ISSN: 1139-613X

6

¿EXISTEN DIFERENCIAS ENTRE EL RAZONAMIENTO DE LOS ESTUDIANTES DE MATEMÁTICAS Y EL DE LA POBLACIÓN GENERAL? LA TEORÍA DUAL DE RAZONAMIENTO Y LA TAREA DE SELECCIÓN DE WASON

(ARE THERE DIFFERENCES BETWEEN MATHEMATICS STUDENTS REASONING AND GENERAL POPULATION REASONING? DUAL PROCESS THEORY OF REASONING AND WASON SELECTION TASK)

Miguel López Astorga
Universidad de Talca (Chile)
Rodrigo Lagos Vargas
Universidad de Los Lagos (Chile)

DOI: 10.5944/educXX1.16.1.720

RESUMEN

Inglis y Simpson sostienen que existen importantes diferencias entre el razonamiento de los estudiantes universitarios de Matemáticas y el de la población general, ya que, en un experimento propuesto por ellos basado en la tarea de selección en 2006, los estudiantes de Matemáticas obtuvieron mejores resultados que otros. Ellos intentaron explicar este hecho mediante la teoría dual de razonamiento, pero nosotros exponemos en este trabajo un experimento similar en el que no hallamos diferencias significativas de ejecución entre los distintos tipos de estudiantes. Por ello, concluimos que es posible que la tarea de selección no sea un ejercicio apropiado para describir la forma en que razonan los distintos estudiantes y que son necesarias más evidencias para asegurar que los estudiantes de Matemáticas razonan de un modo diferente.

ABSTRACT

Inglis and Simpson hold that there are significat differences between Mathematics university students reasoning and general population reasoning, since, in an experiment based on selection task presented by them in 2006, Mathematics students obtained better outcomes that other students. They tried to explain this fact by means of dual process theory of reasoning. We present in this paper a similar experiment. Our experiment does not show significantly different executions between Mathematics students and other students. For this reason, we conclude that it is possible that selection task is not an appropriate task for describing the different students reasoning and we need more evidences for confirming that Mathematics students reason in a different way.

INTRODUCCIÓN: LA TEORÍA DUAL DEL RAZONAMIENTO

De manera más o menos fundamentada, suele pensarse, tanto por parte de docentes como de otros profesionales, que el estudio de ciertas materias desarrolla determinadas capacidades o competencias en los alumnos. Un intento de demostración empírica de que esto efectivamente es así es el que nos presentan Inglis y Simpson (2006). Según estos autores, la población general utiliza en sus razonamientos heurísticos cuya acción no se aprecia, en un número relevante de casos, en los individuos con formación matemática. Para defender tal afirmación, se basan en un teoría ampliamente aceptada en el momento presente en el ámbito de la ciencia cognitiva: la teoría dual del razonamiento (Skemp, 1979; Evans y Over, 1996; Stanovich y West, 2000; Evans, 2003; Legrenzi, 2008; López Astorga, 2009).

La teoría dual del razonamiento se caracteriza, fundamentalmente, por la tesis de que existen dos unidades cognitivas distintas en el cerebro humano, denominadas, por la mayor parte de los autores, Sistema 1 y Sistema 2. En adelante, vamos a utilizar las expresiones S1 y S2 para referirnos a estos dos sistemas, como se hace comúnmente en la literatura de la ciencia cognitiva. El caso es que S1 se relaciona con el ámbito intuitivo y es el responsable de, entre otros factores, los heurísticos más o menos irracionales que aprendemos de la experiencia (Reyna, 2004) y que utilizamos de manera inconsciente y con gran rapidez. Por su parte, S2 designa lo que habitualmente consideramos de manera neta razonamiento, encontrándose, por tanto, vinculado con procesos mentales analíticos y reflexivos que generalmente demandan cierto tiempo al sujeto.

Un buen ejemplo para ilustrar el alcance explicativo de la teoría dual bien puede ser, según entendemos, el proceso de aprendizaje de una lengua extranjera. En las primeras fases, en las que el individuo se introduce en el nuevo idioma, necesita pensar detenidamente para construir una oración gramaticalmente correcta. Se torna precisa toda una reflexión minuciosa con el objeto de no errar en determinadas concordancias básicas propias de la lengua en particular, como pueden ser, por ejemplo, las relativas al género y al número. Desde el marco de la teoría dual, podemos interpretar que en estos primeros momentos intervienen decisivamente las capacidades analíticas relacionadas con S2. Progresivamente, el individuo se va habituando a las expresiones y las va utilizando, paulatinamente, de modo casi inconsciente, hasta llegar a un punto en que es capaz de hablar y escribir con patente fluidez en el idioma que ya ha aprendido. En estas fases finales, podemos hablar de heurísticos que el sujeto ha adquirido e interiorizado y de un uso manifiesto del ámbito intuitivo vinculado con S1.

Pero lo que nos interesa en estas páginas es que, en opinión de Inglis y Simpson (2006), se pueden observar ciertos heurísticos propios de S1 en la población general cuando se enfrenta a determinados ejercicios de razonamiento. Por el contrario, los individuos con experiencia y conocimientos en el área de las Matemáticas parecen operar cognitivamente de otra manera. Inglis y Simpson creen que puede darse una de estas dos posibilidades:

A. La formación matemática ha alterado los heurísticos de S1 en la mente de los matemáticos y, por consiguiente, puede decirse que sus intuiciones son otras muy distintas a las de la población general.

B. Los matemáticos manifiestan una mayor tendencia a utilizar las capacidades implicadas en S2 y a prescindir de los heurísticos presentes en S1, esto es, recurren a su razonamiento analítico, no guiándose, de este modo, por sus intuiciones, con mayor frecuencia que la población general.

