



---

**CONGRESO  
IBEROAMERICANO**  
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,  
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

---

BUENOS AIRES, ARGENTINA  
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

---

**CONGRESSO  
IBERO-AMERICANO**  
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

---

BUENOS AIRES, ARGENTINA  
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**Sofisticación y especificidad de los supuestos  
epistemológicos sobre la ciencia y la tecnología en  
estudiantes de Educación Técnico Profesional**

RUIZ-DANEGGER, C.

## **Sofisticación y especificidad de los supuestos epistemológicos sobre la ciencia y la tecnología en estudiantes de Educación Técnico Profesional**

Constanza Ruiz-Danegger

Cátedra de Psicología del Desarrollo I, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Salta

crdanegg@unsa.edu.ar

### *Resumen*

En este trabajo se presenta sucintamente el proceso y resultados de una investigación sobre desarrollo epistemológico (es decir, el cambio en el tiempo de los supuestos o concepciones sobre el conocimiento) en relación con las nociones de ciencia y tecnología, llevada a cabo sobre muestras de estudiantes de Educación Técnico Profesional de nivel Secundario de Salta (Argentina). El estudio tuvo dos focos. Por una parte, describir los supuestos sobre la ciencia y la tecnología en su cambio a través de los años de la Secundaria, atendiendo a dos dimensiones de progreso: su *sofisticación* y su *especificidad/especificación*; ello implicó el establecimiento de criterios (formales y sustanciales) para definir estos términos. Por otra parte, se enfatizó el estudio de la explicación del desarrollo seguido, concebido como “cambio cognitivo”, a través de la confrontación de los resultados del trabajo con presupuestos de dos modelos teóricos (el de cambio conceptual -de amplio arraigo en la investigación en el campo de la *STEM education*<sup>1</sup>- y el modelo de cambio representacional, como es concebido por A. Karmiloff-Smith). Se había previsto utilizar en general una estrategia metodológica doble, cualitativa y cuantitativa, que una vez empleada resultó asimismo -de modo inesperado- en cierto refinamiento del marco

---

<sup>1</sup> El acrónimo “*STEM education*” se refiere (en inglés) a la educación en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas y podría ser considerado un mejor identificador del campo de teorización e investigación que en español se conoce de forma más genérica como “educación en ciencias”. Por eso lo preferimos aquí, lamentando que aún no se haya consensuado el uso de un término español que resulte adecuado.

teórico y la creación de un dispositivo nuevo y mixto, de naturaleza cuali-cuantitativa, para el análisis de una dimensión de desarrollo epistemológico que no había sido explorada antes y se dio en llamar “desarrollo de la relevancia”. La descripción de los supuestos sobre la ciencia y la tecnología fue desgranada en torno a la consideración del momento de aparición y cambio de los supuestos, y la referencia al carácter “débil” o “fuerte” de su cambio, y condujo a la identificación de ciertos patrones de su desarrollo. La confrontación de los resultados con las hipótesis derivadas de los modelos teóricos existentes y los resultados de otras investigaciones permitieron detectar la emergencia de un *objetivismo* (configuración que en la literatura se considera como una posición epistémica “ingenua”) de carácter *avanzado* en relación con las concepciones sobre la ciencia, que no había sido reportada por estudios previos, así como visiones más *multiplistas* respecto de la tecnología. Asimismo la evidencia de cierto patrón sistemático de cambio a nivel de cuarto año, que fue hipotetizado –desde la perspectiva de este estudio, de corte evolutivo- en referencia con ciertas condiciones para que se dé el cambio cognitivo que enfatiza el modelo de cambio representacional.

#### *Desarrollo epistemológico y supuestos sobre la ciencia y la tecnología*

El curso de la vida de una persona implica numerosos cambios, incluyendo aquellos que se refieren a los contenidos y las formas de su conocimiento acerca de todos los tópicos, incluidas las nociones sobre qué y cómo es la ciencia y la tecnología. Carver y Schrage (2012) se refieren a este pasaje con una bella metáfora con ecos piagetianos, la de un viaje (*journey*), del que ponen cómo términos “ser niño” y “ser científico”. Las ideas acerca de la ciencia y la tecnología de una persona (así como el resto de sus ideas o supuestos acerca del conocimiento) podrían considerarse, con terminología que usa especialmente en Psicología del Desarrollo y Educacional, elementos de su *epistemología personal*; si se quiere, un correlato subjetivo – habitualmente implícito y de sentido común- de las preocupaciones, preguntas e hipótesis de la Epistemología académica. Desde hace unos cuarenta años se han desarrollado antecedentes de investigación que muestran que la epistemología personal de los sujetos tiene un carácter evolutivo, es decir que ésta cambia en el

tiempo, e incluso se han identificado patrones de esta evolución<sup>2</sup>. En este estudio se elicitaron y analizaron desde el punto de vista evolutivo los supuestos acerca de la ciencia y la tecnología de estudiantes de escuelas de Educación Técnico Profesional de nivel secundario en Salta (Argentina).

La investigación tiene dos fuentes de antecedentes. Por un lado, los estudios sobre epistemología personal, particularmente aquéllos realizados en el marco de los llamados “modelos evolutivos” (cf. Belenky *et al.*, 1986; Kuhn y Weinstock, 2002; Perry, 1970), que enfatizan la consideración del desarrollo de las nociones a partir de formas canónicas de la Psicología Evolutiva. Por otro, un numeroso cuerpo de estudios provenientes del campo de la investigación educativa en ciencias (o, más bien, de la *STEM education*); bastantes de ellos han sido promovidos en el ámbito iberoamericano y difundidos por el Aula de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación de la OEI (<http://www.oei.es/cts.htm>). En general, ambas fuentes de estudios no guardan demasiada relación y se desenvuelven según sus propias tradiciones de lectura e investigación.

