



**Universidad Internacional de La Rioja**  
**Facultad de Educación**

**Trabajo fin de máster**

# Influencia de las matemáticas en el pensamiento crítico

**Presentado por:** Alexandre Franco Alcaraz  
**Tipo de trabajo:** Investigación  
**Director/a:** Adolfo Millán Fernández

**Ciudad:** Barcelona  
**Fecha:** 17/01/2019

## Resumen

La literatura académica presume el hecho de que una buena competencia matemática conduce a un elevado nivel de razonamiento crítico. El estudio tiene por objetivo establecer la influencia que tiene la competencia matemática en el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes de educación secundaria.

Para realizar el análisis se ha planteado una investigación de carácter cuantitativo. Se han recogido datos académicos de una muestra de estudiantes y se les ha aplicado un cuestionario para detectar las inteligencias múltiples de Gardner y otro de creación original para detectar el nivel de razonamiento crítico.

Los resultados de la investigación ponen de manifiesto que el pensamiento crítico mejora con la edad; que las estudiantes de género femenino tienen un nivel ligeramente superior de pensamiento crítico medio y que existe, efectivamente, correlación entre el rendimiento académico en la materia de matemáticas y el nivel de pensamiento crítico. No obstante, destaca el hecho de que el rendimiento escolar general es más predictivo que únicamente el matemático, demostrando que el razonamiento crítico se forma de una conjunción de factores, tanto académicos como no académicos.

**Palabras clave:** Matemáticas, pensamiento crítico, correlación, inteligencias múltiples

## **Abstract**

*Academic literature presumes the fact that a good mathematical competence leads to a high level of critical reasoning. The aim of this study is to establish the influence of mathematical competence in the development of critical thinking in high school students.*

*To carry out the analysis, it has been proposed a quantitative investigation. Academic data have been collected from a sample of students and two questionnaires have been administered. The first one detects Gardner's multiple intelligences, whereas the second one, originally created, detects the level of critical reasoning.*

*The results of the research show that critical thinking improves with age; that female students have a slightly higher level of critical thinking, and that there is indeed a correlation between academic performance in mathematics and the level of critical thinking. However, it highlights the fact that general school performance is more predictive than just mathematical, demonstrating that critical reasoning is formed by a combination of factors, both academic and non-academic.*

**Keywords:** *Math, critical thinking, correlation, multiple intelligences*

*Quisiera transmitir un agradecimiento especial a los estudiantes de las provincias de Barcelona y Sevilla que han participado en la investigación, así como a los dos institutos colaboradores, Escola Mestral y otro que ha solicitado permanecer en el anonimato, por proporcionar un marco espacial y temporal real para llevar a cabo la indagación, haciendo posible que este trabajo salga a la luz.*

# Índice

1. Introducción.....	9
1.1. Justificación.....	9
1.2. Problema .....	11
1.3. Objetivos .....	11
2. Marco teórico.....	12
2.1. Estudios previos.....	12
2.1.1. Estudios que relacionan el rendimiento matemático con otros factores.....	12
2.1.2. Valoración crítica .....	15
2.2. Definición de competencia matemática .....	16
2.2.1. Rendimiento académico. ....	17
2.2.2. Teoría de inteligencias múltiples.....	19
2.3. Definición de pensamiento crítico.....	21
2.3.1. Instrumentos de evaluación del pensamiento crítico.....	21
2.3.2. Análisis de las dimensiones utilizadas en los test .....	22
2.3.3. Definición de las dimensiones seleccionadas.....	25
3. Desarrollo de la investigación .....	27
3.1. Materiales utilizados .....	27
3.1.1. Sobre el CPC .....	27
3.1.2. Validación de los cuestionarios.....	29
3.2. Población y muestra .....	30
3.3. Diseño de la investigación .....	30
3.3.1. Hipótesis de la investigación .....	31
3.3.2. Descripción de los estadísticos y métodos utilizados en la investigación.....	32
3.4. Evaluación de resultados.....	34
3.4.1. Validación del CPC.....	34
3.4.2. Resultados .....	40
3.4.3. Discusión de resultados.....	44
3.5. Conclusiones.....	52
3.5.1. Limitaciones y prospectiva.....	55
5. Referencias bibliográficas.....	57
5.1. Bibliografía.....	57
5.2. Legislación .....	62
Anexos .....	63
Anexo 1. Cuestionario de detección de las inteligencias múltiples de Gardner y rúbrica.....	63

Anexo 2. Cuestionario de pensamiento crítico y rúbrica .....	65
Anexo 3. Consentimiento informado .....	77
Anexo 4. Valores críticos de los coeficientes de relación de Pearson y Spearman.....	80

## Índice de tablas

Tabla 1. Instrumentos de evaluación del pensamiento crítico y sus dimensiones.....	25
Tabla 2. Población del estudio.....	30
Tabla 3. Muestra del estudio .....	30
Tabla 4. Alfa de Cronbach del CPC.....	35
Tabla 5. Homogeneidad de los ítems del CPC.....	36
Tabla 6. Potencialidad discriminativa de los ítems del CPC .....	37
Tabla 7. Dificultad de los ítems del CPC.....	38
Tabla 8. Características de los ítems del CPC.....	40
Tabla 9. Resumen de calificaciones medias de la muestra .....	41
Tabla 10. Resumen de calificaciones medias de la muestra por cursos .....	41
Tabla 11. Resumen de inteligencias múltiples medias de la muestra.....	42
Tabla 12. Resumen de pensamiento crítico medio de la muestra .....	43
Tabla 13. Resumen de pensamiento crítico medio de la muestra por cursos .....	44
Tabla 14. Media de pensamiento crítico por bloque de edad .....	45
Tabla 15. Varianza de pensamiento crítico por bloque de edad .....	45
Tabla 16. Contraste de medias por edad.....	46
Tabla 17. Media de pensamiento crítico por género.....	46
Tabla 18. Varianza de pensamiento crítico por género .....	46
Tabla 19. Contraste de medias por género .....	47
Tabla 20. Correlación entre rendimiento matemático y pensamiento crítico .....	47
Tabla 21. Correlación entre rendimiento general y pensamiento crítico .....	48
Tabla 22. Contraste de correlaciones por calificación académica.....	49
Tabla 23. Correlación entre inteligencia lógico-matemática y pensamiento crítico.....	49
Tabla 24. Correlación entre inteligencias de Gardner y pensamiento crítico.....	50
Tabla 25. Contraste de correlaciones por inteligencias.....	51

## Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de competencias básicas .....	18
Figura 2. Observaciones de relación entre dos variables .....	33
Figura 3. Distribución de las puntuaciones medias de los ítems del CPC .....	39
Figura 4. Distribución de observaciones de ILM y calificación matemática .....	42
Figura 5. Matriz de correlación entre dimensiones del CPC .....	44
Figura 6. Distribución de observaciones de PC y calificación matemática .....	47
Figura 7. Distribución de observaciones de PC y rendimiento académico general .....	48
Figura 8. Distribución de observaciones de PC e inteligencia lógico-matemática .....	50
Figura 9. Distribución de observaciones de PC e inteligencias de Gardner.....	50

# 1. Introducción

## 1.1. Justificación

“La competencia matemática es la habilidad para desarrollar y aplicar el razonamiento matemático con el fin de resolver diversos problemas en situaciones cotidianas”, según reza el marco europeo de referencia para el desarrollo de una educación basada en competencias clave.

La descripción continúa señalando que las personas deberían poder “aplicar los principios y los procesos matemáticos básicos en situaciones cotidianas de la vida privada y profesional, así como para seguir y evaluar cadenas argumentales”.

En un sentido similar se expresa la normativa española al indicar que “la competencia matemática implica la capacidad de aplicar el razonamiento matemático y sus herramientas para describir, interpretar y predecir distintos fenómenos del contexto”. Se complementa esta explicación argumentando que dicha competencia aporta habilidades como emitir juicios fundados, reflexionar sobre la adecuación de las explicaciones matemáticas a un contexto y establecer una profunda relación entre la comprensión de los conceptos y su correcta aplicación.

Más allá va la definición que ofrece el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (*PISA*, por sus siglas en inglés), estudio que la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (en adelante, OCDE) realiza a nivel global cada 3 años para medir el nivel alcanzado en las competencias lectora, matemática y científica por parte de los alumnos de 15 años de los países participantes.

En PISA 2012, año en que las matemáticas fueron la principal área de conocimiento evaluada, además de incluir los elementos de las definiciones mencionadas se añade que posibilita “emitir los juicios y las decisiones bien fundadas que necesitan los ciudadanos constructivos, comprometidos y reflexivos”. Esta descripción extiende la importancia de la competencia matemática hasta el punto de considerarla fundamental para ser una persona constructiva o reflexiva, no resignando el concepto a una mera facultad de resolver problemas y conocer las operaciones aritméticas, sino ampliándolo hasta transformarlo en una cualidad básica del pensamiento crítico.

Definiciones similares se pueden encontrar en la literatura académica sobre la didáctica de las matemáticas, como en los artículos de Godino (2002), Rey (2010), Donado y Padilla (2012) o en la tesis de Perales (2014), entre otros.

En definitiva, existe absoluto consenso sobre la importancia del desarrollo de la competencia matemática en la educación, tanto en la legislación como en la literatura científica, a nivel nacional y a nivel mundial. Este consenso no sólo se da en reconocer la necesidad de que las personas en formación adquieran la capacidad de reconocer y representar símbolos, ecuaciones o figuras matemáticas, de expresarse mediante números y de saber realizar las operaciones básicas; también coinciden todos los autores en que la capacidad de expresarse y pensar en lenguaje matemático faculta para poder identificar y resolver problemas cotidianos tanto personales como profesionales de la mejor manera posible, así como para construir razonamientos sólidos y emitir juicios fundados.

En todos los sistemas educativos se presupone la competencia matemática como una de las claves para una educación completa y eficaz, debido principalmente a dos motivos:

- La evolución de la ciencia, las nuevas tecnologías, la expresión de cantidades y la realización de operaciones más allá del lenguaje escrito y hablado sólo se entienden gracias a las matemáticas. Constituyen, en definitiva, el idioma del progreso. Todo aparato moderno está formado por centenares de operaciones matemáticas combinadas de la manera adecuada, y es necesario comprender este lenguaje y desarrollarlo, investigar y practicar con él para que la sociedad avance.
- Sin embargo, a un nivel más mundano, se considera aún más importante la referida relación entre matemáticas y pensamiento crítico. No todo el mundo será ingeniero, informático, físico o matemático, pero todo el mundo debería poder comprender lo que ocurre a su alrededor, identificar la esencia de los problemas, contar con estrategias y métodos para enfrentarse a ellos y elegir el más adecuado según el contexto. Es esta la cualidad que todos los docentes del mundo esperan imprimir en sus alumnos, la de poder manejar los conflictos mediante una perspectiva lógica y eficaz.

Una vez destacada la importancia de esta presupuesta correlación que guarda la ciencia original por antonomasia con la capacidad de juicio y análisis, es igualmente importante fundamentar que dicha relación existe, no sólo a nivel teórico sino también de manera práctica, pues el método científico requiere de evidencias de la realidad para poder dar por acertada una hipótesis.

## **1.2. Problema**

Por todo lo comentado en el epígrafe anterior, la presente investigación pretende, mediante un enfoque cuantitativo, realizar una aproximación al fundamento de dicha relación demostrando que, efectivamente, existe un vínculo sólido, estadísticamente hablando, entre competencia matemática y pensamiento crítico.