Las conclusiones de Inglis y Simpson (2006) se apoyan en los resultados experimentales que pueden obtenerse en algunos ejercicios de razonamiento clásicos en el ámbito de las ciencias cognitivas y que pueden interpretarse en función de la teoría dual de razonamiento. En concreto, uno de los ejercicios que nombran explícitamente Inglis y Simpson (2006) y en el que centran su experimentación es la famosa tarea de selección de las cuatro tarjetas de Peter Wason (Wason, 1966, 1968). Inglis y Simpson consideran que ésta es una tarea en la que se espera que el participante utilice S2 y que, sin embargo, en la mayor parte de las ocasiones, los individuos se enfrentan a ella empleando S1, lo cual provoca que altos porcentajes de sujetos no la realicen correctamente. Empero, lo más interesante de este ejercicio, a su juicio, es el hecho de que se puede observar una cierta tendencia en los estudiantes de Matemáticas a resolverlo mejor. Con el propósito de demostrarlo, diseñaron un experimento basado en la tarea de selección que pareció confirmar sus supuestos.

El problema básico sobre el que va a gravitar este trabajo reside en que nosotros hemos planteado también a estudiantes de Matemáticas un ejercicio similar y no hemos logrado los mismos resultados. No obstante, pensamos que lo más aconsejable, antes de describir el experimento de Inglis y Simpson y el nuestro propio y de comentar los resultados de ambos, es señalar en qué consiste realmente la tarea de selección de las cuatro tarjetas de Peter Wason, cuál es su respuesta correcta y cómo suelen ejecutarla generalmente los participantes. Procedemos a ello en nuestro siguiente apartado.

1. LA TAREA DE SELECCIÓN COMO EVIDENCIA EMPÍRICA A FAVOR DE LA TEORÍA DUAL DE RAZONAMIENTO

La tarea de selección de las cuatro tarjetas ha sido considerada como una evidencia confirmadora de la teoría dual de razonamiento debido a los extraños resultados que suelen obtenerse con ella. Esta tarea ha sido descrita en un número considerable de trabajos. Seleccionamos nosotros aquí la descripción que se nos ofrece en López Astorga (2008):

«La tarea consiste en mostrarle al sujeto experimental cuatro tarjetas con un número en una cara y una letra en la otra, pero de manera que sólo pueda ver una de las caras de cada tarjeta. Generalmente, en las caras visibles aparecen dos números y dos letras. Supongamos que se contempla < A > en la primera tarjeta, < C > en la segunda, < 2 > en la tercera y < 3 > en la cuarta [aquí se halla en el texto original una referencia a una figura en la que aparecen las cuatro tarjetas mencionadas]. Lo que el participante tiene que hacer es seleccionar la tarjeta o las tarjetas que es necesario girar para comprobar si el siguiente enunciado condicional es verdadero o falso:

Si en una tarjeta hay una vocal en una cara, entonces hay un número par en la otra [el enunciado está escrito con letra cursiva en el texto original]» (López Astorga, 2008, 78-79).

No es muy complejo, tras un simple análisis lógico, descubrir que las tarjetas «A» y «3» de esta versión de la tarea son las correctas, pues la tarjeta «A» puede tener «3» en su otra cara y en el reverso de «3» puede figurar «A», siendo, en ambos casos, el enunciado condicional falso. Las tarjetas «C» y «2» son irrelevantes. «C» es una consonante y nada de lo que mostrara en su lado oculto invalidaría el enunciado en cursiva. Por su parte, «2» tampoco aportaría información, ya que el enunciado establece que debe haber un número par cuando aparece una vocal, y no, a la inversa, que también sea preciso que figure una vocal cuando en una cara tengamos un número par (dicho con otros términos, si «2» muestra en su otro lado «C», el enunciado no es falso).

Los resultados de esta tarea son sorprendentes porque los sujetos, sean de la condición cultural que sean, no suelen resolverla de una manera correcta desde el punto de vista lógico. La selección más habitual suele ser el par compuesto por la tarjeta con la vocal y la tarjeta con el número par. La segunda selección más frecuente consiste en elegir únicamente la tarjeta con la vocal.

Muchas teorías han surgido con el propósito de explicar tan aparentemente anómalos resultados, pudiéndose encontrar una revisión crítica de la mayoría de ellas, por ejemplo, en Santamaría (1995). Sin embargo, el análisis de tales teorías excede con mucho los propósitos de este trabajo, pues lo relevante para nosotros aquí es que Inglis y Simpson (2006) son de los autores que piensan que la problemática que rodea a esta tarea supone un apoyo importante para la teoría dual de razonamiento. En su opinión, altos porcentajes de participantes yerran y eligen la combinación vocal y número par porque la ejecutan utilizando heurísticos intuitivos de S1, cuando, para resolver este ejercicio adecuadamente, es necesario recurrir a S2.

Los estudiantes de Matemáticas constituyen, a su juicio, como hemos apuntado, una excepción, ya que parecen seleccionar las tarjetas lógicamente válidas en un número significativamente mayor de casos. El experimento que presentan en Inglis y Simpson (2006) pretende ser, también lo hemos indicado, una demostración de este hecho. Por ello, exponemos a continuación las características generales de tal experimento y los resultados logrados con él.

2. EL EXPERIMENTO DE INGLIS Y SIMPSON (2006)

Con el propósito de averiguar cuál de las dos hipótesis, A o B, expuestas en nuestro primer apartado describe de manera más óptima la realidad, Inglis y Simpson (2006) presentaron una versión de la tarea de selección de las cuatro tarjetas a tres grupos:

1. Estudiantes de Matemáticas.

2. Profesores universitarios de Matemáticas.

3. Estudiantes de Historia.

El tercer grupo, el de los estudiantes de Historia, fue incluido por ellos en su experimento con la intención de que representara el modo de razonar de la población general, pues asumieron que era un grupo que debía disponer de muy poca experiencia en el ámbito de la resolución de problemas matemáticos y en el de la realización de operaciones algorítmicas.

La versión empleada fue bastante similar a la que hemos ofrecido en el apartado precedente y mantuvo sus características esenciales. Únicamente era posible distinguir en ella algunas pequeñas diferencias puramente formales: en las tarjetas aparecían, por este orden, los caracteres «D», «K», «3» y «7» y la regla establecía que:

Toda tarjeta que tiene una «D» en una cara tiene un «3» en la otra.

Además, entrevistaron a algunos participantes, tanto historiadores como matemáticos, y grabaron sus respuestas con el fin de transcribirlas para un posterior análisis.