#### *Metodología prevista y dimensiones de estudio*

Se previó el empleo de una estrategia *doble*, cualitativa y cuantitativa, para proceder a la recolección y análisis de datos. De forma inesperada, como se verá, el estudio cualitativo dio lugar (a través de la emergencia de una hipótesis sobre una dimensión no explorada precedentemente) a la creación de una estrategia nueva, *mixta*, cuali-cuantitativa para el tratamiento de la dimensión de *relevancia* de las respuestas de los alumnos sobre la ciencia y la tecnología. La metodología cualitativa se basó en la utilización de un dispositivo de respuesta abierta con asociación libre. En base a los antecedentes disponibles, asimismo se elaboró y emplearon pruebas de procedimiento cuantitativo: un Diferencial Semántico y una escala Likert al efecto.

El estudio tuvo, en general, dos focos. Por un lado, *describir* los supuestos de los estudiantes acerca de la ciencia y la tecnología y observar su cambio en el tiempo, a través de la hipótesis de dos dimensiones de desarrollo: *sofisticación* y

---

<sup>2</sup> Existen asimismo modelos interpretativos y estudios que focalizan en el carácter *educacional* de los cambios (cf. Pozo *et al.*, 2006) o su correspondencia con *contextos socio-culturales* de adquisición y práctica (cf. Khine, 2008).

*especificidad/especificación*. Se entiende aquí por “sofisticación” la dimensión en la cual un supuesto va refinándose y complejizándose a través del tiempo, pasando de ser relativamente ingenuo a relativamente más complejo y avanzado. En un sentido general, se corresponde con la idea del carácter evolutivo respecto de tal supuesto. Esta noción, que es común y a veces puede hasta pasar inadvertida, por lo aparentemente obvia, en los estudios de desarrollo, se afirma en concreto, como producto de la investigación, acerca de los supuestos epistemológicos (Buehl y Alexander, 2006). En efecto, a partir de los estudios se ha pensado que el desarrollo epistemológico se da de forma recurrente por diversas posiciones (Chandler, Hallett y Sokol, 2002; Kuhn y Weinstock, 2002) entre los polos del objetivismo y el subjetivismo (Kuhn y Weinstock, 2002), al mismo tiempo que van consiguiéndose diversas formas de balance (Schommer-Aikins, 2004) que llevan a posiciones cada vez más ajustadas a la realidad y el sujeto se configura como un self con autoridad propia en materia de conocimiento, en tanto es capaz de ajustar sus propios criterios para hacer frente a la incertidumbre (Baxter Magolda, 2004) y para confrontar su juicio con el de los expertos (Hammer y Elby, 2002). La “especificidad” se refiere al grado relativo de distinción entre diversas nociones. Se trata de un constructo que se debe al marco teórico de los estudios que a partir de los años '80 del siglo pasado se llaman “de especificidad de dominio” (Hirschfeld y Gelman, 1994). Es que, en efecto, la investigación sobre epistemología personal exhibe a lo largo del tiempo un paso desde posiciones de dominio general a otras de dominio específico, en correspondencia con los planteos más comunes dentro de la psicología. En concreto Hofer (2000) inauguró una línea de estudios sobre el carácter específico de las creencias epistemológicas respecto de diversas disciplinas, en tanto campos diversos de conocimiento. Asimismo Hammer y sus colaboradores (Hammer, 1994; Hammer y Elby, 2002; Louca et al., 2004) se dedicaron al estudio del carácter específico de los supuestos sobre el conocimiento, subrayando asimismo su condición contextual. Los estudios sugieren que los supuestos epistemológicos son *duales* en relación con esta dimensión (Buehl y Alexander, 2006), en tanto habría una coexistencia de creencias epistemológicas generales con otras que son específicas de los distintos dominios; también se hipotetiza que las creencias específicas de dominio se desarrollarían a partir de las creencias generales. En este sentido, habría posibilidad de que existiera cambio evolutivo desde creencias más generales (y, en ese sentido, más comunes en su atribución a distintos dominios) a creencias más específicas; es ello lo que interesó estudiar. Op' t Eynde et al. (2006) comprueban que los estudios sobre especificidad se

realizan desde dos estrategias: una “arriba-abajo”, que consiste en el examen del reconocimiento de creencias generales en el contexto de activación de dominios específicos, y otra “abajo-arriba”, que estudia las creencias específicas que se elicitaban en relación con instrumentos contruidos a propósito de dominios específicos. Más adelante se enunciarán los criterios que se establecieron para la evaluación de la sofisticación y la especificación en este estudio.

El segundo foco del estudio fue la *explicación* del desarrollo de los supuestos sobre la ciencia y la tecnología, comprendido como una de las formas en que se da el cambio cognitivo. Para ello, se confrontó, teóricamente y luego a través del contraste con la evidencia encontrada, dos modelos alternativos acerca del cambio cognitivo: el modelo de *cambio conceptual*, ampliamente conocido por el universo de quienes trabajan en *STEM education* (cf. v.g. Castorina y Carretero, 2012; Carretero, Schnotz y Vosniadou, 2006; Posner *et al.*, 1982; Vosniadou, 2008; Vosniadou, Baltas y Vamvakoussi, 2007) y el modelo de cambio representacional, como se lo comprende a partir de trabajos de A. Karmiloff-Smith (1992; también Cheung y Wong, 2011; Karmiloff-Smith e Inhelder, 1975).