Para ello se realizará un compendio de investigaciones similares para analizar los resultados, se establecerán unas variables cualitativas, o dimensiones, que proporcionen una definición de pensamiento crítico y de competencia matemática, se diseñarán unos cuestionarios que permitan medir de manera cuantitativa las variables anteriores y se estudiará la correlación mediante conceptos y métodos estadísticos a fin de poder afirmar o desmentir la existencia de tal relación en la realidad práctica de una muestra de estudiantes de educación secundaria obligatoria de diversos institutos ubicados en España.

## **1.3. Objetivos**

El objetivo general del trabajo es realizar una investigación que determine la existencia de una auténtica relación entre competencia matemática y capacidad de pensamiento crítico.

Para alcanzar dicha meta, se atenderá a los siguientes hitos u objetivos específicos:

- Constituir una muestra de alumnos de secundaria que permita realizar el estudio de las variables.
- Examinar la competencia matemática de los participantes en el estudio mediante el sistema de evaluación vigente en el sistema educativo español.
- Analizar el concepto de pensamiento crítico para poder establecer las dimensiones que componen su definición.
- Diseñar una serie de cuestionarios con el objetivo de medir cuantitativamente las dimensiones definidas para el pensamiento crítico.
- Examinar la capacidad de pensamiento crítico de los participantes en el estudio mediante el cuestionario elaborado.
- Comparar los datos y establecer la relación observada entre la competencia matemática y la capacidad de pensamiento crítico de los alumnos pertenecientes a la muestra.

## **2. Marco teórico**

### **2.1. Estudios previos**

Existen múltiples estudios, en el campo de la educación y la psicología, que tratan de relacionar aspectos académicos con determinados factores externos o internos de la persona para establecer la importancia de tener en cuenta ciertas variables a la hora de impartir la docencia o evaluar el desempeño.

Se ha elaborado un pequeño resumen con el objetivo de evaluar los resultados aportados por estudios similares al que se realiza y valorar críticamente qué pueden aportar a la investigación.

#### **2.1.1. Estudios que relacionan el rendimiento matemático con otros factores**

El estudio que más semejanzas guarda con la relación entre la competencia matemática y el pensamiento crítico es el realizado por García y Botello (2018).

En dicho análisis, se investigó la relación entre el pensamiento crítico y el desempeño académico para alumnos de 15 a 18 años de dos institutos de México. La muestra se compuso de 165 estudiantes repartidos entre una entidad pública y una entidad privada y el nivel de pensamiento crítico se evaluó con el Test de Pensamiento Crítico de Cornell (*CCTT*, por sus siglas en inglés), el cual evalúa las dimensiones de deducción, inducción, observación, credibilidad de la fuente y asunciones. Las principales conclusiones obtenidas en el estudio son las siguientes:

- Los estudiantes de la escuela privada obtuvieron una puntuación más elevada en pensamiento crítico que los estudiantes de la escuela pública (casi 2 puntos de diferencia de media).
- El pensamiento crítico aumentaba con la edad, obteniendo los estudiantes prácticamente 1 punto más de media con cada año que cumplían.
- Atendiendo al sexo de los participantes, las alumnas obtuvieron 1 punto más de media que los alumnos.
- Los alumnos, de media, obtuvieron puntuaciones más altas en la dimensión de deducción que en la de inducción, también llamada evaluación de conclusiones. También obtuvieron buena puntuación media en las dimensiones de observación y

credibilidad de fuentes. No obstante, dadas las características del CCTT, las dimensiones no pueden compararse entre sí (únicamente deducción e inducción pueden compararse).

- Finalmente, se concluyó que existía relación directa positiva entre la capacidad de pensamiento crítico y el rendimiento académico general de los alumnos, ya que cada incremento unitario en la evaluación (cada punto de más obtenido en el CCTT) incrementaba en un 7% la probabilidad de obtener un desempeño académico más elevado.

El siguiente estudio ya se aleja un poco más de la razón de la presente investigación. Se trata del artículo publicado por Deary, Strand, Smith y Fernandes (2007), y trató de relacionar los resultados de los test psicométricos de inteligencia con el rendimiento académico de los alumnos en el tiempo.

El estudio evaluó la capacidad predictiva de los test de inteligencia tomando una muestra de más de 70.000 alumnos ingleses, a los que se realizó el mencionado test a la edad de 11 años. Cinco años más tarde, se recogieron los resultados de los mismos alumnos en los exámenes nacionales de 25 asignaturas académicas. Las sorprendentes conclusiones obtenidas en el estudio fueron:

- La confirmación de una relación altamente elevada, mostrando un 81% de correlación positiva entre los resultados del test de inteligencia a los 11 años y los resultados académicos a los 16 años.
- Desde otra perspectiva, se observó que los alumnos que habían obtenido unos resultados por encima de la media en el test de inteligencia tenían un 91% de probabilidades de tener notas altas, los alumnos con resultados medios tenían un 58% de probabilidades de tener notas altas y los alumnos con resultados por debajo de la media tenían únicamente un 16% de probabilidades de haber obtenido notas altas.

Ahvan y Pour (2016), por su parte, estudiaron la correlación entre el rendimiento académico de los alumnos de secundaria y la evaluación de las inteligencias múltiples de Gardner.

Realizaron la investigación a una muestra de 270 estudiantes de secundaria de Bandar Abbas, en Irán, y compararon la evaluación de cada una de las inteligencias múltiples de Gardner evaluadas con el test elaborado por Douglas y Harm, obteniendo correlaciones moderadas entre la inteligencia visual-espacial y la inteligencia verbal-lingüística con el

rendimiento académico. La inteligencia lógica-matemática obtuvo una correlación positiva del 23%, por lo que se puede considerar la existencia de relación, aunque no muy elevada.

También se han analizado diversos Trabajos de Fin de Máster que versan sobre relaciones similares, como el presentado por Tineo (2017), que estudia la relación entre el cociente intelectual, las inteligencias múltiples y el rendimiento escolar en estudiantes de educación secundaria.

Dicho estudio contó con una muestra de 60 estudiantes de entre 15 y 16 años del Callao, Perú, y se compararon los resultados del test de Walter McKenzie de detección de las inteligencias múltiples de Gardner, el test de inteligencia WISC-IV y el rendimiento académico de los mismos. Los principales resultados obtenidos fueron:

- Los alumnos de rendimiento académico catalogado como alto obtuvieron puntuaciones altas y medias en el test de inteligencia, mientras que los alumnos con bajo rendimiento académico obtuvieron bajas puntuaciones en el test de inteligencia.
- Del mismo modo, los alumnos con un rendimiento académico alto obtuvieron puntuaciones más elevadas en general en el test de inteligencias múltiples que los alumnos que obtenían peores notas, siendo la diferencia media entre ambos grupos notoria.
- Para los dos grupos, se obtuvo una correlación positiva moderada entre el cociente intelectual y la inteligencia lógico-matemática (44% y 49% para los estudiantes de alto y bajo rendimiento, respectivamente).
- Finalmente, se apreciaron diferencias en la relación entre la inteligencia lógico-matemática y el rendimiento académico de la asignatura concreta de matemáticas según el grupo. Los alumnos de bajo rendimiento académico obtuvieron un 57% de correlación entre ambas variables, mientras que los de alto rendimiento obtuvieron un 20% que además se mostró poco significativo con un grado de confianza del 95%, es decir, que no se pudo descartar la hipótesis de que ese 20% se hubiera obtenido aleatoriamente.

En otro trabajo presentado por Scarpetta (2016), se evaluó la relación entre la memoria y la inteligencia lógico-matemática.

La investigación se realizó con una muestra de 40 estudiantes de entre 15 y 16 años de Villavicencio, Colombia y comparó el test de memoria de Yuste y el cuestionario de McKenzie

de evaluación de inteligencias múltiples, centrándose en la inteligencia lógico-matemática, no hallándose correlación alguna entre ambas variables.

Finalmente, Cortés (2013) realizó un estudio de la correlación entre las inteligencias múltiples, la creatividad y el rendimiento académico en la asignatura de matemáticas.

Con una muestra de 42 alumnos españoles de 3º de ESO (14-15 años), a los cuales evaluó mediante el test de inteligencia creativa de Corbalán y el cuestionario de autodetección de las inteligencias múltiples de McKenzie, obtuvo los siguientes resultados:

- La correlación entre el nivel de creatividad y el rendimiento académico en la asignatura de matemáticas era inexistente, habiendo alumnos con todo tipo de calificaciones en la asignatura que habían obtenido un índice de creatividad muy bajo, así como alumnos con notas entre suspenso y notable en la asignatura con niveles de creatividad muy dispersos.
- Tampoco se halló relación entre la inteligencia lógico-matemática y la creatividad, habiendo alumnos con todo tipo de valores de creatividad y competencia matemática combinadas.
- Sí se encontró una correlación positiva moderada (del 53%) entre la inteligencia lógico-matemática y la calificación en matemáticas, como era de esperar. De hecho, incluso podría considerarse que debería haberse conseguido una correlación más elevada.

### **2.1.2. Valoración crítica**

Aunque hay numerosos trabajos que relacionan la capacidad o inteligencia matemática con diversas variables, como el cociente intelectual, el rendimiento académico o la memoria, muy pocos se pueden asimilar directamente con el objeto de estudio de esta investigación, lo que evidencia un nicho en la literatura académica por indagar.

Las principales conclusiones extraídas de los estudios analizados son las siguientes:

- El estudio de García y Botello es el más similar. No obstante, compara la capacidad de pensamiento crítico con el rendimiento académico en general, y se precisa profundizar en el concepto concreto de competencia matemática para el objetivo de este trabajo.

- Es interesante tener en cuenta la distinción en el nivel de pensamiento crítico según la edad, siendo mayor el primero conforme más crece el estudiante, a la hora de analizar los resultados de este estudio. También se debe observar la conclusión alcanzada por García y Botello respecto a que el pensamiento crítico está correlacionado positivamente con el rendimiento académico general. Se deberán analizar las competencias globales y las matemáticas en concreto para poder concluir si supone un diferencial real, en términos de capacidad crítica, ser competente en matemáticas.
- Varios de los estudios concluyen que el cociente intelectual está íntimamente ligado con el rendimiento académico. Este hecho puede implicar que utilizar ambos instrumentos para la comparación puede ser redundante, ya que son prácticamente sustitutivos.
- En cambio, la correlación entre la inteligencia lógico-matemática y el rendimiento académico, tanto general como en matemáticas, aunque existente, no es muy elevada, por lo que utilizar la inteligencia lógico-matemática de la teoría de inteligencias múltiples de Gardner puede aportar información complementaria al rendimiento académico.
- La memoria no parece guardar en absoluto relación con la inteligencia lógico-matemática, por lo que seguramente no influya en la competencia matemática de los alumnos y evaluarla suponga un aumento innecesario de complejidad en el estudio.
- Las últimas investigaciones observadas, las basadas en Trabajos de Final de Máster, cuentan con muestras muy reducidas, con lo cual los resultados de estas se vuelven más inciertos e inestables. El estudio será más fiable si se consigue una muestra de mayor tamaño.

