no habiendo mejorado la comprensión ni el uso de ejemplos, ni el uso de apoyaturas visuales.

**Palabras claves:** *aprendizaje significativo, cambio conceptual, estrategias didácticas, lógica.*

## **Abstract**

The present article summarizes the results obtained from an experimental research, within the framework of the thesis defended at the Master in Cognitive Psychology and Learning of FLACSO and the UAM. The aim was to compare the effectiveness of different didactic resources for the accomplishment of conceptual changes in classroom learning of propositional logic in adolescents, attending higher secondary school courses from the Province of Santa Fe.

In order to accomplish such an objective, an experimental study into De Morgan's laws was carried out. Two hundred and fourteen students between the ages of 15-18 participated. The findings show that the best didactic resource is the analytical explanation of truth tables. Neither exemplification nor visual projections use improved understanding.

**Keywords:** *meaningful learning, conceptual change, didactic strategies, logic.*

## **Introducción**

El debate constructivista de las décadas de 1970 y 1980 situó la crítica en la enseñanza tradicional, oponiéndose al aprendizaje memorístico, enciclopédico y sin sentido, como así también al autoritarismo docente característico de ese estilo de educación. Diez o veinte años después, el constructivismo se opuso a la taxonomía de

objetivos, asociada con la enseñanza tecnicista. Los objetivos, en el tecnicismo, eran considerados la base de un diseño eficiente y seguro de enseñanza, y por lo tanto debían ser formulados de manera precisa (Gimeno Sacristán, 1982). Gagné, representante de este modelo, esbozó una taxonomía de objetivos con el fin de ordenar los tipos de aprendizajes posibles. Según él, una definición clara de los objetivos permitiría plantear técnicas y recursos precisos que conducirían de manera directa al logro de las expectativas (Gimeno Sacristán, 1982).

El constructivismo concibió a tal taxonomía como una lista interminable de expectativas de logros que nunca llegaban a concretarse (Carretero, 1998).

Actualmente, las posiciones constructivistas afirman que el conocimiento profundo es aquel que conlleva y reporta una connotación de significatividad para los alumnos; totalmente contrario a lo postulado por la escuela tradicional que no tenía en cuenta al alumno, como sujeto activo de su aprendizaje, y centraba sólo el interés en el docente y en el contenido que éste debía transmitir. El alumno de la antigua escuela debía aprender de manera memorística y repetitiva.

Apartándose de estas posturas tradicionales, el problema actual del constructivismo gira en torno a la pregunta: “¿cómo conseguir que el alumno aprenda de manera significativa en medio de las dificultades de la actividad áulica, y en general, de la propia dinámica de la institución escolar?” (Carretero, 1998, p. 51).

El constructivismo en el ámbito educativo actual pretende responder “cómo los procesos de aprendizaje pueden ser impulsados y mejorados”. Sus debates hoy se basan en “la reconceptualización entre el desarrollo y el aprendizaje; la consideración de que el conocimiento posee carácter específico, en vez de general; la interacción entre el conocimiento cotidiano y académico; y la importancia concebida al estudio del cambio conceptual” (Carretero, 1998, p. 53).

La psicología cognitiva actual sugiere que el cambio conceptual se produce cuando se da el quiebre del pensamiento cotidiano, del hombre de la calle, para dar paso a un conocimiento científico, sistemático, riguroso y formal (Carretero, 2006; Rodrigo, 1997). Sin embargo, en nuestro medio se observa al respecto que los adolescentes presentan dificultades para modificar sus esquemas de pensamiento tras el aprendizaje de la lógica. Es decir, en muchas situa-

ciones, se observa la convivencia del conocimiento espontáneo con el pensamiento filosófico en los alumnos, aunque no guarden coherencia entre sí; por ejemplo, en la resolución de problemas áulicos recurren a la lógica, o más precisamente al conocimiento científico; mientras que el abordaje de los problemas cotidianos queda reservado al sentido común (Rodrigo, 1997).

El conocimiento previo es indispensable para provocar la transformación del mismo y la construcción de los conocimientos científicos y escolares. Sin embargo, el cambio requerido resulta arduo de lograr porque requiere integrar ideas que son personales, persistentes, incoherentes e inconexas (Carretero & Asensio, 2008).

En el presente artículo se comenzará abordando la pregunta ¿es posible generar cambios conceptuales en el aprendizaje áulico de la lógica en alumnos, adolescentes, pertenecientes al ciclo superior de escuela secundaria?

Para responderla, será indispensable antes analizar: ¿es factible lograr la reducción de posibles errores lógicos intuitivos mediante intervenciones pedagógicas que promuevan el cambio conceptual en la lógica?

Como primer acercamiento a dicha pregunta, a manera, de primera hipótesis se afirma que existe una gran cantidad y variedad de recursos y estrategias didácticas, y que algunos resultan ser mejores que otros, la cuestión a continuación es dilucidar cuál de todos esos recursos y estrategias es el más conveniente para el aprendizaje de las leyes De Morgan<sup>2</sup> en lógica.