En el trabajo del que se da cuenta aquí se estudió el desarrollo epistemológico en alumnos de nivel secundario a lo largo de su escolarización mediante la estrategia transversal de tratamiento del tiempo, es decir un diseño evolutivo (León y Montero, 1997). El examen de muestras de los diversos años permitió desplegar especialmente la dimensión de la sofisticación; para atender el estudio de la especificidad, siguiendo parámetros de las dos estrategias complementarias a que se refieren Op’ t Eynde et al. (2006), se focalizó en el desarrollo epistemológico específico de dominio respecto de las nociones de ciencia y tecnología. Se partió de las hipótesis generales de que dichos supuestos pasarían de estados más ingenuos a otros más sofisticados y que irían ganando en especificidad. Se decidió seguir la práctica habitual en psicología del desarrollo de buscar las mejores condiciones para la resolución de las tareas (máxime en situaciones exploratorias) (Colunga y Smith, 2008); atendiendo a ello, se dispuso que se tomarían muestras de estudiantes de Educación Técnico Profesional de nivel secundario. La estrategia se mostró atinada, ya que el trabajo no tuvo como objetivo estudiar los supuestos epistemológicos sobre la ciencia y la tecnología y su cambio, ni en alumnos de educación secundaria ni de Educación Técnico Profesional de nivel secundario, sino que se encaminó al estudio del fenómeno del cambio por medio de esta vía. Como se verá luego, las condiciones de práctica en relación con las nociones

de ciencia y tecnología que tienen los estudiantes en el contexto de este tipo de escuelas parece haber tenido que ver con particulares procesos de redescipción representacional (que postula el modelo de cambio representacional; Karmiloff-Smith, 1992) que, una vez hallados, podrían ser contrastados con los otros contextos de práctica educativa.

En general las decisiones metodológicas y la interpretación fueron guiadas por los supuestos de los modelos de cambio conceptual y de cambio representacional, ya que uno de los propósitos de la investigación fue contrastar su poder explicativo mediante la evidencia que se obtuviera, y restricciones derivadas del foco del estudio (las dimensiones “sofisticación” y “especificidad/especificación”).

*Estudio 1: Los significados que los participantes atribuyen a “ciencia” y a “tecnología” y la evidencia de su desarrollo*

Se condujo un primer estudio en base al material cualitativo colectado, esto es, protocolos respuesta abierta con asociación libre acerca de “ciencia” y “tecnología”. El dispositivo permitió elicitación de las representaciones de los estudiantes sobre la ciencia y la tecnología con las menores restricciones posibles en cuanto a su contenido y forma, con la intención de conocer por su intermedio dichas representaciones *desde la perspectiva de los participantes*. La contrapartida de esta aparente falta de restricción fue que este tipo de respuestas tuvieron el máximo nivel de exigencia para los sujetos en cuanto a su nivel de explicitación (aspecto que interesaría en tanto se pretendía observar las respuestas en relación al marco teórico del cambio representacional, que se fundamenta en el análisis de la dimensión implícita-explicita del conocimiento).

Los procedimientos de análisis realizados fueron de índole cualitativa, tanto en el estilo general de investigación como en los procedimientos utilizados para el análisis. Se había advertido que sería necesario tomar recaudos metodológicos fuera del campo canónico de la psicología del desarrollo para realizar el examen sistemático de los datos de este estudio, y pareció entonces conveniente revisar modos de hacer y tomar prestadas herramientas que son más conocidos dentro del campo amplio de la investigación en educación, conocidas también en la *STEM education*. En el análisis se siguió sugerencias tomadas tanto de la tradición de teorización emergente del campo (Glaser y Strauss, 1967) como de la inducción analítica (Goetz y LeCompte,

1988; Taylor y Bogdan, 1992), en sentido lato. El análisis de datos fue asistido con el programa NVivo. La construcción de una matriz de categorización fue el resultado de numerosos análisis preliminares de los significados que se condujeron atendiendo a la generación de una suerte de teoría emergente del campo o *grounded theory* (Glaser y Strauss, 1969) sobre los tipos de significados que se encuentra dentro de esta muestra asociados con las nociones de ciencia y tecnología. En la mayoría de los casos se procedió a la reducción de categorías a partir de la categorización *in vivo* de las respuestas. Sólo en segundo lugar se redujeron las categorías en nodos centrales. Finalmente, se reelaboró la matriz de categorización de forma simétrica para los significados de la ciencia y la tecnología, es decir que los mismos nodos centrales fueron utilizados para dar cuenta de ambos constructos; se consideró que ello contribuiría a su análisis comparativo. Sólo las categorías pertenecientes al nodo “Características (de la ciencia o la tecnología)” fueron refinadas de acuerdo a un criterio externo, a los efectos de poder comparar luego los resultados con los de los estudios 2 y 3 y contar con un criterio teórico para su análisis sustancial. Se las hizo por tanto corresponder con las categorías originales propuestas por Hofer (2000) y Stahl y Bromme (2007) respecto a la dimensionalidad de las creencias epistemológicas, y a la dimensionalidad propuesta por las escalas *ad hoc* de los instrumentos de recolección de datos cuantitativos, referentes a especificidades de la ciencia y la tecnología como conocimiento. El siguiente paso del análisis fue realizar una recuperación de los diversos significados en base a su aparición en los distintos niveles de edad/curso. Lo que se pretendió con este análisis fue identificar si existían significados centrales de la *versión estándar* de la discriminación entre la ciencia y la tecnología que se mostraran a lo largo de los distintos niveles de edad/curso.

