

# ESTÉTICA Y EDUCACIÓN MATEMÁTICA

## Aesthetics and mathematics education

Bosque-Artaza, B. A.<sup>a</sup>, Lupiáñez-Gómez, J. L.<sup>a</sup> y Segovia-Alex, I.<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad de Granada

### Resumen

*Al igual que los aspectos cognitivos y afectivos, los factores estéticos, entendidos estos como aquellas características de las Matemáticas escolares que de alguna manera atraen a los alumnos, influyen en la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas. Este trabajo presenta los resultados de un cuestionario exploratorio circunscrito en un trabajo de investigación que tiene como objetivo conocer los aspectos de las Matemáticas escolares que resultan estéticos para los escolares de Secundaria Obligatoria. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que algunos alumnos son capaces de percibir cualidades estéticas en diversos aspectos de las Matemáticas.*

**Palabras clave:** *estética, cualidades estéticas, matemáticas escolares, educación secundaria.*

### Abstract

*As well as the cognitive and affective aspects, the aesthetic factors, understood as those characteristics of the school Mathematics that in some way attract the students, influence the teaching and learning of Mathematics. This paper presents the results of an exploratory questionnaire circumscribed in a research work that aims to know the aspects of school mathematics that are aesthetic for students in Compulsory Secondary Education. The results obtained show that some students are able to perceive aesthetic qualities in various aspects of Mathematics.*

**Keywords:** *aesthetics, aesthetic qualities, school mathematics, secondary education.*

### INTRODUCCIÓN

Está por alcanzar el objetivo de la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) del Ministerio de Educación y Ciencia (2013) de reducir la tasa de abandono escolar en España, situada en el 19%, mientras que la media comunitaria es de un 10,7% (Subdirección de Estadística y Estudios del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2017). Por otro lado, investigaciones realizadas desde un punto de vista psicológico muestran que la ansiedad y las respuestas afectivas juegan un papel esencial en la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas (Pérez-Tyteca et al., 2009) y que un círculo vicioso cognitivo-afectivo subyace en el rechazo a esta materia (Alonso, Sáez y Picos, 2004).

En referencia a la Estética, la experiencia de la belleza, en muchas ocasiones ha supuesto un factor para la elección de las carreras profesionales de científicos relevantes de diferentes ramas (Root-Berstein, 2002). Matemáticos como Poincaré (1908/1956) piensan que la estética es un factor primordial en el pensamiento matemático (citado en Sinclair, 2009). Esta visión contrasta con los valores asociados en general a las Matemáticas como “fijas, inmutables, abstractas y no relacionadas con la realidad; un misterio accesible a pocos; una colección de reglas y de hechos que deben ser recordados, etc.” (Gómez-Chacón, 2005, p. 286) que no favorecen una actitud positiva hacia su estudio por parte del alumnado. Nuestro interés por conocer el papel que las consideraciones estéticas juegan en la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas nace de entender que dichas consideraciones podrían ayudar, como señala Brinkmann (2009), a mejorar la actitud que muchos estudiantes tienen hacia esta materia, de forma que la asignatura de Matemáticas

contribuya a reducir las tasas de abandono en la Secundaria Obligatoria. Por tanto, el objetivo de esta investigación es conocer los aspectos de las Matemáticas escolares que resultan estéticos para los estudiantes de esta etapa educativa.

## MARCO TEÓRICO

Según la Real Academia de la Lengua, la Estética es la ciencia que trata de la belleza y de la teoría filosófica del Arte. La Estética también se puede entender de una manera más amplia, ya que los valores estéticos y los juicios de valor referidos a éstos se dan en todos los ámbitos de la vida humana (García, 2000).

Siguiendo las explicaciones de Honderich (2001), un objeto tiene valor estético si es capaz de provocar en el sujeto ciertas respuestas que den lugar a una experiencia que se pueda calificar de estética porque produzca una cierta satisfacción al contemplar o experimentar el objeto. Dicha satisfacción vincularía la Estética con la afectividad, siendo la respuesta afectiva el mecanismo que usa nuestra mente para registrar la experiencia estética. La Estética empírica entiende que la experiencia estética surge de la interacción de un objeto u entidad, un sujeto y una situación (Jacobsen, 2006).