## **2.2. Definición de competencia matemática**

Tras conocer brevemente el estado de la investigación sobre este asunto, es prioritario definir las variables que se van a comparar. Acotar con precisión estos conceptos resulta fundamental para una correcta evaluación y un contraste adecuado de las dimensiones en análisis.

En base a las conclusiones aportadas por los estudios previos, la “competencia matemática” que se utilizará para este trabajo se dividirá en dos dimensiones: el rendimiento académico y la inteligencia lógico-matemática de la teoría de las inteligencias múltiples de Gardner.

### **2.2.1. Rendimiento académico.**

En 1997, la OCDE inició el proyecto DeSeCo (Definición y Selección de Competencias), cuyo objetivo era delimitar el marco conceptual de las competencias clave e impulsar las instrucciones de evaluación de la adquisición de competencias. Para definir las competencias clave, se definieron los criterios que debían cumplir:

- Contribuir a la consecución de resultados valiosos para las sociedades y los individuos.
- Ayudar a cada individuo a enfrentar demandas en una amplia variedad de contextos.
- Ser relevante tanto para especialistas como para individuos.

La OCDE entendía por educación de calidad aquella que aseguraba “a todos los jóvenes la adquisición de los conocimientos, capacidades, destrezas y actitudes necesarias para prepararles para la vida adulta”, acercándose así al concepto de competencia.

Así, nació el concepto de evaluación por competencias en España, siendo incorporado en el currículo del sistema educativo español bajo el marco de la LOE. Según la normativa actual, el currículo debe incluir las siguientes competencias básicas:

- Competencia en comunicación lingüística: Es el resultado de la acción comunicativa con otros interlocutores. Conlleva contacto con la diversidad cultural, aprendizaje permanente e interacción de distintas destrezas, como la oralidad y la escritura.
- Competencia matemática: Capacidad de aplicar el razonamiento matemático y sus herramientas para describir, interpretar y predecir distintos fenómenos en su contexto. Requiere abordar las áreas de números, álgebra, geometría y estadística.
- Competencias básicas en ciencia y tecnología: Proporcionan un acercamiento a la interacción responsable con el mundo físico, contribuyen al desarrollo del pensamiento científico e incluyen la aplicación de destrezas tecnológicas.
- Competencia digital: Implica el uso creativo, crítico y seguro de las TIC para alcanzar los objetivos relacionados con el aprendizaje, el tiempo libre, la empleabilidad y la participación en la sociedad.

- **Competencia para aprender a aprender:** Habilidad para iniciar, organizar y persistir en el aprendizaje eficaz y autónomo. Requiere controlar los procesos propios de aprendizaje.
- **Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor:** Capacidad de reconocer las oportunidades existentes para las actividades personales, profesionales y comerciales. Requiere de capacidad de análisis, planificación, gestión y toma de decisiones, resolución de problemas...
- **Conciencia y expresiones culturales:** Implica conocer, comprender y valorar con espíritu crítico y actitud abierta las diferentes manifestaciones culturales y artísticas, así como utilizarlas como fuente de disfrute personal y considerarlas parte del patrimonio de los pueblos.
- **Competencias sociales y cívicas:** Se relacionan con el bienestar personal y colectivo y con el conocimiento crítico de la democracia, la justicia, la igualdad, la ciudadanía y los derechos humanos y civiles.

Por tanto, uno de los objetivos de la educación primaria y secundaria de España es el de fomentar el desarrollo de dichas competencias en los estudiantes. No es objeto de los docentes evaluar el nivel de desempeño en la consecución de las competencias clave por parte de los educandos, es decir, no se valorará directamente cuál es el nivel adquirido por el alumno en la competencia social o en la digital. Sin embargo, los docentes sí que se basarán en las competencias clave a la hora de desarrollar sus materias, los objetivos de aprendizaje y los estándares evaluables.



Figura 1. Diagrama de competencias básicas. Fuente: Elaboración propia.

Además, si bien no existe una asignatura específica para cada competencia clave, sino que estas se desarrollan transversalmente en el conjunto de todas las materias, sí que existen competencias claramente asociadas con una disciplina en particular, como en el caso del área de matemáticas con la competencia matemática. Esto no significa que la competencia matemática únicamente se desarrolle en el aula de matemáticas, pues la interpretación de gráficos y cuadros en la asignatura de ciencias sociales o la resolución de problemas que requieren un alto componente de deducción lógica en la asignatura de lengua implican ciertamente un desarrollo de dicha competencia, por poner dos ejemplos cualesquiera; sí que implica, no obstante, que tomar la última calificación global de la asignatura de matemáticas de que dispongan los alumnos es un claro indicio para poder valorar el grado de competencia matemática de estos.

Por todo lo razonado en el presente apartado, el rendimiento académico en la asignatura de matemáticas será la primera dimensión que conformará la competencia matemática de los estudiantes participantes en el estudio.

### **2.2.2. Teoría de inteligencias múltiples**

En 1983, Howard Gardner publicó por primera vez su teoría de las inteligencias múltiples. En su obra, expresaba su desacuerdo con que la inteligencia se midiese mediante un único indicador, el cociente intelectual, o CI, y proponía una alternativa a los test vigentes en aquella época para evaluar el nivel de inteligencia.

Gardner postuló que las personas poseían hasta ocho tipos de inteligencia distintas, que funcionaban de manera particular en cada individuo. Las personas podían desarrollar cada inteligencia hasta un adecuado nivel de competencia si se recibía la estimulación necesaria. Además, las diversas inteligencias trabajaban de manera conjunta, interactuando y conformando el intelecto único de cada persona.

Las inteligencias que propuso Gardner son las siguientes:

- **Inteligencia lingüístico-verbal:** Habilidad para la comunicación oral, escrita y gestual, dominio del lenguaje y la comunicación de manera eficaz. Históricamente, según Gardner, esta y la inteligencia lógico-matemática son las que principalmente se evaluaban en los test de CI.

- Inteligencia lógico-matemática: Facilidad en la resolución de problemas abstractos, elaboración de cálculos, percepción de la geometría y satisfacción en solución de problemas mediante el razonamiento lógico.
- Inteligencia visual-espacial: Habilidad para observar el mundo y los objetos desde diferentes perspectivas, capacidad para idear imágenes mentales, sentido de la estética y facilidad para detectar detalles.
- Inteligencia musical: Habilidad innata para interactuar con instrumentos y aprender sus sonidos y naturaleza, así como capacidad para escuchar y cantar.
- Inteligencia corporal-kinestésica: Capacidad motriz para expresar ciertas emociones y sentimientos, además de habilidad para usar herramientas y capacidades físicas.
- Inteligencia intrapersonal: Acceso a la propia vida emocional, capacidad de efectuar discriminación entre ciertas emociones y recurrir a ellas para orientar la conducta y facultad para comprenderse a uno mismo.
- Inteligencia interpersonal: Habilidad para advertir los sentimientos de otras personas más allá de los sentidos, facilidad para interpretar palabras o gestos y capacidad para detectar y entender las circunstancias y problemas de los demás.
- Inteligencia naturalista: Incorporada más adelante por el propio Gardner, es la competencia para percibir las relaciones entre especies o grupos de objetos y personas, así como reconocer semejanzas y distinciones entre ellos.

A partir de la teoría de Gardner se diseñaron multitud de test para evaluar las inteligencias múltiples en los estudiantes con el objetivo de detectar y potenciar en los alumnos las capacidades adecuadas.

Es evidente que la inteligencia lógico-matemática definida por Gardner se identifica con la competencia matemática definida en epígrafes anteriores. Asimismo, el análisis de las investigaciones previas ha revelado que el uso de la inteligencia lógico-matemática puede ser un buen complemento al rendimiento académico, pues si bien están relacionados no son muy explicativos entre sí, mostrándose así ambos indicios claros aunque diferentes de la competencia matemática.

Por los motivos expresados en este apartado, la inteligencia lógico-matemática definida por Howard Gardner en el contexto de la teoría de las inteligencias múltiples será la segunda dimensión o variable de la competencia matemática.

## **2.3. Definición de pensamiento crítico**

Para definir las dimensiones que compondrán el pensamiento crítico se ha hecho un repaso de los diferentes instrumentos de evaluación utilizados en los estudios que pretendían medir dicha competencia y se han analizado las variables evaluadas por cada cuestionario para seleccionarlas y adaptarlas a los fines de esta investigación.

Tras el examen realizado, se han definido las siguientes cinco dimensiones: creatividad, habilidad deductiva, habilidad inductiva, evaluación de argumentos y fuentes y toma de decisiones.

### **2.3.1. Instrumentos de evaluación del pensamiento crítico**

Se han analizado ocho cuestionarios de evaluación de pensamiento crítico definidos en la literatura científica del campo de la psicología:

- *Cornell Critical Thinking Test (CCTT)*: Se trata de un cuestionario desarrollado por Ennis y Millman (1985) que contiene preguntas con tres posibles respuestas cerradas, de las cuales sólo una es correcta. Consta de dos niveles: el X, dirigido a adolescentes, tiene 76 preguntas y evalúa la inducción, deducción, credibilidad de fuentes, observación y asunciones, mientras que el Z, enfocado a universitarios y adultos, tiene 52 preguntas y evalúa la inducción, deducción, credibilidad de fuentes, semántica, falacias, predicción y experimentación y la identificación de hipótesis. El test se desarrolla como una historia de fantasía que los estudiantes van siguiendo conforme contestan.
- *Pencrisal (PCS)*: Test elaborado por Rivas y Saiz (2008) que tiene 35 preguntas de formato abierto en la que los participantes deben hallar la respuesta o respuestas correctas y justificar su elección. El cuestionario evalúa el razonamiento deductivo, el razonamiento inductivo, el razonamiento práctico, la toma de decisiones y la solución de problemas, habiendo 7 preguntas dedicadas a cada dimensión.
- *California Critical Thinking Skills Test (CCTST)*: Cuestionario elaborado por Facione (1990) enfocado a estudiantes de grado y educación media que evalúa las dimensiones de análisis, interpretación, inferencias, evaluación, explicación, deducción, inducción y aritmética. Consiste en preguntas cerradas de opción múltiple sobre temas cotidianos.

- *California Critical Thinking Disposition Inventory (CCTDI)*: Desarrollado por Facione, Facione y Giancarlo (2000), está enfocado a la población adulta. Son 75 ítems de múltiple respuesta que miden la credibilidad, la mentalidad abierta, la capacidad de análisis, la sistematicidad, la confianza en el razonamiento, la curiosidad y la madurez de juicio.
- *Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal (WGCTA)*: Este test, elaborado por Watson y Glaser (1980), consta de 80 preguntas de respuesta múltiple que valoran las dimensiones de inferencia, reconocimiento de supuestos, deducción, interpretación y evaluación de argumentos.
- *Halpern Critical Thinking Assesment using Everiday Situations (HCTAES)*: Fue desarrollado por Halpern (1998) y consta de 25 preguntas mixtas, es decir, cada pregunta contiene una cuestión de opción múltiple y una de respuesta abierta, que se valorará como correcta según la rúbrica. Este cuestionario mide las dimensiones de comprobación de hipótesis, razonamiento verbal, análisis de argumentos, probabilidades e incertidumbre y toma de decisiones.
- *Test de Pensamiento Crítico de Paraguay (TPCP)*: Test desarrollado por el SNEPE (Sistema Nacional de Evaluación del Proceso Educativo) del Ministerio de Educación y Cultura de Paraguay (2007). Este cuestionario evalúa los procesos deductivos (desgranados en silogismos, proposiciones condicionales e identificación de supuestos), los procesos inductivos (distinción entre hechos y opiniones e inferencia a partir de datos) y los procesos crítico-sociales (interpretación de situaciones) a través de preguntas de respuesta abierta y cerrada.
- *Tareas de Pensamiento Crítico (TPC)*: Elaborado por Miranda (2003) y enfocado para ser aplicado en docentes, evalúa las dimensiones de análisis, indagación y comunicación a través de 14 cuestiones (o tareas) de respuesta abierta tipo ensayo.