Quizás, es importante insistir en que esta versión utilizada por Inglis y Simpson no es, a pesar de lo que aparentemente pudiera parecer, muy diferente a la que hemos presentado más arriba. Entre las dos versiones, podemos establecer las siguientes equivalencias de tarjetas:

«D»: «A»

«K»: «2»

«3»: «C»

«7»: «3»

De esta manera, tenemos que, en la versión de Inglis y Simpson (2006), el par de tarjetas que constituye la respuesta lógicamente correcta está conformado por «D» y «7». «D» debe ser girada porque puede presentar «7» en su otro lado y, en ese caso, la regla sería falsa. «7» también tiene que ser seleccionada porque, si tuviera «D» en su otra cara, nos indicaría, igualmente, que la regla no es cierta. Por su parte, «K» y «3» no nos ofrecen información digna de consideración. Nada de lo que pueda haber en el reverso de «K» puede falsar la regla y lo mismo ocurre con «3», ya que la regla no obliga a que, cuando aparezca «3», tenga que haber «D» en su cara inversa, sino a lo contrario, a que «D» debe ir acompañada por «3».

Como resultado, Inglis y Simpson (2006) obtuvieron diferencias significativas entre las tarjetas seleccionadas por los estudiantes de Matemáticas y las elegidas por los estudiantes de Historia. No obstante, hallaron lo que, a su juicio, era una dificultad que debía ser enfrentada: si tenemos en cuenta la importancia que se le suele conceder a la lógica en los estudios matemáticos, el porcentaje de estudiantes de Matemáticas que se inclinó por el par de tarjetas válido desde el punto de vista lógico —en su versión, como hemos reflejado, el par «D» y «7»— no fue tan elevado como podría esperarse, puesto que apenas el 28% de los estudiantes de Matemáticas seleccionó dicho par. Por su parte, y esto también merece ser mencionado, los profesores de Matemáticas sólo incrementaron un poco más el porcentaje, ya que el número de ellos que ofreció la respuesta correcta no sobrepasó el 43%.

Inglis y Simpson (2006) aceptaron que los datos obtenidos no permitían decantarse con rotundidad a favor de ninguna de las dos hipótesis, A o B, enunciadas más arriba, es decir, que no era posible, a partir de los resultados cuantitativos de su experimento, decidir si los estudiantes de Matemáticas ejecutan mejor la tarea de selección porque se han modificado sus heurísticos de S1 o porque utilizan S2 con mayor frecuencia. Por ello, recurrieron a la revisión de las entrevistas con algunos participantes que grabaron. Tales entrevistas revelaron, según interpretaron Inglis y Simpson (2006), que la tendencia inicial de los estudiantes de Matemáticas era muy semejante a la de la población general, pues, en un principio, parecían centrarse también en heurísticos inconscientes. Sin embargo, basándose en las significaciones estadísticas ofrecidas por la vertiente cuantitativa de su estudio, consideraron que, si se reflexionaba globalmente acerca de toda la información recabada, tanto cualitativa como cuantitativa, necesariamente había que admitir que los matemáticos muestran mayores inclinaciones que la población general al uso de S2 para revisar críticamente la acción de S1.

Estas conclusiones, que, en sí mismas, pueden parecer poco firmes, aún pueden revestir mayor ambigüedad si atendemos al hecho de que Inglis y Simpson (2006) reconocen explícitamente que, aunque es perfectamente posible pensar, a partir de la información arrojada por su experimento, que la cognición del matemático se caracteriza por una utilización más frecuente de S2, también lo es afirmar que los matemáticos no son tan competentes para detectar errores lógicos como podría creerse, quizás, a su juicio, porque la regla de inferencia del *modus tollens*, regla lógica claramente implicada en la tarea de selección de las cuatro tarjetas de Peter Wason, no es tan importante para las habilidades matemáticas como imaginamos.

La regla del *modus tollens* puede ser representada de un modo similar a éste:

Si A, entonces B

No B

- - - - - - - - - - - -

Luego no A

Lo que nos indica, por tanto, es que, en un enunciado condicional («si A, entonces B»), el antecedente («A») es una condición necesaria del consecuente («B») y que, si se da el antecedente («A»), debe darse forzosamente también el consecuente («B»). Esto significa que, si el enunciado condicional («si A, entonces B») es verdadero, no cabe un escenario en el que tengamos «A» y no tengamos «B». Podemos comprobar esto con mayor claridad si recurrimos a un ejemplo con contenido temático. Pensemos en este enunciado condicional:

Si un territorio es un país, entonces tiene una bandera.

Aquí «A» equivale a «ser un país» y «B» corresponde a «tener una bandera». Si aceptamos que el enunciado es correcto y comprobamos que un territorio concreto no tiene bandera (no «B»), estamos autorizados para concluir que dicho territorio no es un país (no «A»).

En una versión de la tarea de selección como la expuesta en el apartado 2 de este trabajo, esta regla parece esencial para que el participante pueda elegir «3», una de las dos tarjetas correctas. Esta tarjeta, la del número impar, parece ser la realmente problemática en la tarea. Recordemos que la otra tarjeta válida, la «A», suele ser elegida por altos porcentajes de participantes y que es una tarjeta presente en las respuestas más frecuentes que podemos encontrar documentadas en la literatura sobre este ejercicio.

Es el *modus tollens* el que parece conducirnos a inferencias más o menos semejantes a ésta:

Si hay «A» en una cara de una tarjeta, entonces tenemos «2» en la otra cara de esa misma tarjeta.

Una tarjeta muestra «3» en una de sus caras.

\- - - - - - - - - - - -

Luego no puede haber «A» en la otra cara de esa misma tarjeta.

Esta estructura lógica no parece ser muy distinta de la que correspondería a la versión que Inglis y Simpson (2006) plantean. En ella, la inferencia requerida para notar que la tarjeta «7» es relevante sería similar a la siguiente:

Toda tarjeta que tiene una «D» en una cara tiene un «3» en la otra.

Una tarjeta muestra «7» en una de sus caras.

\- - - - - - - - - - - -

Luego no puede haber «D» en la otra cara de esa misma tarjeta.