En el terreno de las Matemáticas no existe ninguna teoría general de la Estética, sin embargo, muchos expertos han descrito teoremas y demostraciones matemáticas en términos estéticos (Sinclair, 2009). Poincaré (1908/1956) considera que el trabajo matemático se da a nivel subconsciente y que una especial sensibilidad estética permite seleccionar las mejores ideas (citado en Sinclair, 2006). Durán (2001) encuentra que los objetos matemáticos poseedores del valor estético del que habla Honderich son los razonamientos matemáticos, pero que estos requieren de estudio y análisis, dado que no poseemos un sentido que nos permita su percepción. Igualmente, Wechsler (1978) entiende que si bien lo estético es lo percibido por los sentidos, existen relaciones separadas de su sustrato perceptivo que siguen sujetas a consideraciones estéticas que juegan un papel generador de pautas y guías que afectan a la forma, desarrollo y adecuación de las expresiones científicas. Además, la comprensión de ideas, de principios y de procesos de resolución de problemas provoca una clase de reacción que podemos calificar de deleite estético.

Respecto a las características de las Matemáticas expresadas por distintos matemáticos al referirse a la belleza matemática, la Tabla 1 recoge las cualidades estéticas propuestas por diversos autores y las entidades matemáticas a las que éstas se refieren. La intención de esta selección es proporcionar una muestra de las cualidades estéticas y las entidades matemáticas a las que se refieren los matemáticos profesionales.

Tabla 1. Cualidades estéticas de entidades matemáticas propuestas por matemáticos profesionales

	Entidades	Cualidades estéticas		
Dreyfus y Eisenberg (1986)	Argumentos	Simplicidad	Concisión	Claridad
Durán (2001)	Razonamientos	Generalidad Economía	Sorpresa Inevitabilidad	Profundidad
De Guzmán (2003)	Teoremas	Generalidad Economía de pensamiento	Seriedad Profundidad Inevitabilidad	Transparencia Belleza visual Adecuación
Ernest (2015)	Teoremas Conceptos Métodos Pruebas Teorías Aplicaciones Modelos	Generalización, abstracción, potencial; Economía, simplicidad, elegancia; Sorpresa, sagacidad, ingenio; Lógica, rigor, razonamiento y deducción estrictos, pensamiento puro; Interconexión, vínculos, rigurosidad; Patrón, estructura, simetría, regularidad, diseño visual; Aplicabilidad, posibilidad de modelado, generalidad empírica		

La aproximación pragmática a la Estética Matemática se ha centrado en la valoración de la práctica matemática de la investigación. El modelo tripartito del papel de la Estética diseñado por Sinclair (2004; citado en Sinclair, 2006) describe como los valores estéticos juegan: un papel motivador para elegir la investigación entre los diversos campos de la Matemática; otro, generador de ideas e hipótesis durante la investigación; y otro, evaluador de los productos matemáticos obtenidos.

En relación al objetivo de esta investigación, dentro del campo de la Educación Matemática, desde algunos trabajos se ha interpretado que los alumnos no son capaces de consideraciones estéticas, si son comparadas éstas con las que haría un matemático profesional, ya que para poder hacer juicios estéticos correctos se debe tener un cierto nivel de conocimientos previos (Poincaré, 1908/1956; citado en Sinclair, 2006; Dreyfus y Eisenberg, 1986; Brinkmann, 2009). Sin embargo, existen otros trabajos de investigación que han mostrado que los no expertos en Matemáticas pueden dejarse guiar por consideraciones estéticas que les conduzcan a soluciones de problemas y que son capaces de valorar cualidades estéticas que también valorarían los matemáticos profesionales (Papert, 1978; Brown, 1973; citados en Sinclair, 2006).

Sinclair (2006), por su parte, aplica su modelo tripartito del papel de la Estética en la investigación matemática a la resolución de problemas en el aula, comprobando que los estudiantes usan valores estéticos para: elegir problemas (simplicidad aparente, sorpresa, aplicabilidad de los problemas a la experiencia y atractivo visual), generar conjeturas (simplicidad, precisión, exactitud, simetría) y evaluar soluciones (generalizables, novedosas, claras y transparentes, visualmente atractivas). Hay casos en los que estos valores coinciden con algunos de los valores estéticos entendidos como matemáticos, por ejemplo, la utilidad, el atractivo visual y la sorpresa.

Los trabajos mencionados sobre Estética en Educación Matemática consisten en resolver problemas (Papert, 1978; Sinclair, 2001; Brown, 1973; citados en Sinclair, 2006) o en responder a un cuestionario sobre tipos de problemas (Brinkmann, 2009). En todos ellos, los alumnos parecen manifestar, con mayor o menor desacuerdo entre ellos, una apreciación de las características a las que apuntan los autores citados. Como señala Sinclair (2009), nuevas perspectivas sobre la Estética sugieren que lo importante, más allá de tendencias y preferencias particulares, es que todo el mundo manifiesta tener unas tendencias estéticas en general y que todo el mundo las usa continua y principalmente para dar sentido a su mundo. Por tanto, respecto a las investigaciones anteriores, este trabajo pretende, y así lo esperamos, por una parte, ampliar los aspectos de las Matemáticas escolares, a parte de los problemas y su resolución, sobre los cuales los alumnos manifiesten una apreciación estética, teniendo en cuenta, también, la valoración que hacen del contexto escolar en el que se da el aprendizaje y, por otra parte, caracterizar las cualidades estéticas que les asocian, relacionándolas con las manifestadas por los matemáticos profesionales.