### **2.3.2. Análisis de las dimensiones utilizadas en los test**

Realizando un examen de las variables medidas en los diversos cuestionarios (tabla 1) se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Cinco de los ocho test hacen mención expresa al razonamiento deductivo y, de los tres que no lo mencionan, dos están enfocados a otro público objetivo (el *CCTDI* a adultos y el *TPC* a docentes), por lo tanto existe un consenso elevado sobre la adecuación de medir la capacidad de deducción.

- Cuatro de los ocho test hacen mención expresa al razonamiento inductivo, tres hacen referencia a la inducción sin mencionarla expresamente (la interpretación en el *WGCTA* se refiere a razonamiento inductivo, así como la indagación en el TPC y la comprobación de hipótesis en el HCTAES) y el único que no hace mención es el *CCTDI*, dirigido a adultos. Por lo tanto, existe un consenso elevado sobre la adecuación de medir la capacidad de inducción.
- Seis de los ocho test hacen mención expresa a la evaluación de fuentes (credibilidad, distinción de opiniones, localización de falacias) y los otros dos hacen referencia sin mencionarlo expresamente (el razonamiento práctico en el PCS se refiere a la detección de falacias y valoración de argumentos, así como el análisis en el TPC hace referencia a la búsqueda de información y evaluación de fuentes), por lo tanto existe un consenso absoluto sobre la adecuación de medir la evaluación de fuentes y argumentos. Aunque se utilicen diferentes ítems y denominaciones para evaluarlo, a efectos de este estudio se han considerado como una única dimensión.
- También existe cierto consenso en la medición de la capacidad de toma de decisiones, aunque en este caso sea más disperso el concepto. En concreto, además de los dos cuestionarios que hacen referencia expresa, los siguientes ítems aluden a la toma de decisiones:
  - Aritmética (*CCTST*): Ya que se define como la capacidad de hacer juicios y tomar decisiones en contextos diversos en base a información cuantitativa.
  - Confianza en razonamiento (*CCTDI*): Se define como la tendencia a confiar en el razonamiento como apoyo para la toma de decisiones.
  - Madurez de juicio (*CCTDI*): Se define como la capacidad para tomar decisiones asumiendo que nunca se podrá disponer de todo el conocimiento existente para ello.

Quedan en total cuatro test que utilizan la toma de decisiones. De los test que no la utilizan, uno es el TPC, enfocado a docentes, y los otros son el TPCP, el *WGCTA* y el *CCTT*. Estos cuestionarios evalúan dimensiones únicamente relacionadas con la comprensión (deducción, inducción, interpretación y observación), obviando una magnitud fundamental en la persona crítica, ya que es difícil considerar que alguien con elevada capacidad de razonamiento crítico sería capaz de entender cualquier situación pero incapaz de utilizar esta información para resolver los problemas y tomar decisiones adecuadamente. Por ello, se ha considerado importante incluirla en el estudio.

- Aunque varios de los cuestionarios hacen referencia a la manera de comunicar un razonamiento (como la semántica en el *CCTT*, la explicación en el *CCTST*, el razonamiento verbal en el *HCTAES* y la comunicación en el *TPC*), a efectos de esta investigación se ha considerado que la forma de explicar es un medio para expresar cómo se alcanzan los razonamientos considerados críticos, y no una dimensión en sí, por lo que no se utilizará en el estudio. Un estudiante puede explicar mejor o peor la manera en que llega a una conclusión pero, si alcanza conclusiones certeras con cierta asiduidad, difícilmente se podrá argumentar que no piensa críticamente sólo porque no sepa expresarse verbalmente.
- Finalmente, se ha definido una quinta dimensión que, aunque no se mencione expresamente en ninguno de los cuestionarios, recoge con bastante acierto la mayoría de dimensiones que no se han tenido en cuenta en las explicaciones de los párrafos anteriores: la creatividad. Es fácil asumir que una persona creativa es capaz de interpretar situaciones o supuestos diversos haciendo uso de la imaginación (cualidades que aparece en los test *CCTT*, *WGCTA*, *CCTST*, *TPCP*), anticipar consecuencias buenas y malas de una situación (definición de la capacidad de análisis del *CCTDI*), hace uso de la curiosidad (definida como la tendencia a querer conocer cosas que no son necesariamente útiles a corto plazo en el *CCTDI*), por no mencionar que alimenta la toma de decisiones: una persona no creativa puede tomar buenas decisiones en base a las escasas opciones que tiene, pero una persona creativa puede además aumentar las opciones disponibles, tomando buenas o malas decisiones aunque disponiendo de mayor información. Dicho razonamiento apoya la base de que la creatividad y la toma de decisiones se complementan pero no se sustituyen.

Tabla 1. Instrumentos de evaluación del pensamiento crítico y sus dimensiones

<b>Instrumento de evaluación</b>	<b>Dimensiones que evalúa</b>			
<i>Cornell Critical Thinking Test</i> (nivel X)	Inducción	Deducción	Credibilidad de fuentes	Observación
	Asunciones			
<i>Cornell Critical Thinking Test</i> (nivel Z)	Inducción	Deducción	Credibilidad de fuentes	Semántica
	Falacias	Predicción y experimentación	Identificación de hipótesis	
Pencrisal	Razonamiento deductivo	Razonamiento inductivo	Razonamiento práctico	Toma de decisiones
	Solución de problemas			
<i>California Critical Thinking Skills Test</i>	Análisis	Interpretación	Inferencias	Evaluación
	Explicación	Deducción	Inducción	Aritmética
<i>California Critical Thinking Disposition Inventory</i>	Credibilidad	Mentalidad abierta	Capacidad de análisis	Sistematicidad
	Confianza en razonamiento	Curiosidad	Madurez de juicio	
<i>Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal</i>	Inferencia	Reconocimiento de supuestos	Deducción	Interpretación
	Evaluación de argumentos			
<i>Halpern Critical Thinking Assesment using Everiday Situations</i>	Comprobación de hipótesis	Razonamiento verbal	Análisis de argumentos	Probabilidades e incertidumbre
	Toma de decisiones			
Test de Pensamiento Crítico de Paraguay	Deducción: Silogismos, Proposiciones condicionales e Identificación de supuestos			Interpretación de situaciones
	Inducción: Distinción entre hechos y opiniones e inferencia a partir de datos			
Tareas de Pensamiento Crítico	Análisis	Indagación	Comunicación	

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.3. Definición de las dimensiones seleccionadas

Por tanto, las dimensiones escogidas tras el análisis de la literatura científica y los cuestionarios psicológicos se definirían de la siguiente manera:

- **Creatividad (CR):** Facilidad para formar nuevas ideas o proyectos, así como para representar mentalmente las imágenes de las cosas reales o imaginarias. El alumno crítico tiene una capacidad de inventiva que le habilita para pensar en diversos ángulos de un problema, para recurrir a soluciones diferentes, para interpretar situaciones y para imaginar escenarios futuros, positivos y negativos, derivados de la situación actual. Es el potencial de la mente. Una persona sin creatividad no tendría

recursos para encontrar una solución a un problema o para entender la realidad oculta en los hechos observados.

- **Habilidad deductiva (HD):** Es el método de razonamiento que va de lo general a lo específico, de lo universal a lo particular. Conociendo unas normas globales preestablecidas, el alumno debe ser capaz de extraer las consecuencias que se derivan inequívocamente. La persona con destreza deductiva es capaz de inferir los efectos de una cierta ley establecida.
- **Habilidad inductiva (HI):** Es el método de razonamiento que va de lo específico a lo general, de lo particular a lo universal. El alumno, mediante la observación de unos datos o hechos particulares, es capaz de inferir la norma o principio que rige dichos sucesos. La inducción no es inequívoca, pues rara vez se dispone de todas las observaciones o datos relativos a un hecho, pero sí puede llegarse a un conocimiento razonablemente sólido. La persona con razonamiento inductivo es capaz de plantear hipótesis, validar los resultados para comprobar que se ajustan a las hipótesis, extraer patrones...
- **Evaluación de argumentos y fuentes (AF):** Capacidad para distinguir los hechos inequívocos de las hipótesis, de cribar la información para hallar lo esencial, de valorar la relevancia de ciertos argumentos con relación al asunto de discusión. El alumno que demuestra esta habilidad también sabe distinguir la credibilidad de las fuentes de que dispone, muestra sistematicidad en el análisis de los argumentos y presta atención a todas las opiniones, aunque inicialmente no esté de acuerdo.
- **Toma de decisiones (TD):** Es la habilidad para resolver situaciones que plantean posibles respuestas de difícil o fácil resolución. El alumno capaz de tomar decisiones evalúa las posibilidades, hace juicios fundamentados en el razonamiento cualitativo y cuantitativo, valora las consecuencias positivas y negativas de una decisión y escoge sabiendo que no puede contar con toda la información disponible.

La combinación de estas cinco dimensiones compondrá el nivel de pensamiento crítico global de cada participante del test.

## **3. Desarrollo de la investigación**

### **3.1. Materiales utilizados**

Para la realización de la investigación se han utilizado los siguientes instrumentos:

- Para medir el rendimiento académico, se ha solicitado las notas del alumno del curso anterior de cinco materias: matemáticas, lengua castellana, lengua inglesa, ciencias sociales y ciencias naturales. Disponer de la evaluación de varias materias permite construir un rendimiento académico general que podrá compararse con el rendimiento académico en matemáticas para evaluar si supone un diferencial, en cuanto a pensamiento crítico, ser competente en matemáticas.
- Para medir las inteligencias múltiples de Gardner se ha utilizado una adaptación del cuestionario de autodetección de las inteligencias múltiples de Walter McKenzie. Con el objetivo de agilizar la administración del test, se han reducido los ítems del instrumento de 80 a 40, manteniendo la proporción de preguntas destinadas a evaluar cada una de las inteligencias. El cuestionario se compone de una serie de aseercciones que el evaluado deberá puntuar con un 1 si se identifica totalmente con las mismas, un 0 si no se identifica para nada y un 0,5 si se identifica a medias o algunas veces con la frase. Cada aseercción corresponde a una de las inteligencias y para evaluar cada variable se deben sumar todas las puntuaciones que el estudiante ha asignado a la misma (ver Anexo 1).
- Para medir las cinco dimensiones definidas del pensamiento crítico se ha diseñado el Cuestionario de Pensamiento Crítico (CPC), compuesto por 8 preguntas de respuesta abierta que contienen 15 ítems evaluables (3 por dimensión). El test ha sido elaborado a semejanza de los diversos test de pensamiento crítico analizados y trata de evitar las limitaciones de estos (ver Anexo 2).

#### **3.1.1. Sobre el CPC**

El CPC es un test de evaluación del pensamiento crítico para estudiantes de secundaria. Se trata de un diseño original inspirado en los test más utilizados en las investigaciones de los campos de la psicología y la educación para valorar la capacidad de pensamiento crítico.