En general los significados que aparecieron explicitados fueron muy elementales, si se los compara con los que se encuentra en los antecedentes de investigación (en los cuales se utilizaron instrumentos con categorías propuestas por los investigadores). Se detectó también, como de modo excepcional, casos de respuestas que se han llamado de “matices de comprensión”, en los que se daba cuenta de una avanzada perspicacia epistemológica. Se encontró asimismo que había una coexistencia de significados en torno a la ciencia y la tecnología que seguían las direcciones esperadas (tanto en la dirección “correcta” como en la que indicaría presencia de



“*misconceptions*”<sup>3</sup>, como suele establecerse en los estudios dentro del modelo de cambio conceptual). En general no se halló evidencia de que los significados se sofisticaran, en el sentido de que cambiaran de forma progresiva con el paso de los años; más bien algunos significados aparecieron reiterados en los distintos años, dejando constancia de una suerte de *conocimiento común* (Sperber y Wilson, 1994) en el campo estudiado respecto a los significados de la ciencia y la tecnología. Sí se observó, en cambio, trazas de especificidad de las creencias. Desde el primer año se puede reconocer que existirían atributos característicos de la ciencia o de la tecnología, así como atributos que se les reconocen como comunes.

Asimismo, de la utilización de un dispositivo que permitía la recolección de respuestas abiertas resultó una gama amplia de categorías, muchas de ellas no encontradas previamente en las investigaciones (dedicadas en cambio a la evaluación de categorías de supuestos sobre la ciencia y la tecnología provistas por los mismos investigadores) y algunas a priori *poco relevantes*. Por lo mismo, llamó la atención el amplio acuerdo que estas respuestas *prima facie* irrelevantes guardaron entre sí. También la forma en que están expresados los supuestos de los participantes, ya que en muchas ocasiones contenidos semánticos semejantes se encontraron bajo formatos de proposiciones diversos, a los que podría reconocerse como más o menos relevantes. Del examen de los significados emergió entonces, como resultado inesperado, la hipótesis de que los mismos contenidos proposicionales pudieran ser expresados con formas de enunciación diversas (más o menos relevantes) y que ello interesara a los fines del análisis del cambio en los supuestos sobre la ciencia y la tecnología de los estudiantes.

#### *Estudio 1b: El desarrollo de la relevancia en la enunciación de los supuestos sobre el conocimiento*

Se redefinió por tanto teóricamente la categoría “relevancia”, en base a los asertos de Sperber y Wilson (1994). Se consideraría “relevante” aquella comunicación de supuestos que implicara que la información que se agrega: es nueva (es decir, que no resulta redundante y aún no es conocida por el hablante); viene al caso; es importante

---

<sup>3</sup> *Misconceptions*, de acuerdo a los resultados de investigaciones realizadas en el marco de la investigación en *STEM education* sobre concepciones alternativas sobre la ciencia y la tecnología.

dentro del contexto. En este estudio se esperó encontrar la existencia de algún patrón de cambio en la relevancia de la comunicación de los supuestos sobre la ciencia y la tecnología que hicieron los participantes. Ello fue probado mediante un dispositivo de análisis cuali-cuantitativo diseñado expresamente, que arrojó evidencia tanto sobre la existencia de la comunicación de los supuestos epistemológicos mediante proposiciones con diverso grado de relevancia (desde proposiciones “irrelevantes” a proposiciones “altamente relevantes”), así como de un patrón de desarrollo en el uso de tales proposiciones. En este sentido, mediante varios procedimientos, cualitativos y cuantitativos (inspección visual, *d* de Somer<sup>4</sup>, MANOVA<sup>5</sup>, examen de las formas de las trayectorias) se detectó un hito evolutivo a nivel de cuarto año de la escolarización, como punto particular del progreso epistemológico respecto de las nociones de ciencia y tecnología en el que pareciera darse un “pico” de desarrollo (van Dijk y van Geert, 2011). Ello indicaría que si bien, como se dijo antes, habría un cuerpo de conocimiento común a lo largo de la secundaria sobre el significado de la ciencia y la tecnología, la comprensión y expresión de tales supuestos iría cambiando con el tiempo hacia niveles de progresiva mayor adecuación y comprensión. Esta parte del estudio permitió inferir corolarios del modelo de Redescrición Representacional (Karmiloff-Smith, 1992) en relación con la explicación del desarrollo semántico de las nociones epistemológicas en estudio.

*Estudios 2 y 3: La sofisticación y la especificidad/especificación; criterios para su evaluación*

Como se indicó antes, también se analizó las respuestas de los estudiantes a instrumentos *ad hoc* de índole cuantitativa, construidos al efecto: un Diferencial Semántico y una escala Likert. Ambos instrumentos fueron elaborados a partir de otros existentes y utilizados en estudios sobre epistemología personal (Hofer, 2000; Stahl y Bromme), además de complementados con ítems nuevos en relación con dimensiones

---

<sup>4</sup> *d* de Somer: diferencias significativas al nivel de  $p=0,000$  en el caso de seis estrategias de enunciación; al nivel de  $p=0,01$  en el caso de tres estrategias de enunciación; cinco estrategias de enunciación sin significación estadística.

<sup>5</sup> MANOVA hipotetizando diferencias en la muestra de 4º año: traza de Hotelling =1,216;  $F=5,647$ ;  $p=0,000$ ;  $\eta^2_{\text{parcial}}=0,378$ .

de supuestos específicos respecto a la ciencia y la tecnología que surgieron a partir de estudios piloto conducidos con estudiantes universitarios, graduados y posgraduados.

Para evaluar la sofisticación en esta parte del análisis se emplearon tres criterios. En primer lugar, un criterio estadístico y formal: la existencia de diferencias estadísticamente significativas en las pruebas del MANOVA). Asimismo dos criterios sustanciales: 1) la correspondencia de las respuestas con lo que en la literatura se considera más o menos sofisticado y con las dimensiones hipotetizadas en tal sentido en las pruebas según los antecedentes; 2) el examen de la forma de la trayectoria evolutiva (en tanto se estimó que podría encontrarse eventualmente evidencia de desarrollo con forma de U (*U-shaped*; cf. Elman *et al.*, 1996; Karmiloff-Smith, 1992).