---

<sup>2</sup> La primera ley de De Morgan afirma que la negación de una conjunción de la forma equivale a la disyunción de las proposiciones moleculares negadas. Aquí  $p$  y  $q$  son proposiciones y el conector es una conjunción. La segunda ley de De Morgan sostiene que la negación de una disyunción de tipo, donde indica disyunción, equivale a la conjunción de las proposiciones moleculares negadas. Es decir, siendo  $p$  y  $q$  dos proposiciones no compuestas cualesquiera, unidas en una proposición molar o compuesta por una conjunción o una disyunción, sus equivalentes lógicos toman la forma de las expresiones (1) y (2), respectivamente.

$$\neg (P \wedge Q) \Leftrightarrow (\neg P) \vee (\neg Q) \quad (1)$$

$$\neg (P \vee Q) \Leftrightarrow (\neg P) \wedge (\neg Q) \quad (2)$$

Este estudio propone comparar dos estrategias didácticas: el empleo de recursos visuales y el empleo de ejemplos ilustrativos. Para estudiar el efecto de tales recursos, se realizó un experimento factorial de  $2 \times 2$ . El primer factor se definió por el uso de diagramas de Venn versus empleo de fórmulas sin diagramas. El segundo factor se definió como empleo de ejemplos ilustrativos versus omisión de ejemplos en la explicación de las leyes De Morgan.

Se seleccionó un diseño factorial para poder estudiar el efecto de cada factor por separado y su interacción (Kuehl, 1999). Se postulan como hipótesis de trabajo que el recurso visual es mejor que el analítico; que el empleo del ejemplo es mejor que su omisión, y, por último, que la combinación de ejemplos y el recurso visual es la mejor opción didáctica.

## Desarrollo

Estimular el cambio conceptual, significa que el docente: "... debe provocar desafíos y retos que hagan cuestionar esos significados y sentidos y fuercen su modificación por parte del alumno, y asegurar que esa modificación se produce en la dirección deseada" (Onrrubia, 1995, p. 103).

Esto es de vital importancia, ya que indica que la enseñanza no apunta, obviamente, a lo que el alumno ya conoce o sabe hacer, sino que por el contrario, trabaja con lo que no conoce, no domina o no puede hacer solo. Esto implica que constantemente el docente le exija al alumno, enfrentándolo a nuevas situaciones y obstáculos, que lo obliguen a esforzarse por superarse. No olvidando, por supuesto, que esta exigencia debe ir acompañada del soporte, andamio o ayuda del educador (Onrrubia, 1995).

Tanto Rodrigo (1997), como Carretero y Asensio (2008), proponen distinguir una epistemología cotidiana de una científica. La primera, considera a las teorías implícitas, o al conocimiento intuitivo<sup>3</sup>, como teorías del hombre de calle, en el sentido de que son

---

El símbolo indica negación y expresa equivalencia lógica, es decir, que el bicondicional resulta tautológico (Macbeth *et al.*, 2011, p. 2).

<sup>3</sup> Conocimiento intuitivo y teorías implícitas se utilizarán de forma sinónimica.

conjuntos de conocimientos relativamente organizados y coherentes sobre un dominio de la realidad, que resultan vitales para interactuar en un medio social. Las teorías cotidianas permiten resolver problemas prácticos e inmediatos y su criterio de validación se basa en la utilidad y en la eficacia a corto plazo. El hombre de calle busca interactuar eficazmente con su entorno y lograr una base estable de conocimientos para actuar y tomar decisiones (Rodrigo, 1997). Este conocimiento intuitivo no se transmite, sino que se construye en las interacciones grupales, por la participación en prácticas culturales cooperativas (Zimmerman, 2005).

Asimismo, Carretero y Asensio (2008) señalan la relevancia de la construcción del conocimiento intuitivo para la construcción de conocimiento científico. Los sujetos activan sus conocimientos anteriores en función de aprender e interpretar nuevos conocimientos. El conocimiento intuitivo es un conocimiento individual, espontáneo, que el sujeto va construyendo a medida que interactúa con el medio. Estos autores, al respecto, indican que: "...los individuos construyen sus explicaciones cuando las requieren para desenvolverse en el entorno, y eso suele ocurrir, mucho antes de recibir formación. "... Por eso, las ideas previas son erróneas desde la perspectiva científica" (Carretero y Asensio, 2008, p. 64). Desde el conocimiento científico, los conocimientos intuitivos suelen ser erróneos porque se guían por la percepción y la experiencia cotidiana. Una de las características principales del conocimiento intuitivo, es su resistencia al cambio; en efecto: "... la enseñanza de concepciones científicas no genera un cambio conceptual." (Carretero & Asensio, 2008, p. 64).