Las diferencias entre el CPC y los cuestionarios anteriormente analizados obedecen a una necesidad de valorar el pensamiento crítico sin las limitaciones propias de un test

psicométrico. La mayoría de dichos test están diseñados con preguntas cerradas, donde el alumno debe escoger una opción de las diversas que se le proponen. Esta metodología tiene dos problemas:

- Los evaluados podrían responder inspirándose en el azar en varias preguntas, desvirtuando el objetivo original de la prueba de evaluar la capacidad del pensamiento crítico, la cual está reñida con el azar.
- El evaluador ya ha seleccionado una respuesta correcta previamente, y no se premia la capacidad real de pensamiento crítico sino la capacidad de escoger la respuesta que el evaluador considera mejor.

Una pequeña parte de los cuestionarios sí que incluyen preguntas abiertas pero de nuevo incurren en el segundo error ya que, aunque la respuesta sea libre, deberá ajustarse a lo que el examinador haya considerado como correcto previamente, cercenando a nivel práctico esa supuesta libertad.

El CPC utiliza la metodología de respuestas abiertas pero, a diferencia de los anteriores, no existe de antemano una solución única o limitada. La evaluación se basa en la observación de las características definidas de cinco dimensiones que componen el pensamiento crítico. Independientemente del sentido de la resolución, si el alumno expresa en su contestación indicios de utilizar los razonamientos propios a las dimensiones observadas, la valoración será positiva, y viceversa. El test evalúa los procesos de pensamiento asociados a cada respuesta, en lugar de la respuesta en sí.

Se trata de un cuestionario en forma de historia de fantasía donde se plantean diversas situaciones al estudiante, a su vez protagonista de la historia, conforme avanza la misma. El narrador utiliza un tono desenfadado e informal con el objetivo de captar el interés del estudiante por la realización del test. El alumno deberá contestar por escrito 8 preguntas razonando cada respuesta en una extensión máxima de unas pocas líneas (varían según la situación). No será necesario agotar la extensión máxima, más bien se trata de que el evaluado conteste según su propio juicio, desgranando el motivo de su respuesta.

Cada pregunta está diseñada para observar ciertos indicadores o características de una o varias dimensiones, que se podrán valorar en una escala de puntos de 0 a 2, significando el 0 la no observación de las capacidades descritas y el 2 la percepción de que se ha utilizado a la perfección dicha dimensión, y permitiéndose valoraciones intermedias en rangos de 0,5 puntos.

Al finalizar el test se deben sumar los puntos, pudiendo obtener el alumno un máximo de 6 puntos en cada dimensión descrita y un valor total de entre 0 y 30 puntos en su capacidad global de pensamiento crítico.

### **3.1.2. Validación de los cuestionarios**

Es importante comprobar la validez de los test psicométricos utilizados en la investigación, en especial cuando uno de los cuestionarios es de nuevo diseño. Para el presente estudio se han utilizado los siguientes métodos de validación:

- Cuestionario de autodetección de las inteligencias múltiples de McKenzie: Como ya se ha comentado, este examen ha sido utilizado en múltiples estudios, como en el de Cortés (2013), Scarpetta (2016) o Tineo (2017). Además de ser un test muy extendido, diversos autores han comprobado su validez, como Prieto y Ballester (2003) o Hajhashemi y Bee Eng (2010). Su fiabilidad es, por tanto, objeto de consenso en la literatura científica.
- Cuestionario de Pensamiento Crítico: Este test debe ser objeto de una validación más exhaustiva, ya que no se ha utilizado antes de este estudio. Se debe probar la validez (de contenido, de criterio y de constructo) y la confiabilidad del test (Sampieri, Collado y Lucio, 1991):
  - Es habitual validar el contenido de forma teórica (Rodero, Díaz, Guerrero y Duque, 2015), estudiando la racionalidad con que la prueba es construida o el grado en que el test aparenta cubrir los ítems, entre otros indicios (Messick, 1980). La validez de contenido, criterio y constructo se argumentan desde la base de que el CPC está inspirado en los test más utilizados en la psicología para medir el pensamiento crítico, y las variables se han construido mediante el análisis de las dimensiones de estos test, siendo consistentes con las teorías subyacentes en estos cuestionarios.
  - Por otro lado, para valorar la confiabilidad del test, se ha estudiado el Alfa de Cronbach (estadístico que mide la coherencia interna), la homogeneidad de los ítems, la potencialidad discriminativa de los ítems y la dificultad de los mismos.

### 3.2. Población y muestra

La población de esta investigación corresponde a dos institutos de las provincias de Barcelona y Sevilla, desglosada por sexo y curso en la siguiente tabla:

Tabla 2. Población del estudio

CURSO	SEXO		TOTAL
	Masculino	Femenino	
1º ESO	16	16	32
2º ESO	13	19	32
3º ESO	33	39	72
4º ESO	27	28	55
<b>TOTAL</b>	89	102	191

Fuente: Elaboración propia.

Sobre dicha población, se ha seleccionado la siguiente muestra de participantes, lo que supone una cobertura del 74%:

Tabla 3. Muestra del estudio

CURSO	SEXO		TOTAL
	Masculino	Femenino	
1º ESO	6	15	21
2º ESO	11	18	29
3º ESO	20	30	50
4º ESO	22	19	41
<b>TOTAL</b>	59	82	141

Fuente: Elaboración propia.

Los participantes en la investigación han cumplimentado el consentimiento informado (ver Anexo 3).

### 3.3. Diseño de la investigación

El diseño de la presente investigación corresponde a un estudio no experimental, transeccional y correlacional-causal, según las definiciones aportadas por Sampieri et al. (1991).

Una investigación no experimental es aquella en la que no se manipulan las variables deliberadamente. Es decir, se extraen los datos en su contexto natural y se estudian, sin

provocar modificaciones intencionadas en unas variables para ver cómo afecta esto a otras variables.

Una investigación es transversal o transeccional cuando los datos se recolectan en un momento del tiempo único, en lugar de en varios momentos o durante todo un lapso de tiempo (investigación longitudinal o evolutiva). Se trata de una fotografía de una situación concreta.

Una investigación es correlacional-causal cuando busca establecer relaciones entre diversas categorías o variables en un momento determinado, buscando establecer la causalidad o tratándolo únicamente en términos de correlación estadística.

### **3.3.1. Hipótesis de la investigación**

Para conseguir los objetivos de este estudio, se ha planteado la siguiente hipótesis general:

- Existe una relación significativa entre la competencia matemática y el pensamiento crítico.

Asimismo, para comprobarlo, se han establecido las siguientes hipótesis específicas:

- Hipótesis 1: Existen diferencias significativas en el nivel de pensamiento crítico en función de la edad.
- Hipótesis 2: No existen diferencias significativas en el nivel de pensamiento crítico en función del género.
- Hipótesis 3: Existe una correlación entre el rendimiento académico en matemáticas y el pensamiento crítico. Esta correlación es significativamente superior a la existente entre el rendimiento académico general y el pensamiento crítico.
- Hipótesis 4: Existe una correlación entre la inteligencia lógico-matemática de Gardner y el pensamiento crítico. Esta correlación es significativamente superior a la existente entre el conjunto de inteligencias de Gardner y el pensamiento crítico.
- Hipótesis 5: Existe una correlación entre un parámetro que combina el rendimiento académico en matemáticas con la inteligencia lógico-matemática de Gardner y el pensamiento crítico. Esta correlación es significativamente superior a la existente entre el parámetro que combina el rendimiento académico general con el conjunto de inteligencias de Gardner y el pensamiento crítico.

### 3.3.2. Descripción de los estadísticos y métodos utilizados en la investigación

Como se desprende de las hipótesis, esta investigación requiere de métodos estadísticos para hallar correlaciones, diferencias significativas entre medias y diferencias significativas entre correlaciones. Por ello, se han utilizado los siguientes estadísticos:

- Coeficiente de correlación de Pearson: Este coeficiente, comúnmente conocido como “r”, es una medida de la correlación lineal existente entre dos variables. El valor del mismo puede oscilar entre -1 y 1, habiendo más correlación cuanto más alejado se encuentre el valor de 0 (Fernández y Díaz, 1997). El signo indica el sentido de la relación, pudiendo ser directamente proporcional (signo positivo) o inversamente proporcional (signo negativo). Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{[\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2][\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2]}}$$

- Coeficiente de correlación de Spearman: El estadístico “ $\rho$ ” también es una medida de correlación entre dos variables, y el significado de sus valores es idéntico al de Pearson, oscilando entre -1 y 1 en función del sentido y la fuerza de la relación (Sandoval, 2008). La diferencia es que, en lugar de utilizar los valores de las variables, utiliza los rangos, siendo así menos sensible ante valores individuales extraños. Por ejemplo, en la figura 2 se puede observar una relación entre dos variables en que  $r=0,33$  y  $\rho=0,74$ . Realmente, la relación lineal entre las variables es bastante fuerte, pero existe una observación atípica que reduce mucho el primer estadístico. La fórmula para calcular el coeficiente de Spearman es la siguiente:

$$\rho = \frac{6 \sum_{i=1}^n D_i^2}{N(N^2 - 1)}$$

Donde D es la diferencia entre el rango ordinal de cada pareja de valores (por ejemplo, si para la observación 1, la variable X tiene la posición 3 al ordenar todos los valores de X de menos a más y la variable Y tiene la posición 5 al ordenar todos los valores de Y de menos a más, D es igual a 2).

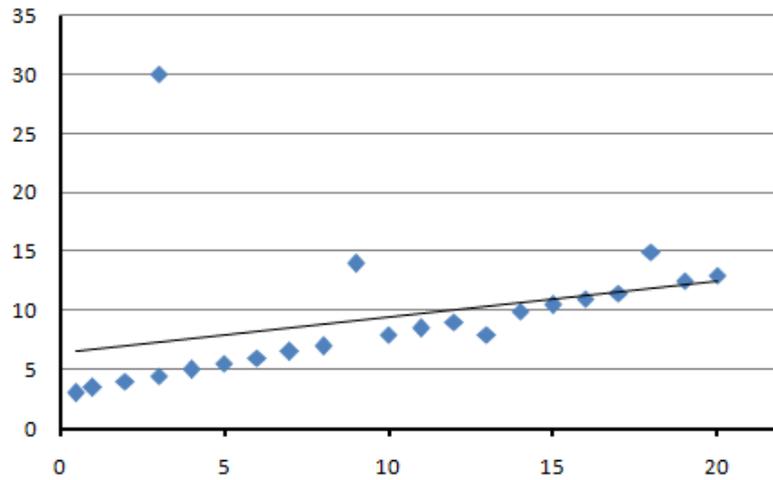


Figura 2. Observaciones de relación entre dos variables. Fuente: Elaboración propia.

Al tratar de coeficientes de correlación, es preciso tratar la significación de los mismos, que indica si se puede rechazar o no la hipótesis de que el valor alcanzado de correlación se haya dado debido al azar, lo que significaría que no se podría aseverar que las variables comparadas no son independientes. (Universidad de Alcalá, 2005). Para esta investigación, se han utilizado las tablas de valores críticos de Pearson y Spearman (Anexo 4), que indican, para diversos tamaños de muestra, el valor mínimo que debe alcanzar la correlación para poder considerarse que la correlación es significativa, o no obtenida por casualidad, con un nivel de confianza del 95%.