Tatarkiewicz (2006) indica que la cualidad de estético se refiere a todo aquello que gusta, que atrae o despierta admiración. Además, el desinterés estético, en el sentido de que la apreciación de la belleza no debía esconder ningún interés utilitario, ha sido considerado un requisito para que se diese una experiencia estética (Honderich, 2001). Sin embargo, Wells (1990) encontró que en la valoración de los méritos estéticos en las Matemáticas entran muchos factores en juego, entre ellos los campos de interés de los sujetos. Atendiendo a todo ello, los objetivos específicos de esta investigación son conocer: a) las razones por las que las Matemáticas escolares interesan y gustan a los estudiantes, b) cómo el contexto escolar puede influir en el gusto hacia las Matemáticas y c) qué temas y actividades de Matemáticas gustan y porqué.

## **METODOLOGÍA**

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados elaboramos un cuestionario que recoge información de los gustos de alumnos de Secundaria Obligatoria hacia aspectos de las Matemáticas escolares.

## Muestra

Debido a razones de intencionalidad o conveniencia (Cohen, Manion y Rodríguez, 1990), en la encuesta han participado 33 alumnos de 4º curso de ESO de un centro religioso concertado de Portugalete (Vizcaya) con un nivel socio-económico medio-bajo. Los alumnos cursan Matemáticas Orientadas a las Enseñanzas Académicas. De los 33 alumnos, 17 alumnos pertenecen a un grupo y 16 a otro. Estos dos grupos tienen una composición de alumnado con características similares, en cuanto a poder adquisitivo, procedencia y nivel académico, siendo ambos bastante variados.

## Instrumento de recogida de datos

El cuestionario elaborado consta de tres partes que buscan responder a los objetivos planteados; la primera, *Interés y gusto por las Matemáticas y las clases de Matemáticas*, incluye tres cuestiones. A través de la primera pregunta (*¿Te interesan las matemáticas?*) queremos saber, siguiendo las consideraciones sobre el desinterés que apunta Honderich (2001), si a alguno de los entrevistados le interesan las Matemáticas, más allá de la necesidad de aprobar la asignatura. La segunda pregunta (*¿Te gustan las matemáticas?*) pudiera parecer igual que la primera, pero tiene un sentido diferente, ya que puede ocurrir que a alguien le gusten las Matemáticas, pero que no sean uno de sus centros de interés. Mediante la tercera pregunta (*En general, ¿te gustan las clases de Matemáticas?*) queremos saber cuál es la percepción general del alumnado respecto a las clases de Matemáticas.

El objeto de la segunda parte del cuestionario, *Gusto por lo escolar*, es poner en contexto el interés y/o gusto por las Matemáticas del alumnado siguiendo la premisa de la Estética Empírica según la cual, la experiencia estética surge de la interacción de un objeto u entidad, un sujeto y una situación (Jacobsen, 2006). Mediante las cuestiones cuarta y quinta (*“En general, ¿te gusta el instituto?”* y *“En general, ¿te gustan las clases?”*) se busca saber cuál es la actitud de las personas entrevistadas hacia la institución académica y de qué forma esta actitud se puede relacionar con el gusto hacia las Matemáticas. Las cuestiones 2), 3), 4) y 5) dan a elegir como respuestas *“a) Sí, porque...”* y *“b) No, porque...”*, pudiendo explicitar alguna particularidad del aspecto sobre el que se pregunta.

La tercera parte del cuestionario, *Gustos relativos a temas y actividades y/o ejercicios de Matemáticas*, indaga el gusto en asuntos más concretos. Las preguntas sexta (*¿Qué temas de matemáticas te gustan?*), séptima (*¿Qué temas de matemáticas no te gustan?*), octava (*¿Qué tipos de actividades y/o ejercicios de matemáticas te gustan?*) y novena (*¿Qué tipo de actividades y/o ejercicios de matemáticas no te gustan?*) buscan averiguar qué cualidades del contenido y de las actividades de Matemáticas son o no del gusto del alumnado y por qué, y en qué medida están relacionadas con las cualidades estéticas mencionadas en la Tabla 1.

## Recogida y análisis de datos

La recogida de datos se realizó a través de un formulario en línea, al que accedían los alumnos mediante un enlace en el blog del aula, perteneciente a la plataforma *Educamos* del grupo SM. Las respuestas se exportaron a una hoja de cálculo. Después, a cada uno de los alumnos se le atribuyó un código específico según el orden en el que acabaron de responder al cuestionario ( $C_i, 1 \leq i \leq 33$ ).

