

de familia que tenían que obedecer las partículas. Finalmente, la partícula predicha por la teoría y que faltaba, fue descubierta y llamada menos omega.

Parece ser que el camino hacia la unificación final de las fuerzas de la naturaleza tiene que pasar por el descubrimiento del grupo de Lie más adecuado que contenga el producto de los tres grupos de Lie $U_1 \times SU_2 \times SU_3$.

En una carta de Lie al futuro premio Nobel de Literatura Bjørnstjerne Bjørnson dice que sin imaginación es imposible convertirse en matemático y que lo que le ha dado un lugar entre los matemáticos de su tiempo, a pesar de su falta de conocimiento y estilo, ha sido la audacia de su pensamiento.

Convencido de la bondad de su descubrimiento afirmó: «Estoy seguro, absolutamente seguro de que estas teo-

rias serán reconocidas como fundamentales en algún momento del futuro».

El propio Albert Einstein llegó a afirmar que sin sus descubrimientos (los de Lie) no habría sido posible el nacimiento de la Teoría de la Relatividad.

En 1897, la Sociedad físico-matemática de Kazan otorgó por primera vez el premio Lobatchevski, que fue creado en honor del primer matemático ruso que hizo una exposición sistemática de la geometría no euclidiana basada en la negación del postulado de Euclides. Este galardón tenía gran importancia y debía concederse cada cinco años al mejor libro publicado sobre geometría, en particular sobre geometría no euclidiana. Sobre la base de un informe de Felix Klein, muy interesante en sí mismo, el premio fue otorgado a Sophus Lie. ■

MATEMÁTICAS Y OTRAS CIENCIAS

Evolución de la Reflexión Cognitiva en la Universidad

Jorge López Puga
Universidad de Almería

Una de las grandes preguntas que desde hace siglos se viene haciendo la humanidad es si somos capaces de responder *racionalmente* ante las situaciones que se nos presentan en nuestra vida diaria.

En los albores de los años sesenta del siglo pasado la idea de la racionalidad humana fue desafiada [1] y respaldada dos décadas más tarde al demostrarse que las personas tendemos a cometer sesgos sistemáticos que se apartan del formalismo matemático cuando, por ejemplo, se nos pide que estimemos probabilidades en tareas de la vida diaria.

Es más, recientes estudios surgidos en el campo de la neurociencia cognitiva sugieren que nuestro cerebro toma las decisiones hasta siete segundos antes de que seamos conscientes de ellas, relegando el rol del raciocinio humano a un segundo plano y atribuyendo la responsabilidad de nuestras decisiones al complejo funcionamiento de una densa red de estructuras neurales que forman parte de nuestro sistema nervioso. En cualquier caso, sorteando discusiones filosóficas en torno a los conceptos de racionalidad y libre albedrío, me gustaría presentar resultados preliminares de un estudio relativo al efecto que produce la formación universitaria sobre la reflexión cognitiva en el alumnado.

Para evaluar el grado en que evoluciona la reflexión cognitiva en la universidad he utilizado una adaptación al castellano del *Cognitive Reflection Test* [3] o Test de Reflexión Cognitiva (TRC).

Aunque existe una adaptación al castellano de este test [4], la terminología usada parece haberse basado en una traducción demasiado literal y circunscrita al ámbito cultural donde fue desarrollado.



El TRC contiene tres problemas matemáticos diseñados para provocar una respuesta automática y rápida, pero errónea, que podría evitarse reflexionando cuidadosamente sobre el enunciado que se presenta. De este modo, a cada respuesta correcta se da un punto y a las respuestas incorrectas no se les da ninguno, luego la puntuación admisible del test

puede oscilar entre cero (bajo nivel de reflexión cognitiva) y tres (alto nivel de reflexión cognitiva). Los ítems del TRC son los siguientes:

1. Una raqueta y una pelota cuestan 1,10€ en total. La raqueta cuesta 1,00€ más que la pelota. ¿Cuánto cuesta la pelota?
2. Si 5 máquinas tardan 5 minutos en fabricar 5 piezas, ¿cuánto tardarán 100 máquinas en fabricar 100 piezas?
3. En un lago hay una zona cubierta de nenúfares. El área de nenúfares se hace el doble de grande cada día. Si el área de nenúfares tarda 48 días en cubrir el lago entero, ¿cuántos días tardarán los nenúfares en cubrir la mitad del lago?

Aunque estos tres problemas se caracterizan por un contenido explícitamente matemático que podrían resol-

verse exitosamente con un adecuado planteamiento, la mayor parte de las personas tienden a responder automática y erróneamente. Por ejemplo, para responder a la primera de las preguntas se podría plantear el siguiente sistema de ecuaciones de primer grado con dos incógnitas:

$$\begin{aligned} x + y &= 1,10, \\ y &= x + 1, \end{aligned}$$

donde x se refiere al precio de la raqueta e y al de la pelota. Sin embargo, pese a que la respuesta correcta es que la pelota vale 5 céntimos, más de la mitad de los estudiantes universitarios indican que su precio es 10 céntimos [3].