- **Contraste de medias:** Para determinar si la diferencia entre medias es significativa (en el caso de investigar si el nivel de pensamiento crítico es distinto para niños y niñas, por ejemplo) se ha realizado un contraste de hipótesis, en que la hipótesis nula es la igualdad de medias y la hipótesis alternativa la diferencia entre estas (Pérez, 2008). Para ello, se ha calculado el siguiente estadístico:

$$Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\left(\sqrt{S_1^2/\sqrt{n_1}}\right) - \left(\sqrt{S_2^2/\sqrt{n_2}}\right)}$$

Si el valor de este estadístico se encuentra entre -1,96 y 1,96 (región de aceptación de una distribución normal para un nivel de confianza del 95%) no se podrá considerar las medias como significativamente diferentes.

- **Contraste de correlaciones:** La comparación de dos correlaciones distintas mediante parámetros estadísticos no es habitual (León y Caycho, 2017), por lo que se deben argumentar a nivel cualitativo. No obstante, se ha hallado una propuesta de

estadístico para comparar correlaciones en el portal de estadística Stats SOS (2016), mediante el que se transforman las correlaciones en coeficientes Z de Fisher y se calcula un estadístico Z, que de nuevo deberá encontrarse fuera de los límites -1,96 y 1,96 para poder rechazar, a un 95% de confianza, la hipótesis de que las correlaciones son iguales. Se trata de la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{\left(\frac{1}{2} \ln \left[ \frac{1+r_1}{1-r_1} \right] \right) - \left(\frac{1}{2} \ln \left[ \frac{1+r_2}{1-r_2} \right] \right)}{\sqrt{\frac{1}{(n_1-3)} + \frac{1}{(n_2-3)}}}$$

### 3.4. Evaluación de resultados

#### 3.4.1. Validación del CPC

Una vez recolectados los datos, se han realizado las pruebas de validación del Cuestionario de Pensamiento Crítico mencionadas en el apartado anterior. En primer lugar, se ha estudiado el Alfa de Cronbach, para medir la coherencia interna de las dimensiones y del test en general. En resumen, el estadístico determina que los ítems destinados a valorar la misma dimensión sean coherentes. Por ejemplo, si la mayoría de participantes tuviera una puntuación de 0, 1 y 2 en los tres ítems que miden la creatividad, el Alfa de Cronbach para esta dimensión tendría un valor bajo, ya que tres preguntas que deberían valorar algo similar parecen tener resultados muy dispares.

Es necesario aclarar que el hecho de que existan tres ítems para valorar una dimensión es útil, en primer lugar, para evitar resultados engañosos debido a una respuesta anómala, y en segundo lugar para medir matices distintos dentro de la misma dimensión. Por ello, los valores pueden ser un tanto diferentes entre sí, pero si son exageradamente distintos puede significar que en realidad no miden lo mismo. También se prueba el Alfa de Cronbach del test en general, pues no se espera que la mayoría de los participantes sean sobresalientes en una o dos cualidades y deficientes en el resto, sino más bien que un buen pensador crítico destaque de manera similar en todas las dimensiones.

La fórmula que define el Alfa de Cronbach es la siguiente:

$$\alpha = \left[ \frac{k}{k-1} \right] \left[ \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right]$$

Donde “k” es el número de preguntas (o ítems),  $S_i^2$  es la varianza de cada ítem y  $S_t^2$  es la varianza de los ítems sumados entre sí. Con los datos recolectados, el Alfa de Cronbach para el CPC es del 85% (tabla 6).

Tabla 4. Alfa de Cronbach del CPC

Dimensión	Alfa de Cronbach
<i>Creatividad</i>	0,47
<i>Habilidad deductiva</i>	0,53
<i>Habilidad inductiva</i>	0,46
<i>Evaluación de argumentos y fuentes</i>	0,60
<i>Toma de decisiones</i>	0,58
<b>Global</b>	<b>0,85</b>

Fuente: Elaboración propia.

Para analizar estos resultados es necesario saber que los valores pueden variar entre 0 y 1, y se presume que los resultados ideales se dan entre el 70% y el 90%, siendo las preguntas demasiado similares entre sí cuando se supera el segundo umbral y demasiado diferentes por debajo del primero. En este caso nos encontramos con que el estadístico de coherencia interna presenta unos resultados excelentes a nivel global pero no tan buenos si se comprueban dimensión a dimensión. Esto puede deberse a dos causas:

- La escala no es lo suficientemente precisa: Para no complicar tanto la evaluación como la comprensión de la misma sólo se puede puntuar un ítem con cinco posibles valores (0/0,5/1/1,5/2). Esto dificulta la distinción entre aquellos que están por encima o por debajo de un valor en cantidad no suficiente como para variar la puntuación, y además provoca una dispersión no real entre ciertos ítems. Por ejemplo, un alumno puede responder correctamente una pregunta sin detenerse a realizar un análisis profundo de los motivos que le conducen a ello, lo cual puede ser la diferencia entre tener 1 o 2 puntos en ese ítem. La diferencia real no es tan grande como la que habría entre un 5 y un 10, que es la escala que considera el estadístico. No obstante, para el estudio se considera preferible que la escala no sea precisa al 100% y evitar la dificultad de justificación y valoración de los ítems si existieran demasiados

valores intermedios de puntuación pues, ¿qué significa realmente que un alumno tenga un 1,4 y otro un 1,7? ¿Cómo se puede explicar de forma sencilla y objetiva?

- Hay pocos ítems para valorar cada dimensión: Es imposible evaluar con certeza absoluta el nivel de pensamiento crítico de un estudiante con un test de 90 minutos. Se precisaría un instrumento más complejo y duradero para tener una medida fiable. No obstante, debido al alcance del estudio se ha tenido que simplificar el test para que su aplicación fuera sencilla y pudiera incluirse en la programación escolar de los institutos participantes, lo que ha resultado en 3 ítems para valorar cada dimensión y un cuestionario escrito a contestar en 90 minutos. Esto provoca una dispersión a nivel dimensión lo suficientemente grande como para dudar de los valores individuales de las mismas, cuando con 7 u 8 ítems podríamos confirmar o desmentir con bastante exactitud qué nivel de creatividad tiene un alumno, por ejemplo. En el apartado de limitaciones del estudio se menciona este punto, que sin embargo no supone tanto problema a la hora de valorar el nivel global de pensamiento crítico, puesto que se dispone de 15 ítems encaminados a desentrañar esta cualidad en los participantes, lo cual proporciona una medida más fiable como demuestra el valor de 85% obtenido con el alfa de Cronbach.

En segundo lugar, se ha comprobado la homogeneidad de los diversos ítems, calculando el coeficiente de correlación entre la puntuación de cada ítem y la puntuación total del test si no se tomara en consideración el ítem en cuestión. Esta prueba indica, para cada ítem, si aportan información útil y coherente con la conclusión del test. Los mejores ítems serán los que superen un 20% de correlación, lo que implica que son importantes para explicar parte de las conclusiones del test. En este caso, los resultados han sido muy positivos, encontrándose todos los ítems entre un 37% y un 68% de homogeneidad y la mayoría alrededor del 40%-50%, lo cual confirma que cada ítem por separado proporciona información coherente y complementaria al resto de ítems. La homogeneidad puede observarse en la siguiente tabla:

Tabla 5. Homogeneidad de los ítems del CPC

Ítems	Homogeneidad
1. CR	0,38
2. HI	0,50
3. AF	0,55
4. TD	0,45
5. HD	0,58
6. TD	0,68
7. HI	0,51

8. HD	0,37
9. AF	0,50
10. CR	0,41
11. HD	0,55
12. AF	0,53
13. TD	0,44
14. CR	0,44
15. HI	0,39

Fuente: Elaboración propia.

Otra prueba importante en la validación del cuestionario es la potencialidad discriminativa de los ítems. Esta se evalúa calculando los puntos que obtienen, para cada ítem, el 25% de los mejor puntuados y restándole los puntos que obtienen el 25% de los peor puntuados. Finalmente, se mide esta diferencia en porcentaje, siendo el 100% la puntuación máxima de la prueba. Por ejemplo, 100 participantes han contestado el ítem 1, que mide la creatividad. Los 25 mejores suman una puntuación total de 46, mientras que los 25 peores suman una puntuación de 15. La diferencia entre ambos grupos es de 31 puntos. Considerando que la máxima puntuación es de 50 (2 es la puntuación máxima de un ítem, y hay 25 participantes en cada grupo), el porcentaje de potencialidad discriminativa del ítem es de  $31/50 = 62\%$ . Se considera aceptables los ítems que discriminan como mínimo un 20% entre los mejores y los peores participantes. En este caso, han participado 141 participantes, por lo que se han medido las puntuaciones de los 35 mejores respecto a las de los 35 peores sobre una base de 70 puntos máximos. La potencialidad discriminativa de los ítems es la siguiente:

Tabla 6. Potencialidad discriminativa de los ítems del CPC

Ítems	25% mejores	25% peores	Potencialidad discriminativa
1. CR	64,5	30,0	0,49
2. HI	61,5	29,5	0,46
3. AF	66,5	32,5	0,49
4. TD	66,0	34,0	0,46
5. HD	62,0	27,0	0,50
6. TD	57,0	31,0	0,37
7. HI	58,0	31,0	0,39
8. HD	56,0	21,5	0,49
9. AF	65,0	33,0	0,46
10. CR	66,5	34,0	0,46
11. HD	58,0	32,0	0,37
12. AF	59,5	35,0	0,35

13. TD	59,0	34,0	0,36
14. CR	59,5	35,0	0,35
15. HI	60,0	35,0	0,36

Fuente: Elaboración propia.

Esta prueba confirma los resultados positivos de los ítems, obteniendo cada uno entre un 35% y un 50% de discriminación entre los mejores y los peores participantes, demostrándose que cada pregunta es capaz de distinguir entre los que responden bien y los que no.

Finalmente, la dificultad de los ítems se mide como la ratio entre la puntuación obtenida por todos los participantes respecto a la puntuación máxima. Si participan 100 y obtienen un 150, la dificultad de esta pregunta es del 75% (fácil), ya que la máxima puntuación era 200. Un buen cuestionario debería contener, en su mayor parte, preguntas de dificultad media (puntuación entre el 50% y el 73%) y debería seguir una distribución en forma de campana de los ítems según su dificultad, es decir: pocas muy fáciles o muy difíciles, unas cuantas fáciles y difíciles y muchas de dificultad media. Con 141 participantes, la puntuación máxima de cada ítem (si todos los estudiantes contestaran perfectamente) es de 282 puntos. Teniendo esto en cuenta, la dificultad de las preguntas del CPC es la siguiente:

Tabla 7. Dificultad de los ítems del CPC

Ítems	Puntuación obtenida	Dificultad
1. CR	186	0,66 (media)
2. HI	186	0,66 (media)
3. AF	198	0,70 (media)
4. TD	197	0,70 (media)
5. HD	183	0,65 (media)
6. TD	176	0,62 (media)
7. HI	175	0,62 (media)
8. HD	169	0,60 (media)
9. AF	193	0,68 (media)
10. CR	199	0,71 (media)
11. HD	177	0,63 (media)
12. AF	173	0,61 (media)
13. TD	174	0,62 (media)
14. CR	175	0,62 (media)
15. HI	187	0,66 (media)

Fuente: Elaboración propia.