La epistemología científica, busca la aproximación más exacta a la verdad, que su teoría sea cierta y generalizable a la mayor cantidad de casos. El criterio de validación se basa en la eficacia a largo plazo. El científico busca poner a prueba la veracidad de sus argumentos, para lo cual utiliza procedimientos sistemáticos. A diferencia del hombre de la calle, que aprende un oficio apelando a los conocimientos cotidianos y vulgares; el científico debe, por un lado, lograr controlar sesgos naturales de razonamiento y, por el otro, sustituirlos por procedimientos de comprobación y falsación de hipótesis. Por ello, es consciente de su teoría y la hace explícita para presentarla a

la comunidad científica, a diferencia del hombre de calle, para quien su teoría permanece implícita (Rodrigo, 1997).

Sin embargo, el científico deja de usar sus teorías cuando: "... ejerce de hombre de calle" (Rodrigo, 1997, p. 60). Al respecto, Pozo (2002) indica que ambos tipos de teorías coexisten y que se usan alternativamente según el contexto. Esto no implica que las representaciones que constituyen ambos tipos de teorías sean independientes entre sí, sino que, postula una relación genética entre teorías de diferente complejidad. Si bien las teorías científicas poseen mayor capacidad explicativa que las implícitas, las predicciones de ambas formas de conocimiento se parecerían.

A pesar de que desde un punto de vista conceptual las teorías intuitivas pueden ser subsumidas por las teorías científicas, desde el punto de vista del procesamiento, los usos de ambas teorías dependen del contexto: las teorías intuitivas son eficaces en contextos cotidianos e informales en donde se usan procesos automáticos que consumen escasos recursos cognitivos; las teorías científicas al ser reflexivas, conscientes y sistemáticas requieren mayor cantidad de recursos de procesamiento y puede transferirse con más facilidad a nuevas situaciones<sup>4</sup> (Pozo, 2002).

Actualmente las posiciones constructivistas afirman que el conocimiento profundo es aquel que tiene un tinte de significatividad para los alumnos; ahora bien, el problema gira en torno a "cómo conseguir que el alumno aprenda de manera significativa en medio de las dificultades de la actividad áulica, y en general, de la propia dinámica de la institución escolar" (Carretero, 1998, p. 51). Por esto, la pregunta central de este artículo es responder cómo lograr cambios conceptuales y aprendizajes significativos en los alumnos de secundaria que estudian lógica.

Ausubel, Novak y Hanesian (1991) distinguen aprendizaje significativo de aprendizaje memorístico. Para dichos autores: "... hay aprendizaje significativo si la tarea de aprendizaje puede relacionarse,

---

<sup>4</sup> Pozo (2002) aclara esta distinción enfatizando que mientras que en el conocimiento cotidiano se piensa con las teorías, en el científico se piensa en las teorías, por lo que las propias teorías y modelos se transforman en objeto de conocimiento y representación.

de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe y si este adopta la actitud de aprendizaje correspondiente para hacerlo así” (Ausubel, Novak y Hanesian, 1991, p. 37).

Es decir, que entendemos por aprendizaje significativo a aquellos aprendizajes que un sujeto incorpora a sus estructuras de conocimiento, y relaciona con sus ideas previas. Para ello se necesita que dichos aprendizajes cobren un significado para el individuo, sólo así entonces se lograrán relacionarlos a los saberes anteriores (Pozo, 1994).

Ausubel, Novak y Hanesian (1991) definen al aprendizaje significativo como: “... la adquisición de nuevos significados y, a la inversa, éstos son producto del aprendizaje significativo. Esto es, el surgimiento de nuevos significados en el alumno refleja la consumación de un proceso de aprendizaje significativo” (p.48).

Por otro lado, se entiende por aprendizaje memorístico a aquellos aprendizajes que el sujeto incorpora de manera arbitraria, es decir, sin cobrar significado para él. Se trata de un aprendizaje por asociación, donde los alumnos repiten y memorizan palabras y frases sin significado para ellos (Pozo, 1994).

En palabras de Ausubel, Novak y Hanesian (1991) el aprendizaje memorístico se da: “... si el alumno adopta la actitud simple de internalizarla de modo arbitrario y al pie de la letra (es decir, como una serie arbitraria de palabras)” (p. 37).

Pensar en aprendizajes significativos y cambio conceptual en la enseñanza de la lógica con estudiantes de educación secundaria superior, indispensablemente conduce a analizar las características del pensamiento lógico formal, estudiado por Inhelder y Piaget (1972) y revisado por Flavell (1974).

El Pensamiento Formal, en la teoría piagetiana, es un período del desarrollo cognitivo, que comienza a adquirirse a los 11 y 12 años y, se consolida hacia los 14 y 15 (Carretero & Asensio. 2008). Se denomina operaciones formales a aquellas operaciones que el sujeto puede realizar en abstracción, es decir, mediante la formalización de los contenidos; a diferencia de las operaciones concretas en las que el sujeto necesita que el objeto esté presente. Flavell (1974) define a las operaciones formales como aquellas operaciones que se realizan

sobre los resultados de las operaciones concretas logradas en estadio anterior.