Los razonamientos de esta índole son los que, precisamente, según entendemos, Inglis y Simpson (2006) consideran como no tan fundamentales en la formación matemática como cabría suponer. Ellos parecen sostener que, si las inferencias de este tipo estuvieran más relacionadas con las capacidades que se desarrollan con el aprendizaje de las disciplinas matemáticas, los resultados en su experimento habrían sido más óptimos. No podemos olvidar que, aunque significativo con respecto a los estudiantes de Historia, el número de respuestas correctas entre los estudiantes de Matemáticas fue bastante discreto.

En cualquier caso, puesto que los resultados de Inglis y Simpson (2006) no parecen ser demasiado concluyentes, creemos que se halla completamente justificado el plantear un experimento similar al suyo, aunque con algunas diferencias para intentar detectar posibles variables que inciden en ellos y que Inglis y Simpson no atendieron. Y es que hay muchas incógnitas que las respuestas de sus participantes no despejan completamente, pues, aunque se observa una mejoría en la ejecución de los estudiantes de Matemáticas, tal mejoría no es, como hemos indicado, tan patente ni tan evidente como, *a priori*, podríamos prever y, por esta misma razón, no nos permite decantarnos categóricamente ni por la hipótesis A ni por la hipótesis B que ellos proponen. Al mismo tiempo, no cabe duda de que es interesante profundizar más en las posibles relaciones que pueden existir entre el desarrollo de las capacidades matemáticas y la adquisición de competencias para utilizar reglas lógicas y detectar errores lógicos. Exponemos, así, a continuación, en qué consistió nuestro estudio y cuáles fueron los resultados que obtuvimos.

3. UNA INVESTIGACIÓN CON ESTUDIANTES CHILENOS

Hay un elemento que, desde nuestro punto de vista, no se explicita adecuadamente en el experimento de Inglis y Simpson (2006). Entre sus estudiantes de Matemáticas, podemos encontrar alumnos de diferentes niveles, unos cursando sus primeros años de estudios universitarios y otros recibiendo enseñanza de postgrado. Éste es, para nosotros, un elemento bastante importante, ya que puede suceder que lo que mejore las ejecuciones de los participantes no sea el hecho de, simplemente, estudiar una carrera del ámbito matemático, sino el hallarse en un determinado nivel de dicha carrera.

Como decimos, Inglis y Simpson (2006) no nos ofrecen tal información acerca de sus participantes. Únicamente, nos indican el nivel que cursan algunos de tales participantes cuando reproducen, a modo de ejemplos, las entrevistas que mantuvieron con ellos. No obstante, en nuestra opinión, ésta es una circunstancia que debe ser tratada de un modo más sistemático.

Así, con el propósito de comprobar qué es lo que sucede en un experimento similar al de Inglis y Simpson (2006) en el que todos los estudiantes de Matemáticas son del mismo nivel y con la intención de revisar las conclusiones que ellos derivaron ante los datos tan discretos que obtuvieron en su estudio cuantitativo, propusimos el experimento que describimos y comentamos a continuación. Obviamente, nuestros resultados nos revelaron también orientaciones para reflexionar acerca de hasta qué punto es pertinente recurrir a la aplicación de los supuestos de la teoría dual de razonamiento para explicar las selecciones de estudiantes de distintas carreras en la tarea de selección de las cuatro tarjetas.

4. MÉTODO

4.1. Participantes

Nuestros participantes fueron 63 alumnos de Pedagogía en Educación Media del Campus de Osorno de la Universidad de Los Lagos (Chile). De ellos, 33 cursaban el primer año de la especialidad de Historia y Geografía, mientras que los 30 restantes la de Matemáticas y Computación. Cabe agregar que, en los planes de estudios de estos alumnos, una parte importante de la carga académica se encuentra, para todos los semestres, centrada en asignaturas vinculadas con la especialidad, lo que significa que los estudiantes de Historia y Geografía asisten, en todos los niveles, a un número considerable de horas lectivas dedicadas a materias relacionadas con las ciencias sociales y los de Matemáticas y Computación, también en todos los niveles, a una cantidad destacable de horas relacionadas con materias propias del ámbito de las ciencias exactas. Éste, creemos, no es un aspecto sin trascendencia, ya que estamos identificando a los alumnos de Matemáticas de Inglis y Simpson (2006) con alumnos de una carrera de Pedagogía en Matemáticas y Computación. Nosotros consideramos que tal identificación es legítima debido a que, como decimos, en el plan de estudios de los alumnos de Pedagogía en Matemáticas y Computación de la Universidad de Los Lagos aparecen bastantes materias que habitualmente corresponden a carreras universitarias centradas en las matemáticas puras. A título ilustrativo, podemos indicar algunas de las asignaturas que cursan los estudiantes de la Universidad de Los Lagos en la mencionada carrera de Pedagogía en Matemáticas y Computación:

Primer semestre: Álgebra I, Geometría I, Computación Básica.

Segundo semestre: Álgebra II, Geometría II, Cálculo I.

Tercer semestre: Álgebra III, Informática I, Computación I, Cálculo II.

Cuarto semestre: Álgebra IV, Geometría III, Cálculo III, Informática II.

Quinto semestre: Álgebra V, Cálculo IV, Estadística I, Informática III.

Sexto semestre: Álgebra VI, Cálculo V, Estadística II, Computación II.

Séptimo semestre: Geometría IV, Cálculo VI, Informática IV.

Octavo semestre: Álgebra VII, Electivo de Especialidad, Computación III.

Noveno semestre: Seminario de la Especialidad.

Como hemos señalado, éstas no son las únicas materias que cursan los alumnos, pues, además, también se les imparte, en todos los semestres, otras relacionadas de manera más o menos directa con la pedagogía en general o con la pedagogía de las matemáticas y de la computación en particular. No obstante, las materias indicadas justifican, desde nuestro punto de vista, que comparemos los resultados de nuestros participantes con los de los estudiantes de Matemáticas de Inglis y Simpson (2006).