Puede observarse que la dificultad de las preguntas está muy acotada, entre un 62% y un 71% (dificultad media), lo cual no es intrínsecamente negativo. Lo más importante, que la dificultad del test se encuentre en un nivel medio, se cumple. Respecto a la inexistencia de preguntas fáciles o difíciles, puede argumentarse que el cuestionario no está diseñado de modo que haya preguntas concretas que sirvan para destacar a los mejores (la famosa pregunta del excelente), sino que se ha buscado construir unas preguntas que aporten información en la misma medida sobre el nivel de pensamiento crítico, lo cual queda demostrado con el buen nivel de homogeneidad y potencialidad discriminativa alcanzado por cada ítem.

A continuación se muestra la distribución de la cantidad media de alumnos que han obtenido las posibles puntuaciones por ítem:

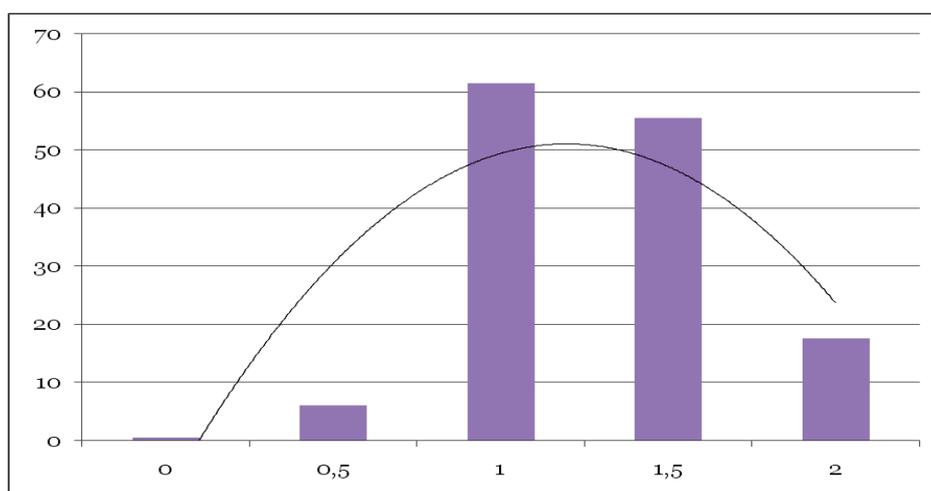


Figura 3. Distribución de las puntuaciones medias de los ítems del CPC. Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que una media de más de 60 alumnos ha conseguido la puntuación media (1) en cada ítem y una media de 55 ha conseguido una puntuación alta (1,5), quedando las puntuaciones muy altas o muy bajas (0, 0,5 y 2) relegadas a unos pocos participantes de media.

Como caso particular que ha arrojado resultados interesantes, el ítem con una distribución más dispersa ha sido el número 8, que mide la habilidad deductiva solicitando a los participantes relacionar unas conclusiones que habían alcanzado anteriormente con las consecuencias que se derivaban de aquellas. En este, 24 alumnos no han llegado al 1, mostrando una capacidad muy baja de relacionar sus propias conclusiones con las consecuencias de las mismas y sólo 7 alumnos han demostrado una perfecta conciencia de los efectos de sus pensamientos y decisiones.

Tras la realización de las pruebas, podemos concluir que la validación del test arroja unos resultados muy positivos, puesto que el Alfa de Cronbach es del 85% y las características de cada ítem por separado son las adecuadas. Únicamente se destaca una alerta, que nos pone sobre aviso de que la puntuación de cada dimensión puede no ser la más precisa. El resumen de las características de los ítems puede observarse en la siguiente tabla:

Tabla 8. Características de los ítems del CPC

Ítems	Homogeneidad	Potencialidad discriminativa	Dificultad
1. CR	0,38	0,49	0,66 (media)
2. HI	0,50	0,46	0,66 (media)
3. AF	0,55	0,49	0,70 (media)
4. TD	0,45	0,46	0,70 (media)
5. HD	0,58	0,50	0,65 (media)
6. TD	0,68	0,37	0,62 (media)
7. HI	0,51	0,39	0,62 (media)
8. HD	0,37	0,49	0,60 (media)
9. AF	0,50	0,46	0,68 (media)
10. CR	0,41	0,46	0,71 (media)
11. HD	0,55	0,37	0,63 (media)
12. AF	0,53	0,35	0,61 (media)
13. TD	0,44	0,36	0,62 (media)
14. CR	0,44	0,35	0,62 (media)
15. HI	0,39	0,36	0,66 (media)

Fuente: Elaboración propia.

Todos ellos aportan información coherente con el resultado del test y discriminan adecuadamente entre mejores y peores participantes. Como conclusión, podemos afirmar que el test es válido y fiable.

### 3.4.2. Resultados

Antes de pasar a comprobar las hipótesis, se ha resumido la información recogida por cursos y sexo. En la siguiente tabla se puede ver la media de la calificación de las asignaturas escogidas para el análisis de los alumnos participantes. Se muestra también la media global de las asignaturas y la media global sin tener en cuenta la asignatura de matemáticas, ya que esta última media es la que se ha utilizado para contrastar si predice mejor el pensamiento crítico que la propia media en matemáticas:

Tabla 9. Resumen de calificaciones medias de la muestra

Curso	Sexo	Media						
		Matemáticas	Castellano	Inglés	Naturales	Sociales	Global	Global sin matemáticas
1º ESO	♂	7,33	6,67	6,83	6,33	7,00	6,83	6,71
	♀	8,07	7,80	8,13	7,60	8,47	8,01	8,00
2º ESO	♂	6,55	6,55	7,45	7,73	7,91	7,24	7,41
	♀	6,44	6,78	7,33	8,11	8,44	7,42	7,67
3º ESO	♂	5,45	5,40	5,90	6,80	5,85	5,88	5,99
	♀	5,20	6,17	6,87	6,60	6,83	6,33	6,62
4º ESO	♂	5,50	6,59	6,95	7,41	6,59	6,61	6,89
	♀	5,42	6,21	7,21	6,68	6,47	6,40	6,64
<b>TOTAL</b>		5,97	6,43	7,03	7,14	7,08	6,73	6,92

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla se pueden observar diversos fenómenos interesantes de destacar, sin perder de vista que se está valorando un porcentaje de alumnos de cada curso y no la totalidad:

- En el primer año de educación secundaria, la asignatura de matemáticas está entre las notas más altas (de hecho la media en matemáticas es superior a la media global), mientras que en los siguientes años presenta casi siempre las peores notas y se encuentra ampliamente por debajo de la nota global.
- Las estudiantes de sexo femenino presentan unos resultados marcadamente superiores a los del sexo masculino en el primer curso de secundaria, pero la diferencia se va suavizando en los siguientes cursos hasta dejar de existir, e incluso encontrarse por debajo, en el último.
- Para ambos sexos, las notas en general van disminuyendo conforme avanzan de curso, con un ligero repunte al final. Esto se observa más claramente en la siguiente tabla, que prescinde de la distinción por sexos:

Tabla 10. Resumen de calificaciones medias de la muestra por cursos

Curso	Media						
	Matemáticas	Castellano	Inglés	Naturales	Sociales	Global	Global sin matemáticas
1º	7,86	7,48	7,76	7,24	8,05	7,68	7,63
2º	6,48	6,69	7,38	7,97	8,24	7,35	7,57
3º	5,30	5,86	6,48	6,68	6,44	6,15	6,37
4º	5,46	6,41	7,07	7,07	6,54	6,51	6,77

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente tabla muestra la media de la puntuación de las inteligencias múltiples de los alumnos participantes. Se muestra también la media global de inteligencias múltiples y la media global sin tener en cuenta la inteligencia lógico-matemática, ya que esta última media es la que se ha utilizado para contrastar si predice mejor el pensamiento crítico que la propia media en la inteligencia lógico matemática (para facilitar la comparación, se han pasado todas las puntuaciones de inteligencia a base 10):

Tabla 11. Resumen de inteligencias múltiples medias de la muestra

Curso	Sexo	Media									
		ILM	ILV	IVE	IMU	ICK	INTR	INTE	INA	Global	Global sin ILM
1º ESO	♂	6,67	5,67	6,00	7,67	7,33	6,00	9,17	7,17	6,96	7,00
	♀	5,87	6,40	5,53	7,13	5,87	6,20	8,13	5,80	6,37	6,44
2º ESO	♂	6,73	4,27	5,55	6,91	6,09	5,82	8,09	6,27	6,22	6,14
	♀	5,72	5,22	5,67	6,83	5,78	6,39	8,39	6,56	6,32	6,40
3º ESO	♂	6,75	4,90	6,25	6,90	5,70	6,50	7,50	5,70	6,28	6,21
	♀	6,23	5,53	5,97	7,07	6,43	6,83	8,20	6,03	6,54	6,58
4º ESO	♂	7,05	5,73	5,45	6,64	5,59	6,00	7,36	5,00	6,10	5,97
	♀	5,79	5,26	5,32	6,42	5,37	5,84	7,58	5,11	5,84	5,84
<b>TOTAL</b>		6,33	5,40	5,72	6,88	5,92	6,28	7,94	5,81	6,28	6,28

Fuente: Elaboración propia.

A primera vista no se observan coincidencias en las medias de las inteligencias con respecto a las calificaciones obtenidas y la media de la inteligencia lógico-matemática es bastante parecida a la global, que ni siquiera varía demasiado al extraer la primera del cómputo. La correlación de Pearson entre la calificación en matemáticas y la inteligencia lógico-matemática es del 23,02%, mientras que la de Spearman es del 21,89%, coincidiendo ambos en que la correlación, de existir, es bastante débil, conclusión que también se puede apreciar gráficamente:

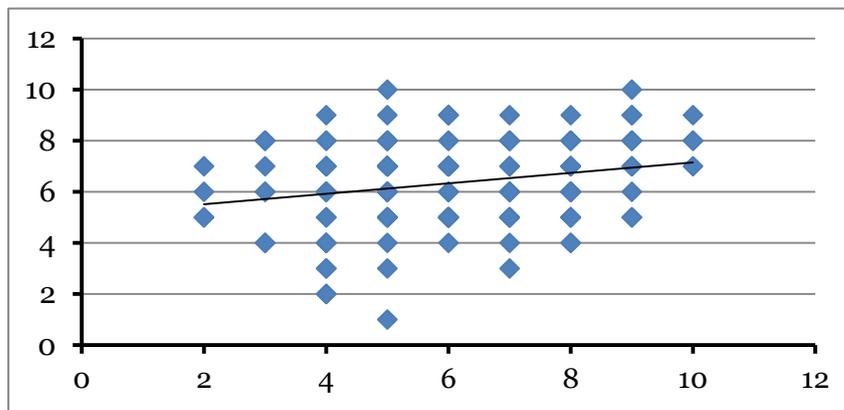


Figura 4. Distribución de observaciones de inteligencia lógico-matemática (eje vertical) y calificación matemática (eje horizontal).

Efectivamente, en el gráfico se observa una tendencia creciente muy ligera, ya que las notas más altas no bajan de cierto valor de inteligencia matemática. No obstante, la relación es muy tenue, y en calificaciones intermedias (4 o 5) se dan inteligencias matemáticas de todo tipo. Para el caso de este estudio no es un problema que esta relación sea débil, pues ya se partía de la premisa de que ambos indicios ofrecen información complementaria, y se utilizará tanto la calificación como la inteligencia para construir un parámetro que se contrastará con el nivel de pensamiento crítico.