En primer lugar, se hizo el cómputo de respuestas positivas y negativas dadas a cada cuestión codificadas como P1: interés por las Matemáticas; P2: gusto por las Matemáticas; P3: gusto por las clases de Matemáticas; P4: gusto por el instituto; P5: gusto por las clases. En segundo lugar, hicimos un recuento, para cada estudiante, de las respuestas afirmativas y negativas dadas a cada cuestión. En tercer lugar, mediante el análisis de las respuestas dadas extrajimos las palabras y expresiones que justifican el interés y el gusto por el aspecto en cuestión y las agrupamos en las categorías correspondientes que se extrajeron de manera inductiva. Seguidamente, relacionamos las cualidades estéticas asociadas a diversas entidades matemáticas señaladas por matemáticos profesionales que aparecen en la Tabla 1 con las categorías extraídas para ver en qué medida los alumnos y los expertos perciben cualidades estéticas similares. Esta relación se fundamenta en la

caracterización de las cualidades propuestas por los autores mencionados. Finalmente, analizamos las categorías para responder a las cuestiones recogidas en los objetivos y deducir los resultados.

## RESULTADOS

Los resultados del recuento de las respuestas a cada cuestión aparecen en la Tabla 2.

Tabla 2. Recuentos de respuestas a cada cuestión

	P1: Interesan		P2: Gustan		P3: Clases de Matemáticas		P4: Instituto		P5: Clases en general	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Sí	25	76%	23	70%	27	82%	20	61%	18	55%
No	8	24%	10	30%	6	18%	13	39%	15	45%

### Interés y gusto por las Matemáticas y las clases de Matemáticas

En todos los ítems es mayor el porcentaje de alumnado al que le interesan y le gustan las Matemáticas y las clases de Matemáticas, respecto al porcentaje de a los que ni les interesan, ni les gustan las Matemáticas, ni las clases de Matemáticas. Las razones dadas podemos categorizarlas como: la utilidad, la lógica matemática, el gusto por razonar y que son entretenidas.

Así mismo, se puede observar que a 25 personas les interesan las Matemáticas y a 23 les gustan, con lo cual hay dos personas a las que les interesan pero no les gustan. Una no responde a lo que se le pregunta. A la otra le interesan las Matemáticas porque considera “*que es importante saber ciertas cosas de ellas para aplicarlas en nuestro día a día...*” pero no le gustan porque “*siempre me ha costado entenderlas. Al final consigo entenderlo y suelo sacar el examen con buena nota, pero en general no me gustan...*”. También se recoge que personas que afirman estar interesadas en las Matemáticas por ser necesarias en el día a día (C5, C10, C11, C22) y por ser útiles (C12, C15, C16), afirman que les gustan porque le gusta razonar (C5), porque “*cuando me salen bien es satisfactorio*” (C15) y por ser entretenidas (C22, C16).

Otro hecho significativo es que hay 3 personas a las que a pesar de ni interesarles, ni gustarles las Matemáticas porque: no las entienden (1/3); porque se les dan mal (3/3); porque son difíciles (1/3), sin embargo, les gustan las clases de Matemáticas porque: las clases son amenas y rápidas (2/3); porque las Matemáticas te ayuda a comprender las cosas con lógica (1/3).

Tabla 3. Categorías de interés y gusto por las Matemáticas y las clases de Matemáticas

		SI		NO		
		N	%	N	%	
P1: Interesan	Necesarias para el día a día	4/25	16%	No gustan	3/8	38%
	Entretenidas y divertidas	4/25	16%	No entender	3/8	38%
	Lógicas y hacer pensar	4/25	16%	No capacidad	2/8	25%
P2: Gustan	Gusta razonar	6/23	26%	No capacidad o habilidad	6/10	30%
	Interesantes	5/23	22%	Lo difícil, lo lioso y lo complejo	2/10	20%
	Entretenidas	4/23	17%	No entender	5/23	22%
P3: Clases de Matemáticas					2/10	20%
	Pasarlo bien, clases amenas, divertidas y entretenidas	14/27	52%	Aburrimiento	4/6	67%
	Profesora	2/6	33%		2/27	7%
	Aprender cosas nuevas	10/27	37%	Sentirse mal	3/6	50%
	Hacerse las clases cortas, pasarse el tiempo volando	6/27	22%	Teoría	8/27	30%

La Tabla 3 muestra las categorías correspondientes a las cuestiones de la primera parte del cuestionario con los valores absolutos y porcentajes del número de alumnos cuyas respuestas están

incluidas en dichas categorías. En las cuestiones P2 y P3, ocurre que algunas razones por las que hay aspectos de las Matemáticas y de las clases de Matemáticas que no les gustan a los alumnos que les gustan las Matemáticas y las clases de las Matemáticas coinciden con las razones por las que a otros alumnos no les gustan las Matemáticas ni las clases de Matemáticas y viceversa. Por esta razón algunas categorías tienen dos porcentajes diferentes.