El adolescente también ejecuta estas operaciones de primer orden, pero también hace algo más, algo necesario que es precisamente lo que hace a su pensamiento formal antes que concreto. Toma los resultados de estas operaciones concretas, los moldea en la forma de proposiciones, y luego procede a seguir operando con ellas, vale decir, establece diversos tipos de vínculos lógicos entre ellos (implicación, conjunción, identidad, disyunción, etc.) Flavell (1974) sostiene que:

El logro más importante de las operaciones formales es la distinción entre lo real y posible. El adolescente, a diferencia del niño del estadio anterior, es ahora capaz de analizar un problema, imaginar sus posibles soluciones y luego por la experimentación y análisis lógico determinar cuál de esas posibles soluciones es válida (p.225).

La teoría piagetiana sostiene dos características propias de dicho período: las funcionales y formales. Las primeras son rasgos generales del pensamiento formal y representan formas, enfoques o estrategias para abordar y tratar los problemas. Las segundas son las estructuras lógicas que Piaget utilizó para formalizar el comportamiento de los sujetos ante los problemas que se les plantearon. (Carretero & Asensio. 2008, p. 40).

Las características funcionales, según Piaget e Inhelder (1972), suponen lo real como subconjunto de lo posible: un sujeto con pensamiento formal, al momento de resolver un determinado problema, imagina todas las posibles relaciones entre sus elementos, analiza todas esas relaciones causales, y las enfrenta con la realidad por medio de pruebas empíricas. Precisamente esas relaciones causales entre los elementos de un problema que el sujeto imagina o “hipotetiza”, es la característica que Piaget denominó razonamiento hipotético-deductivo. A medida que los sujetos hipotetizan posibles relaciones, desechan aquellas que no confirman.

Según la teoría piagetiana, a esta característica los adolescentes la adquieren en tres etapas diferentes. Primero eliminan todas las hipótesis, hasta entonces no verificadas. Las más simples pueden

eliminarlas mediante la representación, es decir, imaginando que las ponen en práctica. Aquellas hipótesis más complejas, se desechan una vez que han sido experimentadas. A partir de allí, los sujetos se ponen en búsqueda de nuevas hipótesis, teniendo en cuenta las mejoras de comprensión y de relaciones que ahora pueden establecer luego de las representaciones y pruebas que han realizado en la etapa anterior. Por último, sigue la etapa de verificación, conseguida gracias al análisis de todas las relaciones y combinaciones posibles entre los elementos de un problema (Carretero & Asensio, 2008).

El razonamiento proposicional es otra característica funcional. Tal como afirman Carretero y Asensio (2008): “Además de expresar las hipótesis mediante afirmaciones o enunciados que las representan, los sujetos en este estadio razonan sobre ellas, así como los resultados de sus pruebas, convirtiéndolas deductivamente en proposiciones” (p. 42). Los sujetos de este estadio analizan lógicamente sus hipótesis, aplicando conectivos lógicos, u operaciones, como la disyunción la implicancia, la exclusión y otras más.

Por otra parte, las características estructurales, no suponen sólo la aplicación de las operaciones de implicancia, disyunción y exclusión; supone la aplicación de 16 operaciones o conectivos lógicos. Hay 16 formas posibles de combinar dos elementos o proposiciones (Carretero & Asensio. 2008).

Piaget sostiene que quienes hayan alcanzado el estadio de las operaciones formales, son capaces de realizar cuatro tipos de operaciones: Identidad, Negación, Reciprocidad y Correlatividad. Aplicar estas cuatro operaciones le permite al sujeto usar dos tipos de reversibilidades (reversibilidad por negación y por reciprocidad), diferente del estadio anterior en la que el niño sólo puede utilizar una de las dos para la resolución de un problema (Carretero & Asensio. 2008, p. 46).

Ya se ha hablado de razonamiento, pero antes de continuar resulta necesario definir razonamiento deductivo, como concepto propio de la lógica.

Se entiende por razonamiento al proceso de pensamiento deliberado, consciente, controlado, lento, consecutivo y flexible (Kahneman. 2003) El razonamiento sería ese pensamiento practicado por el científico en todos sus ámbitos, mientras la intuición, propia del hombre de la calle, responde al tipo de conocimiento cotidiano.

El razonamiento se activa ante problemas no habituales que requieren de un procesamiento analítico para ser resueltos (Kahneman, 2003). El estudio del razonamiento deductivo corresponde propiamente a la lógica matemática, que se ocupa de construir modelos formales normativos. La investigación psicológica del razonamiento deductivo consiste básicamente en una comparación de los modelos formales de la lógica con el comportamiento empírico o real de las personas al realizar inferencias (Martín & Valiña, 2002).

Ahora bien, ¿es factible lograr la reducción de posibles errores lógicos intuitivos mediante intervenciones pedagógicas que promuevan el cambio conceptual en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la lógica? Para responder a este interrogante, resulta necesario analizar y evaluar las distintas estrategias, y recursos didácticos, que pueden ser utilizados en el aula.