El análisis en general se procedió ítem por ítem, de acuerdo con Buehl (2008).

Por MANOVA se encontró que en general no existían diferencias significativas entre el primer y último año (6º) de la escolarización<sup>6</sup>; sí, en cambio, a nivel de cuarto año<sup>7</sup>. Tales resultados, convergentes en parte a lo encontrado en el estudio cuali-cuantitativo sobre desarrollo de la relevancia, aparecieron, igualmente, de modo inesperado.

En virtud de una necesidad derivada de la noción misma de cambio que se disponía en relación con el modelo de cambio conceptual (Castorina y Carretero, 2012; Marti y Garcia-Mila, 2007; Vosniadou y Brewer, 1987), que postula que éste (en cuyo marco podría asimilarse, en general, “cambio” con “sofisticación”) puede ser *cambio débil* o *cambio fuerte*, en tanto en este trabajo se referiría a “cambio” en tanto sofisticación y especificidad, se prefirió realizar un pasaje terminológico y referirse en adelante a “sofisticación débil” y “sofisticación fuerte” con el mismo sentido. El análisis de la magnitud del cambio, que había sido registrado por medio de medidas ordinales en las que se requirió a los estudiantes responder acerca de varias opciones dentro de una polaridad con dos “cuadrantes de significación” opuestos (por ejemplo, “abierto-cerrado”), permitió observar en los casos de cuáles supuestos epistemológicos sobre la ciencia y la tecnología se dio una “sofisticación débil” (como pasaje entre diversos

---

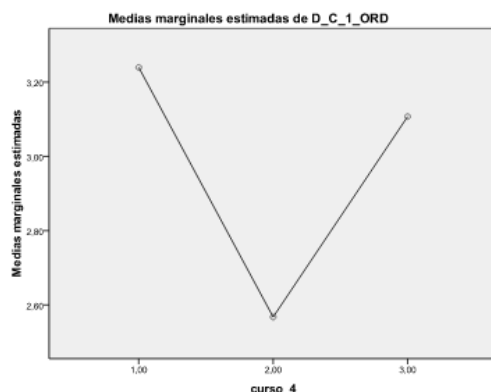
<sup>6</sup> Diferencial Semántico: Traza de Hotelling (gl=110,000)=6,331; F=1,094;  $p=0,433$ ;  $\eta^2_{\text{parcial}}=0,864$ .

<sup>7</sup> Diferencial Semántico: Traza de Hotelling (gl=220,000)=1,251; F=1,786;  $p=0,000$ ;  $\eta^2_{\text{parcial}}=0,385$ . Escala Likert: Traza de Hotelling (gl=224,000)=1,472; F=2,155;  $p=0,000$ ;  $\eta^2_{\text{parcial}}=0,428$ .

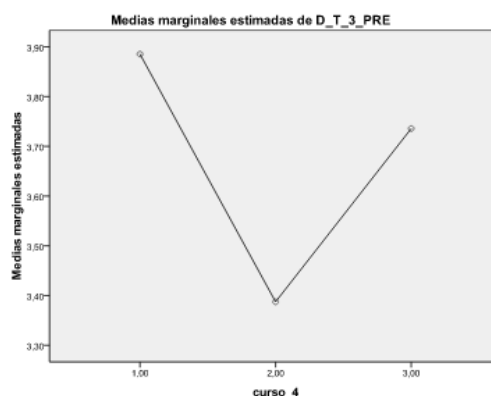
grados de significación dentro del mismo “cuadrante de significación” definido por uno de los polos de respuesta del Diferencial Semántico o la escala Likert) o “sofisticación fuerte” (en el cual se evidenciaría un pasaje en el tiempo entre uno de los “cuadrantes de significación” del instrumento y el cuadrante opuesto).

El examen de las formas de las trayectorias, realizado a partir de plotters sobre las medias de las muestras de los distintos cursos, aportó información sobre la existencia de diversas formas típicas de desarrollo. En general, se dio una la transición entre una estabilidad inicial de los supuestos sobre la ciencia y la tecnología entre los primeros tres cursos de la secundaria y otro periodo de estabilidad en quinto y sexto año, por medio de un cambio del significado (con distintas magnitudes) a nivel de cuarto año. En algunos casos se observó efectivamente curvas con forma de U, en el sentido de que las creencias experimentaron un cambio abrupto en cuarto año para luego volver a cambiar en sentido inverso y semejante al inicial (lo cual explica la inexistencia de diferencias entre el primer y el último año). Los siguientes son ejemplos de plots de las medias correspondientes a 1º, 4º y 6º año correspondientes a los ítems del Diferencial Semántico “la ciencia es ordenada-desordenada” y “la tecnología es precisa-imprecisa”. En ambos casos los significados de los alumnos se desplazaron dentro del mismo cuadrante de significación (es decir, no se observó evidencia de que se hubiera dado una sofisticación/cambio “fuerte” sino una sofisticación/cambio “débil”. También sucede que la media que corresponde a los años 1º y 6º es muy similar (en este caso, cercana a los valores medios de la escala), mientras a nivel de 4º año se constata una polarización de las respuestas de los participantes, polarización que se modera los años siguientes.