Por otra parte, elegimos a estudiantes de la especialidad de Historia y Geografía porque así también lo hicieron Inglis y Simpson (2006) con el propósito de que representaran a la población general. De este modo, a partir de lo expuesto, podemos decir que las diferencias más destacables entre el experimento de Inglis y Simpson (2006) y el nuestro en cuanto a participantes residen, a nuestro juicio, en que todos nuestros estudiantes, tanto los de Matemáticas como los representantes de la población general, cursaban su primer año en la Universidad.

4. 2. Materiales, Diseño Y Procedimiento

Todos nuestros participantes realizaron el mismo ejercicio: una versión de la tarea de selección de las cuatro tarjetas de Peter Wason en los términos expuestos en el apartado segundo de este trabajo (es decir, utilizando las tarjetas «A», «C», «2» y «3» y la regla *Si en una tarjeta hay una vocal en una cara, entonces hay un número par en la otra*). A todos ellos se les preguntó previamente si habían tenido ocasión de estudiar o analizar la tarea en algún momento de su vida o si, simplemente, la conocían, y ello con el propósito de eliminar las interferencias que podría provocar en los resultados la acción de participantes que supieran, con antelación, cuál era la respuesta correcta.

Puesto que todos nuestros participantes aseguraron no haber tenido noticia alguna de la tarea de selección con anterioridad, se les pidió que firmaran un documento en el que aseguraban que daban su total consentimiento para realizar la investigación, que se les había informado de los objetivos generales que se perseguían con ella (tal información se les ofreció de manera que pudieran implicarse en la labor a realizar y con el propósito de despertar su motivación y su entusiasmo sin, por ello, obviar el requisito fundamental para realizar la tarea de selección de no conocerla previamente) y que se les había indicado que sus datos serían tratados con confidencialidad y de manera anónima, que podían retirarse de la investigación cuando lo desearan y que, finalizado el estudio, se les facilitarían, si así lo requerían, los resultados obtenidos.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las combinaciones de tarjetas seleccionadas por nuestros participantes, así como el porcentaje de ellos que se inclinó por cada una de tales combinaciones, se indican en la tabla 1.

Tarjeta/s elegida/s	Estudiantes de Historia	Estudiantes de Matemáticas
A	13 (20,6%)	2 (3,2%)
C	2 (3,2%)	0 (0%)
2	2 (3,2%)	1 (1,6%)
3	2 (3,2%)	0 (0%)
A, C	1 (1,6%)	0 (0%)
A, 2	12 (19%)	19 (30,2%)
C, 2	1 (1,6%)	1 (1,6%)
C, 3	0 (0%)	1 (1,6%)
2,3	0 (0%)	1 (1,6%)
A, C, 3	0 (0%)	1 (1,6%)
A, 2, 3	0 (0%)	1 (1,6%)
A, C, 2, 3	0 (0%)	3 (4,8%)

Tabla 1: Combinaciones de tarjetas seleccionadas y porcentajes de participantes correspondientes a cada una de ellas.

Como se puede apreciar, además de que los datos son tremendamente dispersos, estos resultados no resisten mayores análisis estadísticos, ya que ninguno de los participantes, ni del grupo de los estudiantes de Matemáticas ni del de los estudiantes de Historia, optó por el par de tarjetas correcto desde el punto de vista lógico, en nuestra versión, el par «A» y «3». De esta manera, como intuitivamente se puede predecir, no se halló significación estadística alguna (en chi-cuadrado de Pearson, gl: 11 y sig. asintótica (bilateral): 0,025; en V de Cramer, valor: 0, 589 y sig. aproximada: 0,025).

Ante esta situación, no parece tener mucho sentido plantearse cuál de las hipótesis, A o B, propuestas por Inglis y Simpson (2006) es la válida, esto es, no resulta muy idóneo intentar comprobar si los estudiantes de Matemáticas trabajan mentalmente con heurísticos correspondientes a S1 diferentes a los utilizados por la población general o si, por el contrario, tratan de resolver los problemas lógicos empleando las capacidades analíticas implicadas en S2 con mayor frecuencia que el resto de la población, pues nuestro estudio parece refutar ambas hipótesis. Dicho con otros términos, si la teoría dual de razonamiento es un enfoque apropiado para analizar, mediante él, nuestros resultados y la tarea de selección de las cuatro tarjetas de Peter Wason es una evidencia a favor de tal teoría, nuestro experimento revela que i) los heurísticos de S1 no son muy diferentes en nuestros estudiantes de Matemáticas y nuestros estudiantes de Historia y ii) que nuestros estudiantes de Matemáticas no manifiestan especiales tendencias a usar S2.

Por tanto, los resultados obtenidos tampoco reflejan que sea decisivo entrevistar a nuestros participantes de manera similar a como lo hicieron Inglis y Simpson (2006), puesto que las selecciones mayoritarias parecen apuntar que los dos grupos de estudiantes no razonan de modo muy distinto.

Una explicación posible de la discrepancia existente entre los resultados de Inglis y Simpson (2006) y los nuestros podría ser que la formación matemática recibida por nuestros estudiantes de Matemáticas es deficitaria o, por lo menos, de una calidad inferior a la que poseían los estudiantes de Matemáticas de Inglis y Simpson (2006). Empero, consideramos que deducir conclusiones semejantes a partir de nuestro estudio puede ser un poco apresurado. No debemos olvidar que, aunque son estudiantes del primer año de sus respectivas carreras universitarias, existen ya notables diferencias entre la formación matemática de nuestros dos grupos de estudio. En Chile, como en tantas otras realidades educativas, en los últimos años de la Educación Media los estudiantes eligen itinerarios académicos distintos en función de sus preferencias y de sus expectativas laborales o profesionales. De este modo, tenemos que pensar que la mayor parte de nuestros estudiantes de Matemáticas cursó, previsiblemente, durante la Educación Media, materias relacionadas con las ciencias exactas y formales, lo cual no ocurrió, casi con total probabilidad, con nuestros estudiantes de Historia.

Tenemos que admitir, por tanto, que, a cierto nivel, nuestros estudiantes de Matemáticas deben poseer, al menos, en teoría, una formación lógico-matemática lo suficientemente sólida. Si a esto le añadimos que en el experimento de Inglis y Simpson (2006) es posible observar, como vamos a mostrar más abajo, el recurso a procedimientos metodológicos que, como mínimo, son discutibles, no parece muy apropiado sostener, sin matices, que la causa de nuestros malos resultados se halle, fundamentalmente, en las características particulares de nuestros participantes.