En la actualidad, se cuenta con innumerables y variados recursos didácticos que apoyan las diversas estrategias áulicas aplicadas por los docentes para la enseñanza de un contenido en particular; sin embargo es habitual que los educadores pasen horas reflexionando y tratando de esclarecer qué recurso didáctico será el más apropiado y efectivo para enseñar un contenido específico, en un contexto en particular.

Para contrastar las hipótesis enunciadas en la introducción, se realizó un estudio experimental. Se conformaron tres grupos aleatorios de participantes, conformados por estudiantes de escuelas de gestión oficial y privada, de las ciudades de San Javier y Santa Fe, provincia de Santa Fe, Argentina.

El grupo control estuvo integrado por cincuenta (50) estudiantes, varones y mujeres en proporción homogénea, de 17 y 18 años.

Para conformar los grupos experimentales se reclutaron 50 nuevos participantes por grupo. En el grupo experimental 1 se realizó una intervención pedagógica de tipo analítica que se operacionalizó mediante una clase habitual de lógica sobre negación de conjunciones y disyunciones. En el grupo experimental 2 la intervención pedagógica fue de tipo gráfica, realizado mediante el empleo de soporte visual para la presentación de las leyes De Morgan. Para los grupos experimentales se aplicaron las mismas restricciones de muestreo que para el grupo control. La muestra total, para los gru-

pos experimentales, fue de 150 alumnos. Este tamaño de muestra propuesto se obtuvo al considerar los estudios previos de Macbeth *et al.* (en prensa).

Para su diseño se utilizó el formato de respuesta múltiple, con cuatro opciones por ítem. La opción correcta fue siempre una de las cuatro alternativas ofrecidas en cada ítem. Se incluyeron diez ítems, cinco para negación de conjunciones y cinco para negación de disyunciones.

El objetivo de esta prueba consistió en examinar los conocimientos previos de los alumnos respecto a dichas leyes, es decir, investigar si, de manera espontánea, fueron capaces de reconocer el equivalente (el otro lado de la igualdad normativa), entre diversas proposiciones no equivalentes, correspondientes a una sentencia de la igualdad de las Leyes De Morgan. Cada reconocimiento fue un ítem, por lo que se necesitó varios ítems de distintas figuras lógicas, para descartar certezas por azar y para reconocer las limitaciones y errores más frecuentes (Macbeth, 2010). Habiendo investigado la forma en que los alumnos operan en la resolución de problemas, el siguiente paso fue indagar cómo resuelven las leyes luego de una instrucción pedagógica. Para ello, se elaboró una secuencia didáctica que incluyó un enfoque analítico, para algunos grupos experimentales, y un enfoque gráfico o visual, para otros.

La fase de estudio, del grupo 1, consistió en enseñar las leyes De Morgan con formato analítico y sin ejemplos. Primero se explicó que las proposiciones (oraciones declarativas con valor de V o F) pueden representarse mediante letras, por ejemplo p, q, r. Luego se indicó el significado y símbolo de las funciones que se incluyen en el protocolo (no, y, o, implicancia, equivalencia). Después se escribió en el pizarrón la fórmula de las dos leyes De Morgan. Luego se describió su significado. Se hizo la tabla de verdad de cada una para mostrar que son leyes lógicas (que el conectivo es siempre Verdadero, por lo cual se trata de una tautología).

El propósito de la manipulación del grupo 1 fue estudiar hasta dónde permite esta intervención mínima, que las leyes se reconozcan mejor en la fase de prueba.

La fase de estudio del grupo 2 fue igual a la del grupo 1, pero se agregaron ejemplos ilustrativos al final. Es decir, luego de escribir

las tablas de verdad se brindó un ejemplo para cada ley. “Para ilustrar la primera ley tomamos como ejemplo la frase “No es cierto que: la lógica es aburrida y el arte es divertido.” Según la ley que hemos revisado, esta frase es equivalente a decir “La lógica no es aburrida o el arte no es divertido”. Como pueden ver, la segunda frase consistió en conectar con O la negación de las dos oraciones que estaban conectadas con Y en la primera frase, y en negar cada oración.

La primera ley dice que estas dos frases son lógicamente equivalentes”. Para la segunda ley se hizo algo similar con la negación de la disyunción. Se partió de la frase “No es cierto que: las computadoras son útiles o los robots son inteligentes” y se explicó su equivalencia con “Las computadoras no son útiles y los robots no son inteligentes”.

Aquí terminó la manipulación del grupo 2. Luego se aplicó la fase de prueba, que fue igual en todos los grupos y consistió solamente en que completen el protocolo.

Al grupo 3 se aplicó igual procedimiento que al grupo 1, pero sin tablas de verdad. En su lugar se utilizó un recurso gráfico. Primero se escribieron las fórmulas, tal cual grupo 1, y se explicaron sus significados y conectores, pero no se hicieron las tablas de verdad. Luego se explicó que estas leyes pueden ser entendidas utilizando diagramas de Venn.