La explicación que se ha dado para legitimar este comportamiento postula la existencia de dos sistemas cognitivos diferenciados que nos permiten razonar adaptativamente. Por un lado, disponemos de un sistema de razonamiento que responde muy rápido, que compromete muy poco a la consciencia y que genera soluciones aproximadamente correctas o *heurísticas*; mientras que, por otro lado, tenemos el sistema de raciocinio más lento y reflexivo que produce soluciones formalmente más correctas o *algorítmicas* [3].

He aplicado el TRC a 40 estudiantes (9 hombres y 31 mujeres) de psicología de la Universidad de Almería de los cuales 29 están en el primer ciclo de esta titulación y los 11 restantes en el segundo.

El TRC se aplicó individualmente en una habitación aislada de ruido y distracciones. Los estudiantes anotaron sus respuestas en una hoja que contenía los tres ítems del TRC.

Los resultados muestran que, aunque la ejecución en el TRC aumenta en función del ciclo de estudios, no existen diferencias estadísticamente significativas en la puntuación del TRC entre los alumnos de primer ciclo (media $\bar{x} = 0,38$ y desviación típica $S_x = 0,68$) y los del segundo ($\bar{x} = 0,64$, $S_x = 0,81$).

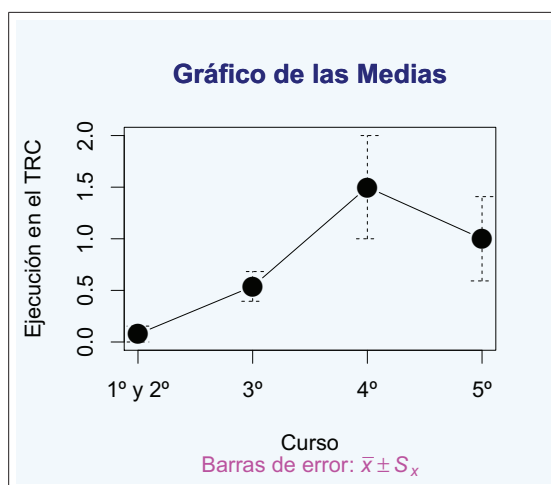


Gráfico de medias del experimento

No obstante, se observó una correlación positiva y estadísticamente significativa entre la ejecución en el TRC y el curso en que se encontraba matriculado el estudiante ($r_s = 0,36$, $p < 0,05$, unilateral). Estos resultados sugieren, aunque de manera exploratoria, que los estudiantes universitarios tienden a ser más reflexivos a medida que avanzan de curso. Este es un resultado deseable en la medida en que la formación universitaria se supone que debería de fomentar un espíritu crítico y racional en los educandos.

No cabe duda de que estos resultados son exploratorios y que han sido observados con un tipo particular de alumnos pero, en cualquier caso, sería interesante evaluar si este patrón es diferente en otras carreras universitarias o si, por el contrario, se produce de manera sistemática en todo tipo de estudiantes universitarios.

Para terminar, me gustaría resaltar la relevancia práctica que tendría estudiar si existe relación entre la puntuación que genera el TRC y la tendencia a crear empresas de base tecnológica.

Dado que recientemente se ha reportado que los emprendedores potenciales tecnológicos son personas optimistas y no-realistas, sería interesante evaluar el grado en que ese optimismo es fruto de un proceso reflexivo o si, por contra, sería el resultado de un esquema de pensamiento racionalmente injustificado. En caso de que el optimismo que muestran estos emprendedores tecnológicos estuviese relacionado con los procesos de reflexión cognitiva se podrían poner en marcha programas de formación específicos que optimizasen la toma de decisiones en el proceso de creación de empresas tecnológicas para evitar así los efectos deletéreos de un optimismo irrealista.

Referencias

- [1] Simon, H. A. (1955). A behavioral model of rational choice. *The Quarterly Journal of Economics*, 69, 99-118.
- [2] Smith, K. (2011, Septiembre 1). Taking aim at free will. *Nature*, 477, 23-25.
- [3] Frederick, S. (2005). Cognitive reflection and decision making. *The Journal of Economic Perspectives*, 19, 25-42.
- [4] González, E. (2011). Análisis de factores implicados en la toma de decisiones en pilotos de aviación general en situaciones de riesgo por meteorología adversa. *Revista del Ilustre Colegio Oficial de Psicólogos de Andalucía Oriental*, 28, 5-21.