Entendemos también que debe ser tenido en cuenta el hecho de que la regla que utilizamos nosotros (*si en una tarjeta hay una vocal en una cara, entonces hay un número par en la otra*), que es la que mayoritariamente aparece en la literatura de la ciencia cognitiva, no es exactamente la misma que la que emplearon Inglis y Simpson (y que nosotros hemos traducido por *toda tarjeta que tiene una «D» en una cara tiene un «3» en la otra*). Quizás, la regla utilizada por Inglis y Simpson (2006) favoreció a los estudiantes de Matemáticas, ya que puede hacer pensar en un problema o ejercicio visualizable en términos de la teoría de conjuntos e interpretable por medio de relaciones de inclusión (por ejemplo, entendiendo —según las tarjetas de Inglis y Simpson— que el conjunto de las tarjetas con «D» es un subconjunto de las tarjetas con «3» y que, aunque puede darse la combinación «K» y «3», no es posible el par «D» y «7»). Sin embargo, nosotros preferimos inclinarnos por la regla tal y como generalmente es utilizada por los investigadores de la psicología del razonamiento porque deseábamos comprobar si, efectivamente, había una mejor ejecución por parte de los participantes con formación matemática en una versión más fiel a la original utilizada por Wason.

Un problema metodológico importante para nosotros en la investigación de Inglis y Simpson (2006) ya ha sido nombrado. Se trata del relativo a la diferencia de niveles de formación que es posible observar entre sus estudiantes de Matemáticas, algunos de los cuales cursaban sus primeros años de carrera y otros eran alumnos de postgrado. En nuestra opinión, es plausible suponer, por ejemplo, que los estudiantes que eligieron en su experimento el par de tarjetas adecuado desde el punto de vista lógico fueron los que se encontraban en niveles académicos avanzados. Si esto fuera correcto, lo que su estudio revelaría es que, para resolver de manera óptima la tarea de selección de las cuatro tarjetas de Peter Wason, es necesario contar con una formación matemática bastante profunda, y no sólo con la que se ofrece en los primeros años en las universidades. Tal tesis sería consistente con el incremento de selecciones válidas que Inglis y Simpson (2006) notaron entre los profesores de Matemáticas, pero debemos recordar que tal incremento, a pesar de ser significativo, resultó muy modesto, pues ni siquiera la mitad de los profesores eligió el par válido (apenas lo hizo un 43%).

Pero otro elemento dudoso que detectamos en la metodología empleada por Inglis y Simpson (2006) tiene que ver con que sus participantes respondieron a la tarea en línea y a través de internet. Como son conscientes de que este procedimiento puede ser discutible y, aparentemente, poco riguroso, remiten a un trabajo suyo anterior (Inglis y Simpson, 2004) para una discusión más detallada de tal procedimiento. El problema, a nuestro juicio, reside en que, tras la lectura de dicho trabajo, simplemente podemos deducir que, aunque se les preguntó también a los participantes si conocían la tarea, tal pregunta se hizo por medio de correos electrónicos y que, con la intención de evitar que alguno de ellos respondiera en más de una ocasión, se registraron las direcciones IP de sus ordenadores. Ellos mismos admiten que, al emplear esta metodología, no es posible controlar si el participante se encuentra, por ejemplo, en un cibercafé, por lo que, según entendemos, no se puede tener certeza acerca de si el individuo se halla solo y concentrado en una habitación o rodeado de amigos que pueden orientarle y ayudarle en su respuesta. Por consiguiente, consideramos que la metodología utilizada por nosotros fue, en este sentido, más fiable y que el estudio de Inglis y Simpson (2006), como también, claro está, el de Inglis y Simpson (2004), presenta ciertas características que generan dudas y que, en nuestra opinión, podrían haberse evitado.

Obviamente, también cabría suponer que otra posible explicación para nuestros resultados podría ser que nuestros participantes no realizaron el ejercicio con seriedad o que, al menos, no presentaron toda la motivación que hubiera sido deseable para ejecutarlo de manera óptima. Sin embargo, contra este argumento podríamos afirmar que los resultados recogidos por nosotros son consistentes con los habitualmente observados en esta tarea y con los que logró el propio Wason (1966, 1968) en sus versiones iniciales, pues la selección mayoritaria en los dos grupos fue la combinación «A» y «2», es decir, la combinación preferida generalmente por los sujetos que se enfrentan a esta tarea.

Por lo demás, trabajos como, por ejemplo, el de Almor y Sloman (2000) o el de Stenning y Van Lambalgen (2002) parecen demostrar, como se interpreta en López Astorga (2008), que los problemas de la tarea de selección de las cuatro tarjetas no se encuentran directamente relacionados con posibles dificultades de razonamiento que pueden presentar los participantes, sino con el hecho de que se trata de una tarea bastante confusa en la que el grado de abstracción es tan elevado que no se puede garantizar con total seguridad que el sujeto comprenda de modo completamente adecuado sus instrucciones. De hecho, las representaciones mentales que el individuo se construye tras la lectura de las mismas pueden ser distintas a las que correspondería elaborar a partir de una interpretación absolutamente literal del texto. En este sentido, la dificultad intrínseca propia de la tarea de selección puede significar, en la práctica, que esta tarea no es verdaderamente útil para informarnos acerca de la actividad cognitiva humana, ya que el participante puede interpretarla de modos diversos.

Con fines exclusivamente ilustrativos, podemos decir que una interpretación posible podría ser entender la regla no como condicional, sino como bicondicional, creyendo así que la regla implica que, efectivamente, cuando hay una vocal, tiene que haber un número par, pero también que, cuando hay un número par, tiene que haber igualmente en el otro lado de la tarjeta una vocal. Si el participante comprende así la regla, evidentemente, las tarjetas correctas para resolver la tarea no son la «A» y la «3» de la versión de nuestro experimento, sino, como señala Santamaría (1995), las cuatro tarjetas. Tres de nuestros estudiantes de Matemáticas seleccionaron las cuatro tarjetas, por lo que consideramos legítimo pensar que no necesariamente razonaron erróneamente, sino que interpretaron la regla como bicondicional y razonaron adecuadamente a partir de tal interpretación. En cualquier caso, al margen de insistir en que la interpretación bicondicional es sólo una más de entre las posibles que pueden darse ante un escenario tan abstracto como el de la tarea de selección, creemos oportuno reflejar que interesantes discusiones sobre la posible interpretación bicondicional de la regla en las distintas versiones de esta tarea pueden encontrarse, por ejemplo, en Geis y Zwicky (1971) y en Stenning y Van Lambalgen (2001).