Se dibujaron y sombrearon diagramas para mostrar las equivalencias. Se explicó que la negación en lógica es como la complementación en teoría de conjuntos y que las proposiciones son como conjuntos. Y que la conjunción es como la intersección, y la disyunción como la unión.

En el grupo 3 no se dieron ejemplos, luego de los diagramas.

En los grupos 3 y 4 apareció la utilización de gráficos, en lugar de tablas de verdad; buscando evaluar el potencial explicativo de estas alternativas.

El grupo 4, comenzó igual que el grupo 3; es decir, con fórmula y diagramas, pero esta vez se sumaron los ejemplos utilizados en el grupo 2, para luego aplicarse la fase de prueba.

Es relevante aclarar que durante la exposición docente no se hizo referencia a ninguna respuesta de las consignas elaboradas para el estudio. Sólo se les explicó las fórmulas de dichas leyes, acompa-

ñadas de ejemplos, ejercicios y todo tipo de materiales y recursos didácticos.

El procedimiento del plan experimental consistió en entregarle a cada estudiante, el instrumento de investigación, un cuestionario con las tareas experimentales, en el aula. Las consignas se administraron, en el momento, de manera individual y por escrito. El tiempo de realización fue entre 20 y 30 minutos. Terminado el tiempo, se recolectaron los cuestionarios respondidos. Durante la toma se debió monitorear el avance y solicitar que se respondan todas las preguntas, de modo que al finalizar fue necesario verificar que todo fue respondido (Macbeth, 2010).

## Conclusión

Retomando el interrogante principal, de este artículo: ¿es factible lograr la reducción de posibles errores lógicos intuitivos mediante intervenciones pedagógicas que promuevan el cambio conceptual en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la lógica? pueden comenzar delinearse algunas conclusiones. Para responderlo fue necesario analizar la teoría piagetiana, centrándose fundamentalmente en el desarrollo cognitivo del adolescente; período evolutivo de interés por haberse aplicado el plan experimental en alumnos adolescentes de entre 15 y 18 años.

Que el alumno comprenda significa que debe ser capaz de “explicar, justificar, extrapolar, vincular, interpretar, analizar, comparar, hacer analogías y aplicar conocimientos, más allá de las habilidades rutinarias” (Sanjurjo *et al.*, 2005, p. 25). Por ende, es responsabilidad del docente seleccionar las estrategias didácticas pertinentes para tal fin, siendo andamio del aprendizaje del alumno, y permitiendo que éste genere aprendizajes significativos que le permitan resolver situaciones problemáticas, y anticipar otras nuevas, en situaciones inéditas.

De estas reflexiones surgió el interés por la realización de un estudio experimental con alumnos, varones y mujeres, de tercero, cuarto y quinto año de escuela secundaria.

Las estrategias evaluadas en el plan experimental fueron la explicación, el uso del ejemplo, las apoyaturas visuales, la ejercitación y las situaciones problemáticas.

La explicación, como ya se definió, se trata de una argumentación, una forma básica de pensamiento y transmisión (Sanjurjo *et al.*, 2005). Permite desarrollar lo que permanece oculto y confuso, con el objetivo de hacerlo claro y detallado. Por tanto, es una de las estrategias didácticas más usadas en las clases; sin escapar de esta generalización, el plan experimental comenzó haciendo uso de una breve explicación.

La estrategia del ejemplo, también utilizada en dos de los grupos del plan experimental, resultó pertinente para las etapas de construcción, elaboración y aplicación del proceso de aprendizaje, debido a que su uso demuestra comprensión, apropiación significativa y uso operativo del nuevo conocimiento (Sanjurjo *et al.*, 2005).

El uso de ejemplos está relacionado en la enseñanza al proceso de inducción y deducción, muy reconocidos en la lógica formal y la psicología. Los contenidos en la escuela suelen enseñarse a partir de una realidad concreta, que a modo de ejemplo, constituye una muestra de una realidad más amplia. Por lo expuesto, se dedujo entonces que el valor de los ejemplos es incuestionable, por facilitar la articulación entre contenido y método (Sanjurjo *et al.*, 2005).

Respecto a las apoyaturas visuales existe una creencia muy arraigada de que se aprende mejor aquellos que se ve o se puede experimentar (Sanjurjo *et al.*, 2005).

Como hipótesis, se consideraba que los grupos de alumnos del plan experimental que recibieran ejemplos y demostraciones en soportes visuales obtendrían mejores resultados. Sin embargo, los resultados no fueron los esperados y las hipótesis resultaron erróneas; se halló que el empleo de tablas de verdad (con o sin ejemplos) fue lo que generó el promedio más alto de rendimiento en la tarea lógica, propuesta en el experimento.

Por otra parte, la utilización en el aula de ejercicios y situaciones problemáticas constituye una de las actividades más habituales, debido a lo valioso que puede resultar “para lograr compromiso, comprensión, solidez y flexibilidad en el aprendizaje del contenido escolar por parte del alumno” (Sanjurjo *et al.*, 2005).