1\_ORD (Ciencia): Ordenado (M=3,38)



3\_PRE (Tecnología): Preciso (M=3,79)



Forma de la trayectoria de las respuestas a los ítems “la ciencia es ordenada-desordenada” y “la tecnología es precisa-imprecisa”

En relación con la especificidad, se encontró que algunos de los supuestos acerca de la ciencia y la tecnología no se mostraron como específicos (sino que eran predicados de ambos términos, la ciencia y la tecnología) a lo largo de la secundaria, que algunos eran mantenidos como diversos en todos los años de la secundaria y que otros exhibían cambio o bien temprano (en los primeros tres años de la escolarización) o bien tardío (en los tres últimos años). Se hipotetizó entonces que este tipo de desarrollo podría explicarse como una forma de *modularización* (Karniloff-Smith, 1992) y que de modo acorde se podría denominar proceso de “especificación” de los supuestos epistemológicos sobre la ciencia y la tecnología.

Para probar la hipótesis de la especificidad de las creencias epistemológicas sobre la ciencia y la tecnología en la muestra estudiada se usó el estadístico  $W+$ , la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon (Ho, 2006; Pagano, 1996; Siegel, 1983). En concreto interesó probar la *especificación* de las creencias epistemológicas sobre la ciencia y la tecnología. Con el término “especificación” se buscó mencionar el proceso de desarrollo de las representaciones en la dimensión en la cual van haciéndose progresivamente más específicas de dominio (mejor dicho, de microdominio; cf. Karmiloff-Smith, 1992) a partir de un estado de relativa indiferenciación inicial. El término ha sido elaborado como un derivado de la idea de “modularización” (Karmiloff-Smith, 1992). Como ya quedó dicho, este proceso de especificación sería distinto -y tal vez complementario- proceso de sofisticación de las representaciones. La noción de “especificación” podría ser considerada un resultado de este trabajo.

Se encontró ítems que no arrojan diferencias en relación con la especificidad en ninguno de los años, y que corresponderían por definición a creencias epistemológicas que no se especifican a lo largo de la secundaria. En cambio otros ítems dan diferencias en todos los años. Podría afirmarse aquí con más seguridad que se ha encontrado el núcleo de cierta *versión estándar* de las diferencias entre la ciencia y la tecnología. También se encontró que en muchos casos empezó a haber evidencias de especificación a nivel de 4º año; dado el proceso de la investigación seguido hasta aquí este resultado ya no fue inesperado. Asimismo se halló que hay algunas creencias epistemológicas que se especifican ciertos años y luego se vuelven inespecíficas, lo cual no había sido hipotetizado.

De lo anterior resultó una categorización de los supuestos epistemológicos sobre la ciencia y la tecnología atendiendo un criterio múltiple, para poder visualizar la emergencia conjunta de varias características en relación con uno de los objetivos del trabajo, la *descripción* de los supuestos epistemológicos y su cambio evolutivo: 1) Dominio concernido: ciencia o tecnología; 2) Carácter de la sofisticación: en relación con el posible cambio de dirección en el significado de la creencia, que adopta los valores de sofisticación sutil, débil o fuerte; 3) Carácter de la especificación (si se da): se refiere a la posibilidad de que haya o no especificación, y si es así, en qué años se realiza. Los valores posibles fueron: sin especificación, con especificación temprana (cursos 1º, 2º y 3º), con especificación tardía (a partir de 4º), con especificación en todos los cursos; 4) Las formas de las curvas de desarrollo descritas por las

creencias: lineal, estabilización seguida de cambio, cambio seguido de estabilización, forma de U. Quedaron determinados diversos tipos de supuestos, según su modo de cambio, para el análisis descriptivo:

	Sofisticación sutil	Sofisticación débil	Sofisticación fuerte
Sin especificación	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Especificación temprana	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6
Especificación tardía	Tipo 7	Tipo 8	Tipo 9
Especificación en todos los cursos	Tipo 10	Tipo 11	Tipo 12

La consideración detallada de qué supuestos concretos cambiaron o permanecieron estables de una u otra forma permitió examinar mejor sus características cualitativas. Se hizo entonces evidente cierto carácter *objetivista* de las respuestas de los alumnos a lo largo de la secundaria en relación con la ciencia. Se señala aquí, hasta el final de los años de la secundaria en la escuela técnica, que la ciencia es objetiva, que los expertos en este campo *pueden en último término llegar a la verdad* (esta respuesta también aparece con respecto a la tecnología) y que *las respuestas a este campo no van cambiando a medida que los expertos ganan en información*. En un caso (el primero apuntado) la trayectoria de desarrollo del supuesto es lineal, lo que indicaría cambio acumulativo en la dirección dicha; en los otros casos se experimenta un cambio a nivel de cuarto año y la respuesta, más polarizada en la dirección objetivista dicha, se vuelve estable. Del análisis resultó que podría hablarse en este caso de un *objetivismo avanzado*, en tanto su incidencia se enfatizó con el paso de los años; en algún sentido debería reconocerse que este objetivismo más acusado sería una estancia de conocimiento “menos ingenua” en un sentido evolutivo. La visión de la tecnología es sin embargo menos objetivista y en todo caso más multiplista. Se señala que las respuestas en ese campo *pueden cambiar a medida que los expertos ganan en información* y que *no es cierto que haya una sola forma de entender esta forma de conocimiento* y que *todos los expertos lo entiendan igual*. Se hace notar que en esta visión multiplista se conjugan aspectos de objetivismo con la consideración de varios puntos de vista (correspondientes al supuesto de que los expertos pueden divergir). El carácter objetivista, como se dijo antes, se corresponde con los niveles más bajos del desarrollo epistemológico que se postula para los sujetos en distintos momentos de su desarrollo: en la niñez (Kuhn y Weinstock, 2002) y también en los años universitarios (Perry, 1970; Belenky et al., 1986); lo encontramos aquí en los años de la educación secundaria. Es interesante que la evidencia que se obtiene, en confluencia con otros

estudios, permitiría postular que no habría (necesariamente) un estado que a priori pueda calificarse de mayor madurez y sofisticación respecto de los supuestos epistemológicos, sino que ésta sería relativa a la historia de desarrollo del propio sujeto y su ajuste a las restricciones específicas del dominio concernido y al contexto de activación de las creencias; pero, también, que sí podría reconocerse una sofisticación relativa de las creencias epistemológicas en distintos momentos del desarrollo.