Un último aspecto que entendemos que debe ser analizado es el relativo a la idoneidad de considerar la tarea de selección de las cuatro tarjetas de Peter Wason como una evidencia a favor de la teoría dual del razonamiento. Inglis y Simpson (2006), como también Legrenzi (2008), aceptan esta idea sin mayor argumentación, pero nosotros estamos convencidos de que tal aceptación necesita justificaciones más elaboradas. A nuestro juicio, la teoría dual del razonamiento es un importante marco explicativo con enormes potencialidades para describir el ámbito cognitivo humano y, por ello, no cuestionamos sus tesis esenciales. Lo que nos crea ciertas dudas es que, a pesar de que sus defensores sostienen que algunos heurísticos de S1 son innatos y otros adquiridos por experiencia, la mayor parte de los ejemplos propuestos en la literatura hacen referencia a heurísticos adquiridos por aprendizaje, como los diagnósticos clínicos que realizan los médicos y que ignoran la probabilidad de ataque al corazón sin enfermedad coronaria preexistente (Reyna, 2004) o los movimientos intuitivos de piezas por parte de los expertos en ajedrez de los que nos hablan los propios Inglis y Simpson (2006).

En cualquier caso, es obvio que, si los heurísticos de S1 de los estudiantes de Matemáticas se han alterado y ello les permite resolver correctamente la tarea de selección, precisamente, por la acción de la educación matemática recibida (hipótesis A de Inglis y Simpson, 2006), tal educación debería tener vínculos directos con las capacidades necesarias para ejecutar la tarea y, especialmente, con la regla lógica del *modus tollens* comentada más arriba. No obstante, Inglis y Simpson (2006) admiten explícitamente que los resultados de su experimento pueden explicarse porque el *modus tollens* no es un elemento tan básico en la formación matemática como parece. Si esto es así, entendemos que no hay argumentos para sostener la hipótesis A de Inglis y Simpson (2006) y que sólo nos queda como alternativa posible la B, esto es, que los estudiantes de Matemáticas obtienen mejores resultados que la población general al ejecutar la tarea de selección porque presentan una mayor tendencia a utilizar las habilidades de razonamiento analítico de S2. El problema es que no cualquier estudiante de Matemáticas refleja esta tendencia o, al menos, no el estudiante de Matemáticas de cualquier nivel, pues ninguno de nuestros estudiantes eligió las tarjetas lógicamente válidas.

6. CONCLUSIONES

Como se ha mostrado en las páginas precedentes, no parecen existir diferencias entre los resultados en la tarea de selección de estudiantes de Matemáticas y estudiantes de carreras sin contenido matemático. Probablemente, únicamente estamos ante dos posibilidades: o es necesaria una formación más avanzada que la proporcionada en los primeros años de estudios universitarios de Matemáticas o, realmente, la formación matemática no influye en la capacidad para resolver ejercicios lógicos como la tarea de selección de las cuatro tarjetas de Peter Wason. Es posible decantarse, por supuesto, por la primera opción y argumentar que la clave puede residir en el hecho de que nuestros alumnos eran, precisamente, de primer año y que, previsiblemente, trabajando con niveles superiores podrían hallarse mejores niveles de ejecución en los participantes que conforman el grupo de los estudiantes de Matemáticas. Sin embargo, lo que es incuestionable es, como decimos, que la formación matemática recibida hasta el primer año de estudios universitarios vinculados con el área lógico-matemática no parece ser suficiente para resolver adecuadamente ejercicios lógicos como la tarea de selección de Wason.

Por supuesto, también se puede objetar que las conclusiones de nuestro estudio deben circunscribirse exclusivamente a la realidad educativa chilena. Quizás así deba ser, pero, por las razones expuestas más arriba, nosotros no creemos que la causa de la discrepancia entre los resultados de

Inglis y Simpson y los nuestros se hallen necesariamente en las características particulares de nuestros estudiantes. Nuestros estudiantes de Pedagogía en Matemáticas y Computación procedían de distintos centros educativos y todos, al menos, para el nivel deseable para la Educación Media, tenían una cierta formación mínima en el ámbito matemático. No podemos olvidar, en este sentido, que el estudio de Inglis y Simpson presenta problemas metodológicos que, desde nuestro punto de vista, provocan que sus resultados no puedan ser tomados sin reservas. Por tanto, no se puede decir que dispongamos de evidencias concluyentes para sospechar que los estudiantes chilenos reciben una educación matemática diferente a la de otras zonas del planeta y que estas diferencias se traducen en un menor desarrollo de las capacidades para resolver tareas lógicas. Como mínimo, hay que reconocer que éste es un problema abierto.

Por otra parte, si aceptamos los supuestos de la teoría dual del razonamiento, los resultados experimentales obtenidos por nosotros nos muestran que nuestros participantes, tanto en el caso de los estudiantes de Matemáticas como en el de los de Historia, se enfrentaron a la tarea utilizando heurísticos de S1 y que las diferencias en formación matemática entre los dos grupos no significaron operaciones basadas en heurísticos distintos. Dicho de otro modo, en los dos grupos se operó con los mismos heurísticos y con el mismo sistema (S1).