La ejercitación, no sólo permite al alumno fijar los conocimientos, permite al docente evaluar los errores en el aprendizaje de los alumnos para así diseñar actividades reguladoras que vuelvan sobre las etapas de construcción y elaboración del aprendizaje (Aebli, 1968).

El estudio teórico y experimental de las estrategias didácticas enunciadas, permitió comparar los recursos visuales con los recursos analíticos en su eficacia didáctica; determinar si el uso de ejemplos, como estrategia didáctica, favorece la transposición didáctica en la enseñanza de Leyes De Morgan, y analizar si los alumnos que reciben, como estrategia didáctica, el uso de ejemplos y, como recurso didáctico, apoyaturas visuales sobre Método de Venn, logran mayores aciertos en el aprendizaje de las leyes De Morgan, que alumnos que reciban ejemplos aislados de apoyaturas visuales.

La teoría indicaba que los grupos de alumnos que recibieran ejemplos y demostraciones en soportes visuales obtendrían mejores resultados; sin embargo esto no fue así. El empleo de tablas de verdad (con o sin ejemplos) fue lo que generó el promedio más alto de rendimiento en la tarea lógica propuesta. Es decir, que puede concluirse que el mejor recurso didáctico fue la explicación analítica de las tablas de verdad. No habiendo mejorado la comprensión ni el uso de ejemplos, ni el recurso ilustrativo de los diagramas de Venn. Podría hipotetizarse que a los alumnos les resultó más eficaz la explicación analítica de las tablas de verdad debido al proceso de deductibilidad característico de la comprensión de ellas y del aprendizaje de la lógica.

Es importante señalar que para la comprensión deductiva propia del aprendizaje de la lógica, el rol de andamio del docente es fundamental; sin la explicación y sostén de éste en el análisis de las tablas de verdad, la comprensión de la lógica por parte del alumno sería muy difícil. El lenguaje formal de esta disciplina y el nivel de abstracción, y deductibilidad de la misma, demanda la presencia irrefutable del docente como guía y sostén del aprendizaje del alumno.

Siendo que este estudio analiza el cambio conceptual, es necesario considerar diversos enfoques sobre el mismo. Respecto a esto, existen teorías (Vosniadou *et al.*, 1994) que sostienen que las creencias previas y las suposiciones epistemológicas y ontológicas res-

tringen el cambio conceptual, mientras que otras como la de Smith (1993) creen que los conocimientos previos son recursos sumamente importantes para que los alumnos aprovechen al momento de comprender nuevos conceptos científicos (Schnotz *et al.*, 2006).

De esta confrontación de posturas, el plan experimental, de esta investigación, demostró que los alumnos que tenían conocimientos previos sobre lógica tuvieron mayor número de aciertos en los ejercicios sobre leyes De Morgan, que aquellos que nunca habían estudiado lógica. De esta forma, los estudiantes que ya contaban con conocimientos previos de esta disciplina acudieron a lo que ya sabían para la comprensión del nuevo contenido y aplicación del mismo. El conocimiento previo fue un recurso importante para la comprensión de los nuevos conceptos.

Por último, resulta necesario señalar que este estudio alcanzó el cumplimiento de los objetivos, puso a prueba sus hipótesis, y dejó interrogantes abiertos, viables de ser develados en futuras investigaciones, tales como:

- ¿Coincidirán los resultados encontrados en este estudio, sobre la eficacia de diferentes estrategias y recursos didácticos para el logro de cambios conceptuales en el aprendizaje áulico de las leyes De Morgan, con otros importantes temas de la lógica?
- ¿Qué conexiones existen entre contenido y estrategias metodológicas en la enseñanza de la lógica? ¿Se obtendrían los mismos resultados si se compararan las estrategias manipuladas en este trabajo con otras estrategias y recursos didácticos, no utilizados en el presente plan experimental?
- Respecto a la muestra con la que se investigó, alumnos de entre 15 y 18 años, ¿si se analiza el mismo interrogante sólo con alumnos de una misma edad se hallarían nuevamente los mismos resultados?

### **Bibliografía:**

Aebli, H. (1968) Una Didáctica basada en la Psicología de Jean Piaget. Buenos Aires: Kapeluz.