Algunas de las categorías extraídas de las respuestas de los alumnos podrían relacionarse con las cualidades estéticas que los matemáticos profesionales adjudican a las entidades matemáticas como se recoge en la Tabla 4.

Tabla 4. Relación entre categorías extraídas de los alumnos y cualidades estéticas

Categorías (alumnos)	Cualidad estética (matemáticos)
Necesarias para el día a día	Aplicabilidad, posibilidad de modelado, generalidad empírica
Lógicas	Profundidad
Hacer pensar	Lógica, rigor, razonamiento y deducción estrictos,
Gusta razonar	pensamiento puro
Interesantes	Sorpresa, sagacidad, ingenio
Entretenidas y divertidas	Patrón, estructura, simetría, regularidad, diseño
Pasarlo bien, clases amenas, divertidas y entretenidas	visual
Aprender cosas nuevas e interesantes	Sorpresa
Lo difícil, lo lioso y lo complejo	Transparencia
	Economía, simplicidad, elegancia

### Gusto por lo escolar

Respecto a la influencia que el contexto escolar pudiera tener sobre el interés y el gusto por las Matemáticas y las clases de Matemáticas, nos encontramos con gran variedad de situaciones.

De los 15 alumnos a los que les gusta el instituto y las clases en general tenemos: 9 alumnos a los que les interesan y les gustan las Matemáticas y las clases de Matemáticas; 1 alumno al que ni le interesan, ni le gustan ni las Matemáticas ni las clases de Matemáticas; y 5 alumnos a los que o no les interesan o no les gustan las Matemáticas o las clases de Matemáticas.

De los 10 alumnos a los que no les gusta ni el instituto ni las clases en general tenemos: 6 alumnos a los que les interesan y les gustan las Matemáticas y las clases de Matemáticas; 2 alumnos a los que ni les interesan ni les gustan las Matemáticas ni las clases de Matemáticas; y otros 2 alumnos a los que les interesa y gusta solo algún aspecto.

Finalmente, hay 8 alumnos a los que o les gusta el instituto pero no las clases y viceversa, de los cuales a 4 les interesan y gustan las Matemáticas y las clases de Matemáticas, mientras que a los otros cuatro les interesa o gusta solo algún aspecto.

Por otro lado, hay 12 alumnos a los que a pesar de no gustarles las clases en general, sí que les gustan las clases de Matemáticas. Las razones dadas por estos alumnos por las que no les gustan las clases en general son: que se aburren (4/12), que las clases son un coñazo, una chapa, no sirven para nada, inútiles (4/12), son repetitivas (1/12), los horarios son prolongados (1/12) y los profesores (1/12). Sin embargo, hay algunos aspectos de las clases que sí les gustan: las clases de asignaturas teóricas y prácticas (Matemáticas, Física e Inglés) (3/12), lo que resulta divertido y ameno y además aprendes (Sociales, Lengua, otras dinámicas, “actividades didácticas”) (2/12), las horas en las que hablan todos juntos (1/12) y los compañeros (1/12). Las razones por las que les gustan las clases de Matemáticas son: porque lo pasan bien (4/12), porque aprenden cosas nuevas (4/12), por la profesora (4/12), porque son prácticas (1/12), participativas (1/12), se hacen cortas, el tiempo pasa rápido (1/12) y porque les hacen pensar (1/12). Hay dos alumnos que manifiestan que les gusta

todo, al resto hay algunos aspectos de las clases de Matemáticas que no les gustan: la teoría (5/12), el aburrimiento cuando explican (1/12) y cuando hay que hacer problemas (1/12), el hacer problemas porque no se les dan bien (2/12) y la Geometría porque hay que memorizar (1/12).

En todos los casos anteriores se puede apreciar que el interés y gusto por las Matemáticas puede darse a pesar de que no gusten ni el instituto ni las clases en general, con lo cual el gusto por las Matemáticas puede ser un factor que ayude a reducir la tasa de abandono escolar.

### **Gustos relativos a temas y actividades y/o ejercicios de Matemáticas**

El tema que más alumnos han dicho que les gusta es el de Ecuaciones y Sistemas de ecuaciones (14/33) y las razones dadas para ello son; que se les da bien (4/14); que es divertido, entretenido, ameno (4/14); ser fácil (1/14); ser útil para resolver problemas (1/14). A cuatro personas no les gusta este tema y tres de ellas dicen que no les gusta porque no se les da bien. A estas tres personas, sin embargo, les gustan respectivamente: Ruffini, porque se le da bien; la Estadística porque es de escribir; y la Geometría porque le gustan las figuras.