Asimismo como resultado del estudio se postula que podría haber una reorganización de las creencias epistemológicas sobre la ciencia y la tecnología a nivel de 4º año. Ahora bien, ¿cómo podría explicarse tal cambio? La más conocida de las explicaciones sería por medio de su justificación por la vía educacional. Así, se podría sostener que a nivel de cuarto año debería haber un cambio radical o bien en el currículum (en sus diversos niveles de concreción) o bien en la institución o en ambos, o en alguna otra forma de influencia educativa no formal. Nos parece difícil sostener esta hipótesis explicativa externa ya que, como se dijo, el objeto de análisis de este estudio no son las interacciones entre las creencias epistemológicas sobre la ciencia y la tecnología con los entornos educativos (análisis que queda pendiente para un estudio complementario). Se puede notar hasta aquí que el marco teórico de esta investigación permite visualizar más bien explicaciones en el plano del desarrollo, de acuerdo con los objetivos del trabajo y dentro de este esquema, asimismo, ha interesado particularmente el modelo de Redescrición Representacional como familia de explicaciones del cambio que ponen el acento en las condiciones internas de su surgimiento. Dejando para mejor ocasión la consideración de las condiciones externas del cambio (incluido el cambio en la génesis de la intuición de relevancia), parece preciso extremar el estudio de ciertas condiciones internas del cambio, a fin de visualizarlas mejor. Podría postularse que lo encontrado aquí podría tener que ver con la polarización de respuestas que consta en la literatura en relación con el “escepticismo adolescente” (Chandler, 1987), por el cual los sujetos comienzan a expresarse en oposición a sus anteriores puntos de vista. Carey y Smith (1993) se refieren a ello como “crisis epistemológica”. Pecharromán (2003) hace alusión al mismo fenómeno bajo el término “sarampión escéptico” de la adolescencia. En todo caso parece haber acuerdo en que dentro de la trayectoria evolutiva de los adolescentes se incluye una tendencia (al menos temporal) por expresarse de forma muy polarizada. Se podría sostener asimismo la hipótesis de que también en este punto podríamos estar en presencia de una característica evolutiva que trasciende las



características locales y situadas y responde a ciertos procesos internos de desarrollo de los sujetos; ello debería ser probado. Se establecerá por tanto la hipótesis emergente de que pueda existir alguna forma de cambio en el modo de conocer de los sujetos que se deba al desarrollo, de forma relativamente independiente de la influencia educativa. También se destaca la hipótesis, derivada del modelo de cambio representacional, que tal desarrollo se daría a nivel de cuarto año a condición de que por entonces exista una maestría conductual (Karmiloff-Smith, 1992, 1994) con respecto a los dominios de conocimiento de las nociones de ciencia y de tecnología, como podría encontrarse habitualmente en el contexto de las escuelas técnicas.

### Referencias

- BAXTER MAGOLDA, M. B. (2004). "Evolution of a constructivist conceptualization of Epistemological Reflection". *Educational Psychologist*. Vol. 39, Núm. 1, pág. 31-42.
- BELENCKY, M. F.; CLINCHY, B. M. V.; GOLDBERGER, N. R.; TARULE, J. M. (1986). *Women's ways of knowing. The development of self, voice, and mind*. Basic Books: New York.
- BUEHL, M. M. (2008). "Assessing the multidimensionality of students' epistemic beliefs across diverse cultures". En: M. S. Khine (ed.), *Knowing, knowledge and beliefs. Epistemological studies across diverse cultures* (pág. 65-112). Springer: New York.
- BUEHL, M. M.; ALEXANDER, P. A. (2006). "Examining the dual nature of epistemological beliefs". *International Journal of Educational Research*. Vol. 45, pág. 28-42.
- CAREY, S.; SMITH, C. (1993). "On understanding the nature of scientific knowledge". *Educational Psychologist*. Vol. 28, Núm. 3, 235-251.
- CARRETERO, M.; SCHNOTZ, W.; VOSNADOU, S. (2006). *Cambio conceptual y educación*. Aique: Buenos Aires.