- Ausubel, Novak & Hanesian (1996) *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Asensio, M. C. & García-Madruga, R. (1990) La influencia del contenido en el razonamiento inductivo. *Estudios de Psicología*, 43-44, 35-60.
- Carretero, M.; Pozo, J. I. & Asensio, M. (1989). *La enseñanza de las Ciencias Sociales*. Madrid: Visor.
- Carretero, M (1998) Constructivismo mom amour. En M. Carretero; J. A Castorina y R. Baquero (Eds), *Debates constructivistas*. Buenos Aires: Aique.
- Carretero, M. (2006). *Constructivismo y Educación*. Buenos Aires: Aique.
- Carretero, M. (2008) Razonamiento y pensamiento formal. En: M. Carretero y M. Asensio (Eds.), *Psicología del pensamiento. Teoría y prácticas*. Segunda edición. Madrid: Alianza.
- Carretero, M. & Rodriguez Moneo, M. (2008) Ideas previas y cambio conceptual. En M. Carretero y M. Asensio (Comps.) *Psicología del pensamiento. Teoría y prácticas*. Segunda edición. Madrid: Alianza.
- Coleman, J. (2003) *Psicología de la adolescencia*. Madrid: Morata.
- De Morgan, A. (1847). *Formal logic or the calculus of inference necessary and probable*. London: Taylor.
- Flavell, J. (1974) *La Psicología evolutiva de Jean Piaget*. Buenos Aires: Paidós.
- Garrido, M. (2001) *Lógica Simbólica*. Madrid: Tecnos.
- Gimeno Sacristán, J. (1982) *La Pedagogía por objetivos: obsesión por la eficiencia*. Madrid, Morata.
- Hernández Sampieri, Fernández-Callado & Baptista L. (2008) *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.

- Hopkins, J. R. (1987). *Adolescencia: años de transición*. Madrid: Pirámide.
- Inhelder & Piaget (1972) *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Buenos Aires: Paidós
- Kahneman, D. (2003). Mapas de racionalidad limitada: Psicología para una economía conductual. *Revista Asturiana de Economía*, 28, 181-225.
- Kimmel, D & Weiner, I. (1998). *La adolescencia: una transición del desarrollo*. España: Ariel.
- Kuehl, R. O. (1999). *Design of Experiments. Statistical Principles of Research Design and Analysis*. Pacific Grove, CA: Duxbury Press.
- Lipman, M. (1998). *Pensamiento complejo y educación*. Madrid: Ediciones de la Torre.
- Macbeth, G., Razumiejczyk, E. & Adrover, J.F. (2011). Efecto de la personalidad sobre la intuición lógica. *Acta Psiquiátrica y Psicológica de América Latina*, 57(2), 115-121.
- Macbeth, G., Fernández, H. & Razumiejczyk, E. (en prensa). A decision making account for the cognitive processing of De Morgan's laws. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*.
- Martín, M. & Valiña, M. D. (2002). Razonamiento deductivo: Una aproximación al estudio de la disyunción. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 55, 225-248.
- Onrrubia J. (1995) *Enseñar: crear Zonas de Desarrollo Próximo e intervenir en ellas*. En Coll C. y otros: *El constructivismo en el aula*, Barcelona: Colección Biblioteca de Aula Editorial Graó
- Piaget, J. (1967) *Psicología de la Inteligencia*. Editorial Psique: Buenos Aires.
- Piaget, J. (1995) *Seis Estudios de psicología*. Editorial Labor: Colombia.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.

Pozo, J. I. & Carretero, M (1987) Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas: qué cambia en la enseñanza de la ciencia. *Infancia y aprendizaje*. 38, 35-52.

Pozo, J. I (1994) *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.

Pozo, J. I. (1999) Más Allá del Cambio Conceptual: El Aprendizaje de la Ciencia como Cambio Representacional. En *Enseñanza de las Ciencias*. 17 (3), 513-520.

Pozo, J. I. (2002) Las concepciones sobre el aprendizaje como teorías implícitas. En J. I. Pozo, N. Scheuer, M. Mateos y M. Puy. *Las concepciones de los profesores sobre el aprendizaje y la enseñanza*. Informe de Investigación- Proyecto ALFA, Comisión Europea. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. Manuscrito no publicado.

Rodrigo, M. J. (1997) El hombre de la calle, el científico y el alumno: ¿un solo constructivismo o tres? *Novedades Educativas*. 76, 59- 61.

Rodrigo, M. J. (1985) Las teorías implícitas en el conocimiento social. *Infancia y Aprendizaje*. 31-32, 145-156.

Sanjurjo, L. & Rodríguez, X. (2003) *Volver a pensar la clase*. Rosario. Argentina, Homo Sapiens.

Schnotz, W. & Preub, A. (2006) Construcción de modelos mentales dependientes de las tareas como base para el cambio conceptual. En W. Schnotz, S. Vosniadou, S. & M. Carretero (2006) *Cambio conceptual y educación*. Buenos Aires: Aique.

Schnotz, W. Vosniadou, S. & Carretero, M. (2006) *Cambio conceptual y educación*. Buenos Aires: Aique.

Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.

Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1994) Capturing and Modeling the Process of Conceptual Change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.

Vosniadou, Stella (2010) “Principles for the Design of Learning Environments to Promote Conceptual Change in Science”, Graduate Program in Basic and Applied Cognitive Science, Department of Philosophy and History of Science, University of Athens. Apuntes de cátedra del Seminario Internacional de Cambio Conceptual. Septiembre, 2010. Maestría en Psicología Cognitiva y Aprendizaje, FLACSO, Buenos Aires.

Zimmerman, M. (2005) Las concepciones sobre el aprendizaje infantil en el contexto de la formación docente. *Investigaciones en Psicología*. 10 (1), 31-34.