El siguiente tema que más gusta es los Polinomios (4/33). Las razones dadas son: porque se les da bien (2/4); porque lo entiende (1/4) y por ser fácil (1/4). Este tema solo una persona ha dicho que no le gusta porque se le da mal por ser despistada y equivocarse en los signos.

Los Problemas gustan a cuatro personas y las razones dadas son: cuestiones relacionadas con la tarea (3/4) como que les gusta razonar e interpretar el problema; por ser útil para la vida cotidiana (1/4); porque se le da bien (1/4); porque no hay que memorizar (1/4). Sin embargo, por otro lado los Problemas es el tema que menos gusta de Matemáticas (9/33). Las razones dadas son: por ser difíciles, costosos y problemáticos (3/9); por no entender (2/9); porque se les dan mal (2/9); porque tienen que usar ecuaciones (2/9); por aburrimiento (1/9); porque les lleva mucho tiempo (1/9).

La Geometría es el siguiente tema que menos gusta (5/33). Las razones dadas son: porque se les da mal (2/5); por ser aburrido (1/5) y porque hace falta memorizar (1/5). Por otro lado, este tema gusta a tres personas y las razones dadas son: por ser amena (1/3) y porque le gustan las figuras (1/3). La otra persona no justifica porque le gusta.

El tipo de actividades que más alumnos han dicho que les gusta son las de Ecuaciones y Sistemas de ecuaciones (6/33). Las razones dadas por los alumnos son: porque se les dan bien (2/6); por ser divertido y entretenido (2/6). Otras dos personas no justifican porque les gusta. Hay a dos personas a las que no les gustan las actividades sobre ecuaciones, una porque no las entiende y otra no lo justifica.

El siguiente tipo de actividades que más gusta son los Problemas (4/33). Las razones dadas son: porque le gusta razonar y ver como los enfocan y plantean otras personas (1/4); porque le gusta formularlos (1/4). Sin embargo, hay ocho alumnos a los que no les gustan las actividades de problemas. Las razones dadas son: que se les dan mal (2/8), hay algunos problemas que no entiende (1/8); algunos problemas parecen muy difíciles de hacer (1/8).

Solo una persona de las tres personas a las que les gustan las actividades sobre Polinomios ha justificado porque le gustan; dice que le gusta Ruffini porque es entretenido. Una persona ha dicho que no le gustan las actividades sobre divisiones algebraicas, pero no lo justifica. Respecto a las actividades sobre Operaciones, de las tres personas a las que les gustan: una dice que le gusta el cálculo mental; otra dice que le parece fácil y entretenido hacer operaciones. Hay dos personas a las que no les gustan los cálculos, a una le resulta difícil y a otra no le gustan porque piensa que es lenta.

Las actividades de Geometría no gustan a tres personas: a una porque se lían con las formulas y no le parecen útiles, a otra porque se necesita memorizar y otra persona no lo justifica. Sin embargo, a otra persona le gustan las actividades sobre Geometría porque le gusta medir cosas.

## **DISCUSIÓN**

### **Interés y gusto por las Matemáticas y las clases de Matemáticas**

Podemos afirmar que en el caso de este estudio existe mayoritariamente interés y gusto por las mismas, así como por las clases de Matemáticas. Las razones dadas son la utilidad de las Matemáticas, el gusto por la lógica y el razonamiento matemático y porque son entretenidas. Parece que para el alumnado de este nivel de enseñanza, “las Matemáticas” son equivalentes a “la asignatura de Matemáticas” y ésta lo es a “las clases de Matemáticas”, por tanto si las clases son divertidas y amenas, entonces las Matemáticas son divertidas y amenas. Así pues, en el gusto por las clases un factor importante es el profesorado. Otro factor es la percepción del paso rápido del tiempo durante las clases. Esto último podríamos relacionarlo con las características de una experiencia estética, según Urmeneta (2008), determinadas experiencias estéticas podrían modificar determinadas representaciones temporales.

Por el contrario, como señalan Alonso et al. (2004), el hecho de no entender o de sentir que no se tiene capacidad para la asignatura lleva a un rechazo a la misma. Lo que no gusta de las Matemáticas es lo percibido como lioso, difícil y complejo. En consonancia, lo que no gusta de las clases de las Matemáticas es el aburrimiento y sentirse mal. Tampoco gusta la teoría, lo que lleva a concluir que hay algunos alumnos que no perciben la belleza de las demostraciones, contrariamente a lo que les ocurre a los matemáticos profesionales, como sugerían Poincaré (1908/1956; citado en Sinclair, 2006), Dreyfus y Eisenberg (1986) y Brinkmann (2009).