- CARVER, S. M., SCHRAGER, J. (ed.) (2012). *The Journey From Child to Scientist: Integrating Cognitive Development and the Education Sciences*. APA: Washington.
- CASTORINA, J. A.; CARRETERO, M. (2012). "Cambio conceptual". En: J. A. CASTORINA Y M. CARRETERO (ed.), *Desarrollo cognitivo y educación. 2, Procesos del conocimiento y contenidos específicos*. Paidós: Buenos Aires.
- CHANDLER, M. (1987). "The Othello effect. Essay on the emergence and eclipse of skeptical doubt". *Human Development*. Vol. 30, Núm. 3, 137-159.
- CHANDLER, M. J.; HALLETT, D.; SOKOL, B. W. (2002). "Competing claims about competing knowledge claims". En: B. K. Hofer y P. R. Pintrich (eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pág. 145-168). Erlbaum: Mahwah, NJ.
- CHEUNG, C.-N.; WONG, W.-C. (2011). "Understanding conceptual development along the implicit-explicit dimension: Looking through the lens of the representational redescription model". *Child Development*. Vol. 82, Núm. 6, pág. 2037-2052.
- ELMAN, J. L.; BATES, E. A.; JOHNSON, M. H.; KARMILOFF-SMITH, A.; PARISI, D.; PLUNKETT, K. (1996). *Rethinking innateness. A connectionist perspective on development*. The MIT Press: Cambridge, MA.
- GLASER, B. G.; STRAUSS, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Aldine: New York.
- GOETZ, J. P.; LE COMPTE, M. D. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Morata: Madrid.
- HAMMER, D. (1994). "Epistemological beliefs in introductory physics. *Cognition and Instruction*. Vol. 12, Núm. 2, pág. 151-183.
- HAMMER, D.; ELBY, A. (2002). "On the form of a personal epistemology". En: B. K. Hofer y P. R. Pintrich (eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pág. 169-190). Erlbaum: Mahwah, NJ.
- HIRSCHFELD, L. A.; GELMAN, S. A. (1994). *Mapping the mind. Domain specificity in cognition and culture*. Cambridge University Press: Cambridge.

- HO, R. (2006). *Handbook of univariate and multivariate data analysis and interpretation with SPSS*. Taylor and Francis: Boca Raton.
- HOFER, B. K. (2000). "Dimensionality and disciplinary differences in personal epistemology". *Contemporary Educational Psychology*. Vol. 25, pág. 378-405.
- KARMILOFF-SMITH, A. (1992). *Beyond modularity: a developmental perspective on cognitive science*. The MIT Press: Cambridge, MA.
- KARMILOFF-SMITH, A. (1994). "Epílogo pra la edición española: Cómo hacer de los cerebros mentes creativas mediante el proceso de redescrición representacional". En: A. KARMILOFF-SMITH, *Más allá de la modularidad. La ciencia cognitiva desde la perspectiva del desarrollo* (pág. 239-246). Alianza: Madrid.
- KHINE, M. S. (ed.) (2008). *Knowing, knowledge and beliefs. Epistemological studies across diverse cultures*. Springer: New York.
- KUHN, D.; WEINSTOCK, M. (2002). "What is epistemological thinking and why does it matter?". En: B. K. Hofer y P. R. Pintrich (eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pág. 121-144). Erlbaum: Mahwah, NJ.
- LEÓN, O. G.; MONTERO, I. (1997). *Diseño de investigación. Introducción a la lógica de la investigación en Psicología y Educación*. Mc Graw-Hill : Madrid.
- LIMÓN, M.; MASON, L. (ed.) (2002). *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice*. Kluwer: Dordrecht, The Netherlands.
- LOUCA, L.; ELBY, A; HAMMER, D.; KAGEY, T. (2004). "Epistemological Resources: Applying a new epistemological framework to science instruction". *Educational Psychologist*. Vol. 39, Núm. 1, pág. 57-68.
- MARTI, E.; GARCIA-MILA, M. (2007). "Cambio conceptual y cambio representacional desde una perspectiva evolutiva". En: J.I. Pozo y F. Flores (coord.), *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia* (pág. 91-106). Antonio Machado: Madrid.

- OP 'T EYNDE, P.; DE CORTE, E.; VERSCHAFFEL, L. (2006). "Epistemic dimensions of students' mathematic-related belief systems". *International Journal of Educational Research*. Vol. 45, pág. 57-70.
- PAGANO, R. R. (1999). *Estadística para las ciencias del comportamiento*. 5ª edición. Thompson: México.
- PECHARROMÁN, I. (2003). *Teorías epistemológicas implícitas en diferentes dominios: influencia de variables relacionadas con la instrucción*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Psicología.
- PERRY, W. G. (1970). *Forms of intellectual and ethical development in the college years: A scheme*. Holt, Rinehart, and Winston: New York.
- 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*. Vol. 66, pág. 211-227.
- POZO, J. I.; SCHEUER, N.; PÉREZ, M. P.; DE LA CRUZ, M.; MARTÍN, E.; MATEOS, M. (2006). *Nuevas formas de enseñar y aprender. Las concepciones de profesores y alumnos sobre la enseñanza y el aprendizaje*. Graó: Barcelona.
- SCHOMMER-AIKINS, M. (2004). "Explaining the Epistemological Belief System: Introducing the emeddes systemic model and coordinated research approach". *Educational Psychologist*. Vol. 39, Núm. 1, pág. 19-29.
- SIEGEL, S. (1983). *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta*. Trillas: México.
- SPERBER, D.; WILSON, D. (1994). *La relevancia. Comunicación y procesos cognitivos*. Visor: Madrid.
- STAHL, E.; BROMME, R. (2007). "The CAEB: An instrument for measuring connotative aspects of epistemological beliefs". *Learning and Instruction*. Vol. 17, pág. 773-785.
- TAYLOR, S. J.; BOGDAN, R. (1992). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación. La búsqueda de significados*. Paidós: Barcelona.

VAN DIJK, M.; VAN GEERT, P. (2011). "Heuristic techniques for the analysis of variability as a dynamic aspect of change". *Infancia y Aprendizaje*. Vol. 34, Núm. 2, pág. 151-167.

VOSNIADOU, S. (2008). *International Handbook of of Research on Conceptual Change*. Routledge: New York.

VOSNIADOU, S.; BALTAS, A.; VAMVAKOUSSI, X. (2007). *Re-framing the Conceptual Change Approach in Learning and Instruction*. Elsevier: Oxford, UK.

VOSNIADOU, S.; BREWER, W. F. (1987). "Theories of knowledge restructuring in development". *Review of Educational Research*. Vol. 57, Núm. 1, pág. 51-67.