No obstante, un dato muy revelador, a nuestro juicio, es que las selecciones de nuestros participantes, en los dos grupos, fueron congruentes con los resultados presentes en la literatura de la ciencia cognitiva, pues la selección mayoritaria fue la combinación de la tarjeta con la vocal y la tarjeta con el número par. Esto nos puede conducir a explicaciones más simples de esta problemática y que no recurren a la teoría dual, como, por ejemplo, la basada en los trabajos ya nombrados de Almor y Sloman por una parte, Stenning y Van Lambalgen por otra y López Astorga por otra. De esta manera, sin ignorar ni obviar a la teoría dual, se puede decir que quizás la causa de las dificultades se encuentre en la propia tarea, pues no cabe duda de que sus instrucciones se prestan a interpretaciones diversas.

Por lo que a esto se refiere, conviene no olvidar que, como evidencian Almor y Sloman (2000), en el razonamiento sobre la tarea de selección pueden distinguirse dos fases: una previa de procesamiento del texto y otra de razonamiento inferencial propiamente dicho. No debemos confundir estas dos fases, pues corremos el riesgo de deducir que una mala ejecución de la tarea de selección se debe a la ausencia de determinadas capacidades lógicas, cuando, en realidad, obedece a una interpretación alejada de la literalidad de las instrucciones, como nos lo recuerdan todos los autores mencionados en el párrafo precedente.

Ante esto, podemos decir que, incluso en el caso de que los estudiantes de otros países presentaran, en los mismos niveles académicos, mejores habilidades para resolver la tarea de selección (lo cual es bastante discutible a partir de las consideraciones comentadas por nosotros en estas páginas), tales habilidades bien podrían estar relacionadas con capacidades para la comprensión de textos, y no con capacidades para la actividad lógico-inferencial. Es posible que el ámbito lingüístico se encuentre mucho más relacionado con el lógico-matemático de lo que podría, *a priori*, suponerse y que la tarea de selección de las cuatro tarjetas de Peter Wason no mida solamente la capacidad de razonamiento lógico, sino también las destrezas para comprender enunciados abstractos. Y es que podemos, incluso, suponer, que la educación matemática mejora la comprensión de instrucciones basadas en enunciados de este tipo, pero, como hemos comprobado, no necesariamente en los primeros años universitarios de estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almor, A. y Sloman, S. A. (2000). Reasoning versus text processing in the Wason selection task -a non-deontic perspective on perspective effects. *Memory & Cognition*, 28, 1060-1069.

Evans, J. St. B. T. (2003). In two minds: dual-process accounts of reasoning. *Trends in Cognitive Sciences*, 7 (10), 454-459.

Evans, J. St. B. T. y Over, D. E. (1996). *Rationality and reasoning*. Hove: Psychology Press.

Geis, M. C. y Zwicky, A. M. (1971). On invited inferences. *Linguistic Enquiry*, 2, 561-566.

Inglis, M. y Simpson, A. (2004). Mathematicians and the selection task, in Johnsen Hoines, M. y Fuglestad, A. B. (eds) *Proceedings of the 28th International Conference on the Psychology of Mathematics Education*. Bergen, 3, 89-96.

Inglis, M. y Simpson, A. (2006). Characterising mathematical reasoning: studies with the Wason selection task, in Bosch, M. (ed) *Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*. Sant Feliu de Guíxols, 1768-1777.

Legrenzi, P. (2008). *Processi duali nel pensiero*. Venecia: Working Papers, Dipartamento delle Arti e del Disegno Industriale (DADI), enero, Università Iuav di Venezia.

López Astorga, M. (2008). Las cuatro tarjetas y el razonamiento humano. *Ciencia Cognitiva*, 2 (3), 78-80.

López Astorga, M. (2009). ¿Funciona el cerebro de los grandes maestros del ajedrez de manera diferente al de la población general? *Ciencia Cognitiva*, 3 (3), 83-85.

Reyna, V. F. (2004). How people make decisions that involve risk: a dual-processes approach. *Current Directions in Psychological Science*, 13, 60-66.

Santamaría, C. (1995). *Introducción al razonamiento humano*. Madrid: Alianza Editorial.

Skemp, R. R. (1979). *Intelligence, learning and action*. Chichester: John Wiley and Sons.

Stanovich, K. E. y West, R. F. (2000). Individual differences in reasoning: implications for the rationality debate. *Behavioural and Brain Sciences*, 23 (5), 645-726.

Stenning, K. y Van Lambalgen (2001). Semantics as a foundation for psychology: a case study of Wason's selection task. *Journal of Logic, Language and Information*, 10, 273-317.

Stenning, K. y Van Lambalgen, M. (2002). The natural history of hypotheses about the selection task: towards a philosophy of science for investigating human reasoning, in Manktelow, K. y Chung, M. (eds) *Psychology of reasoning: historical and theoretical perspectives*. Londres: Psychology Press, 127-156.

Wason, P. C. (1966). Reasoning, in Foss, B. M. (comp) *New horizons in psychology*. Harmondsworth: Penguin, 135-151.

Wason, P. C. (1968). Reasoning about a rule. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 20, 273-281.

PALABRAS CLAVE

Chile, cognición, lógica matemática, pensamiento lógico, razonamiento

KEY WORDS

Chile, cognition, mathematical logic, logical thinking, reasoning

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES:

Miguel López Astorga, Doctor en Lógica y Filosofía de la Ciencia por la Universidad de Cádiz (España). Grado de Doctor reconocido por la Universidad de Chile. Académico del Instituto de Estudios Humanísticos «Juan Ignacio Molina», Universidad de Talca (Chile). Líneas de investigación: Filosofía de la Educación y Análisis del Conocimiento; Filosofía de la Ciencia Cognitiva; Procesamiento del Lenguaje Natural.

Rodrigo Lagos Vargas, Master en Iniciación a la Investigación en Filosofía, Universidad Autónoma de Barcelona (España).Académico del Departamento de Educación de la Universidad de Los Lagos (Chile).Líneas de investigación: Filosofía de la Educación; Ética.

Dirección de los autores: Departamento de Educación de la Universidad de Los Lagos (Chile)
Avda. Fuchslocher 1305, Osorno (Chile)
E-mail: milopez@ultalca.cl
rodlagos@ulagos.cl

Fecha Recepción del Artículo: 24. Junio. 2010
Fecha Revisión del Artículo: 27. Enero. 2011
Fecha Aceptación del Artículo: 15. Junio. 2011
Fecha Revisión para publicación: 20. Agosto. 2012