Mayoritariamente, a los alumnos que les interesan las Matemáticas también les gustan las Matemáticas y viceversa, poniéndose de manifiesto como indicaba Wells (1990) que los campos de interés de los sujetos condicionan las valoraciones estéticas en las Matemáticas. Pero en algún caso, el hecho de no entender puede dar lugar a que a pesar de mostrar interés hacia las Matemáticas al alumno no le gusten. Por otro lado, contrariamente a lo indicado en Honderich (2001) sobre la necesidad de una falta de interés utilitario para percibir la belleza, el hecho de mostrar un interés utilitario hacia las Matemáticas, en el sentido de considerarlas necesarias en el día a día y útiles, no invalida el gusto por las Matemáticas debido a cualidades como que gusta razonar, que producen satisfacción y que son entretenidas, alejadas estas últimas razones de una utilidad inmediata.

Por último, puede darse la situación de que a alumnos que ni les interesan ni les gustan las Matemáticas, sin embargo tengan un buen rendimiento porque les gustan las clases de Matemáticas e incluso que lleguen a valorar alguna de las cualidades de las Matemáticas que podríamos considerar estéticas. En este caso, la lógica, es decir, la lógica, el rigor, el razonamiento y la deducción estrictos, el pensamiento puro (Ernest, 2015).

### **Interés y gusto por el instituto y las clases en general**

Aunque el hecho de que no guste lo escolar no es un condicionante para el interés ni para el gusto por las Matemáticas o las clases de Matemáticas, parece más probable que interesen y gusten las Matemáticas y las clases de Matemáticas si hay gusto por el ámbito escolar y las clases en general, poniéndose de manifiesto las tesis de Jacobsen (2006) de que en la experiencia estética entran en juego un sujeto, un objeto y una situación.

Que las Matemáticas podrían ayudar a reducir el abandono escolar se refleja en que hay 12 alumnos a los que a pesar de no gustarles las clases en general, porque les aburren las explicaciones, si que les gustan las clases de Matemáticas porque lo pasan bien en clase gracias a la profesora y por la sensación de aprender cosas nuevas, lo cual nuevamente se corresponde con el papel de la situación señalado por Jacobsen, anteriormente comentado.

## **Gustos relativos a temas y actividades y/o ejercicios de Matemáticas**

Es interesante comprobar que para los alumnos no es clara la distinción entre temas de Matemáticas y tipos de actividades de Matemáticas.

Un factor decisivo para que guste un tema de Matemáticas es que los alumnos sientan que se les da bien (Ecuaciones, Polinomios), que les resulte ameno (Ecuaciones, Geometría, Fracciones) y les resulte fácil (Ecuaciones, Polinomios, Estadística). Igualmente, un tema no gusta si el alumnado siente que: no se le da bien (Ecuaciones, Polinomios, Problemas, Geometría, Fracciones), el tema aburre (Problemas, Geometría, Estadística) y el tema es difícil, complicado (Problemas, Fracciones, Estadística). De estas razones, la facilidad por la que gustan las Ecuaciones, Polinomios y Estadística parece relacionarse con el gusto por la simplicidad, la concisión y la claridad que valoran Dreyfus y Eisenberg (1986) en los argumentos matemáticos, siendo también éstos los valores en positivo de lo difícil y complicado que no les gusta a los alumnos, en el caso de Problemas, Fracciones y Estadística.

A un alumno le gusta la Geometría porque le gustan las figuras, lo cual puede relacionarse con la cualidad de belleza visual mencionada por De Guzmán (2003). En el caso del tema de Ecuaciones, un alumno ha mencionado que le gustan porque son útiles para resolver problemas y en el tema de Problemas, otro alumno indica que le gustan por ser útiles para la vida cotidiana. Estas razones se pueden relacionar con la aplicabilidad a la que se refiere Ernest (2015). Bosque, Segovia y Lupiáñez (2017) encontraron que junto a la simplicidad y el interés del tema, las aplicaciones en la vida real es una de las características más valoradas en la resolución de problemas.

Nuevamente, un tipo de actividades gusta si los alumnos: perciben que se les dan bien (Ecuaciones, Estadística), lo encuentran entretenido (Ecuaciones, Polinomios, Aritmética/Cálculos), lo encuentran fácil (Aritmética/Cálculos, Estadística). Podemos ver que las razones por las que les gusta un determinado tipo de actividades son prácticamente las mismas por las que les gusta un determinado tema. En cuanto a las actividades que no les gustan, la única razón que se ha repetido ha sido: no entienden (Ecuaciones, Problemas).

El hecho de que para que les guste un tema o un tipo de actividades, los alumnos tengan que sentir que se les da bien, parece relacionarse con la necesidad, que apunta Brinkmann (2009), de que en la resolución de problemas, el alumno sienta que tiene alguna posibilidad de resolverlos para que los perciba como bonitos.

Respecto a la Geometría, una razón por la que gustan las actividades es que gusta medir cosas, lo cual se puede relacionar con la aplicabilidad a la experiencia como criterio estético del que habla Sinclair (2006) respecto a la elección de problemas. Finalmente, las razones dadas para que gusten los Problemas se refieren a las habilidades que requieren: porque gusta razonar y ver cómo los enfocan y plantean otras personas y porque gusta formularlos. Este gusto por formular problemas está relacionado con la que De Guzmán (2003) entiende como la más fundamental de las características de las Matemáticas que dan lugar a lo que se entiende como belleza matemática, que sería la sorpresa y admiración que se produce al contemplar la armonía de los objetos matemáticos que son producto de la matematización de la naturaleza.

Por último, podemos concluir que este estudio pone de manifiesto que algunos alumnos son capaces de percibir cualidades estéticas en las Matemáticas, aunque quedaría por ver, en el caso de los alumnos que no las perciben, en qué medida desde la enseñanza se puede promover esta visión.

## **Agradecimientos**

Este trabajo se sustenta en el proyecto EDU2015-70565-P del Ministerio de Economía y Competitividad.

## Referencias

- Alonso, S. H., Sáez, A. M. y Picos, A. P. (2004). ¿Por qué se rechazan las matemáticas? Análisis evolutivo y multivariante de actitudes relevantes hacia las matemáticas. *Revista de educación*, 334, 75-95.
- Bosque, B., Segovia Alex, I. y Lupiáñez, J. L. (2017). Exploración del papel de la estética en la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas. *PNA*, 12(1), 1-25.
- Brinkmann, A. (2009). Mathematical beauty and its characteristics. A study of the students' points of view. *The Montana Mathematics Enthusiast*, 6(3), 365-380.
- Cohen, L., Manion, L. y Rodríguez, M. A. C. (1990). *Métodos de investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- De Guzmán, M. (2003). Los goces estéticos del quehacer matemático. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 97(2), 351.
- Dreyfus, T., y Eisenberg, T. (1986). On the aesthetics of mathematical thought. *For the learning of Mathematics*, 6(1), 2-10.
- Durán, A. J. (2001). El valor estético de las Matemáticas. *Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 4(2), 329-354.
- Ernest, P. (2015). Mathematics and Beauty. *Mathematics Teaching*, 248, 23-27
- García, P. (2000). *Diccionario filosófico. Manual de materialismo filosófico. Una introducción analítica*. Oviedo: Pentalfa.
- Gómez-Chacón, I. M. (2005). Valores y conocimiento matemático: la belleza matemática. *Diálogo filosófico*, 62, 285-306.
- Honderich, T. (2001). *Enciclopedia Oxford de filosofía*. Londres: Oxford University Press.
- Jacobsen, T. (2006). Bridging the Arts and Sciences: A Framework for the Psychology of Aesthetics. *Leonardo*, 39(2), 155-162.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), *BOE*, 10. Recuperado de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-12886>
- Pérez-Tyteca, P., Martínez, E. C., Alex, I. S., Martínez, E. C., García, F. F. y Cano, F. (2009). El Papel de la Ansiedad Matemática en el Paso de la Educación Secundaria a la Educación Universitaria. *PNA*, 4(1), 23-35.
- Root-Bernstein, R. S. (2002). Aesthetic cognition. *International Studies in the Philosophy of Science*, 16(1), 61-77.
- Sinclair, N. (2006). *Mathematics and beauty: Aesthetic approaches to teaching children*. New York: Teachers College Pr.
- Sinclair, N. (2009). Aesthetics as a liberating force in mathematics education? *ZDM*, 41(1-2), 45.
- Subdirección de Estadística y estudios del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2017). Recuperado de <https://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/ca/estadisticas/educacion/indicadores-publicaciones-sintesis/datos-cifras.html>
- Tatarkiewicz, W. (2006). *Historia de seis ideas* (Francisco Rodríguez Martín, trad.). Madrid: Tecnos/Alianza Editorial. (Obra original publicada en 1987).
- Urmeneta, V. H. (2008). Tiempo y experiencia estética. Una aportación desde el pensamiento sociológico. En I. Mendiola (Ed.), *Textos y pretextos para repensar lo social: libro homenaje a Jesús Arpal* (pp. 173-178). Bilbao: Universidad del País Vasco.
- Wechsler, J. (1978). *On aesthetics in science*. Cambridge (Massachusetts): MIT Press.
- Wells, D. (1990). Are these the most beautiful? *The Mathematical Intelligencer*, 12(3), 37-41.