Finalmente, la siguiente tabla muestra la media, también por curso y sexo, de la puntuación obtenida en el CPC por los alumnos participantes. De nuevo se han transformado todas las puntuaciones a base 10 para facilitar la comprensión y comparación. La puntuación media se muestra por dimensión y global:

Tabla 12. Resumen de pensamiento crítico medio de la muestra

Curso	Sexo	Media					
		Creatividad	Deducción	Inducción	Argumentos y fuentes	Toma de decisiones	Global
1º ESO	♂	5,97	5,28	5,69	5,70	5,69	5,67
	♀	6,83	5,72	5,72	6,61	6,11	6,20
2º ESO	♂	5,91	6,06	5,61	6,36	6,14	6,02
	♀	6,39	6,57	6,20	6,94	6,02	6,43
3º ESO	♂	6,71	6,17	6,75	6,63	6,67	6,58
	♀	7,11	6,75	7,28	6,97	6,83	6,99
4º ESO	♂	6,52	6,33	6,40	6,59	6,52	6,47
	♀	6,45	5,92	6,53	6,53	6,75	6,44
<b>TOTAL</b>		6,61	6,24	6,47	6,66	6,47	6,49

Fuente: Elaboración propia.

Sin entrar a valorar los resultados que se quieren probar (media interanual, media por sexos y correlaciones con otros datos), se puede observar que los participantes tienen una puntuación media similar en todas las dimensiones, siendo la creatividad y la valoración de argumentos y fuentes las que más destacan en positivo y la habilidad deductiva la que más destaca en negativo.

En cuanto a cómo interactúan las diferentes dimensiones entre sí, se ha construido una matriz de correlaciones de Pearson para poder valorarlo (figura 5). En esta, se puede apreciar que todas las dimensiones tienen una correlación bastante elevada con respecto al resultado global del test (siendo la más baja la creatividad con un 72%). Este hecho coincide con la presunción de que todas las dimensiones son importantes para un pensador crítico. Al

compararlas entre ellas, se puede afirmar que todas guardan una relación moderada entre ellas, y que la creatividad y la habilidad deductiva son las que tienen la relación más débil (39%), mientras que la propia habilidad deductiva y la evaluación de argumentos y fuentes son las más relacionadas (65%).

	Creatividad	Habilidad deductiva	Habilidad inductiva	Argumentos y fuentes	Toma decisiones	Total
Creatividad	1,00	0,39	0,53	0,44	0,50	<b>0,72</b>
Habilidad deductiva	-	1,00	0,53	0,65	0,62	<b>0,82</b>
Habilidad inductiva	-	-	1,00	0,57	0,56	<b>0,80</b>
Argumentos y fuentes	-	-	-	1,00	0,53	<b>0,81</b>
Toma decisiones	-	-	-	-	1,00	<b>0,81</b>
Total	-	-	-	-	-	<b>1,00</b>

Figura 5. Matriz de correlación entre dimensiones del CPC

### 3.4.3. Discusión de resultados

Hipótesis 1: Existen diferencias significativas en el nivel de pensamiento crítico en función de la edad.

En la tabla 12 se podía observar una tendencia creciente, para ambos sexos, en el nivel de pensamiento crítico según la edad, algo que se ve más claramente si se elimina el factor sexo del cuadro:

Tabla 13. Resumen de pensamiento crítico medio de la muestra por cursos

Curso	Media					
	Creatividad	Deducción	Inducción	Argumentos y fuentes	Toma de decisiones	Global
1º	6,59	5,59	5,71	6,35	5,99	6,05
2º	6,21	6,38	5,98	6,72	6,06	6,27
3º	6,95	6,52	7,07	6,83	6,77	6,83
4º	6,48	6,14	6,46	6,56	6,63	6,46

Fuente: Elaboración propia.

Para simplificar el cálculo, se han agrupado las cuatro clases en dos bloques, uno de 50 alumnos al que pertenecen los estudiantes de 1º y 2º y otro de 91 alumnos con los estudiantes de 3º y 4º. Esto favorece no sólo la sencillez sino que también diluye la razonable dispersión que se puede producir entre grupos, es decir, es posible que exista un grupo especialmente

sobresaliente o especialmente deficiente en algún aspecto por motivo del azar. Al comparar muestras más grandes se reduce la posibilidad de que ocurran este tipo de coincidencias. Por ejemplo, en la muestra se puede observar que la media global del grupo de 3<sup>o</sup> es superior a la media global del grupo de 4<sup>o</sup>. Esto podría significar tres cosas:

- El grupo de 3<sup>o</sup> tiene unos niveles de pensamiento crítico superiores a la media real de estudiantes su edad.
- El grupo de 4<sup>o</sup> tiene unos niveles de pensamiento crítico inferiores a la media real de estudiantes su edad.
- Realmente no se produce un incremento del pensamiento crítico con la edad, o al menos no entre los 14 y los 15 años.

Como no podemos discernir entre estas tres posibilidades con certeza, ya que se precisaría de una muestra más grande, unimos los cuatro grupos de la manera ya explicada, ampliando las muestras que vamos a comparar pero manteniendo dos bloques de edades diferenciadas (12 y 13 años respecto a 14 y 15 años). Tras esto, las medias y varianzas quedan así:

Tabla 14. Media de pensamiento crítico por bloque de edad

Curso	Media					
	Creatividad	Deducción	Inducción	Argumentos y fuentes	Toma de decisiones	Global
1 <sup>o</sup> - 2 <sup>o</sup>	6,37	6,05	5,87	6,57	6,03	6,18
3 <sup>o</sup> - 4 <sup>o</sup>	6,74	6,35	6,79	6,71	6,70	6,66

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Varianza de pensamiento crítico por bloque de edad

Curso	Varianza					
	Creatividad	Deducción	Inducción	Argumentos y fuentes	Toma de decisiones	Global
1 <sup>o</sup> - 2 <sup>o</sup>	1,38	1,41	0,91	1,35	1,18	0,54
3 <sup>o</sup> - 4 <sup>o</sup>	2,00	2,59	1,74	2,29	1,91	1,43

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo estos valores y los tamaños de cada muestra (50 y 91) se puede aplicar el contraste de hipótesis de que las medias son iguales, para lo cual se debe calcular el estadístico mencionado en el apartado 3.3.2., que arroja los siguientes resultados:

Tabla 16. Contraste de medias por edad

Dimensiones	Creatividad	Deducción	Inducción	Argumentos y fuentes	Toma de decisiones	Global
Estadístico	23,63	4,00	13,34	2,73	16,98	4,32

Fuente: Elaboración propia.

Como se ha explicado, si un valor se encuentra fuera del rango que va entre -1,96 y 1,96 se rechaza la hipótesis de la igualdad de medias. Por tanto podemos asegurar, a un nivel de confianza del 95%, que el pensamiento crítico es diferente para el grupo que tiene de 12 a 13 años y el que tiene de 14 a 15 años, en este caso es superior para todas las dimensiones y a nivel global, confirmando la primera hipótesis específica.

Hipótesis 2: Existen diferencias significativas en el nivel de pensamiento crítico en función del género.

Tal como se ha hecho con las edades, a continuación se muestran las tablas de media y varianza del pensamiento crítico según el género.

Tabla 17. Media de pensamiento crítico por género

Sexo	Media					
	Creatividad	Deducción	Inducción	Argumentos y fuentes	Toma de decisiones	Global
♂	6,41	6,12	6,30	6,47	6,41	6,34
♀	6,75	6,33	6,59	6,80	6,50	6,59

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Varianza de pensamiento crítico por género

Sexo	Varianza					
	Creatividad	Deducción	Inducción	Argumentos y fuentes	Toma de decisiones	Global
♂	1,68	2,10	1,40	2,09	2,02	1,12
♀	1,86	2,24	1,79	1,83	1,57	1,18

Fuente: Elaboración propia.

A primera vista se observan diferencias, aunque leves, en las medias de los estudiantes masculinos y los femeninos. Si la diferencia se confirma a nivel estadístico, la segunda hipótesis se verá desmentida. Tomando estos datos y los tamaños muestrales (59 niños y 82 niñas), se aplica el contraste de hipótesis de igualdad de medias, obteniendo los resultados siguientes:

Tabla 19. Contraste de medias por género

Dimensiones	Creatividad	Deducción	Inducción	Argumentos y fuentes	Toma de decisiones	Global
Estadístico	-23,37	-8,61	15,16	-4,53	-0,95	-12,05

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, la diferencia se considera efectiva a un nivel de confianza del 95% para la puntuación total del cuestionario y para todas las dimensiones excepto la toma de decisiones, cuyo valor no permite rechazar la hipótesis nula de que las medias son iguales. En todo caso, a nivel global se considera que sí existen diferencias, aunque leves, en la puntuación media del cuestionario para los estudiantes masculinos y femeninos, rechazando la segunda hipótesis específica.

Hipótesis 3.1: Existe una correlación entre el rendimiento académico en matemáticas y el pensamiento crítico.

Para comprobar este supuesto, se han calculado los coeficientes de correlación de Pearson y Spearman entre el rendimiento académico en la asignatura de matemáticas y la puntuación total del test de pensamiento crítico, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 20. Correlación entre rendimiento matemático y pensamiento crítico

Correlación	
Pearson	0,34
Spearman	0,37

Fuente: Elaboración propia.

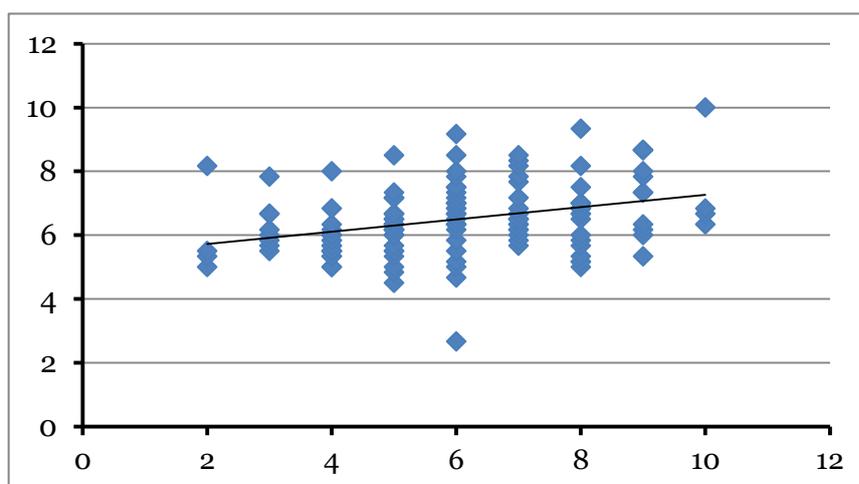


Figura 6. Distribución de observaciones de pensamiento crítico (eje vertical) y calificación matemática (eje horizontal).

Ambos coeficientes coinciden en que existe una relación moderada, no excesiva, pero suficiente para hablar de relación significativa (para muestras de 100 personas los valores críticos de los coeficientes de Pearson y Spearman son muy inferiores). Esta correlación puede observarse gráficamente, mostrando los resultados del CPC una tendencia al alza conforme aumenta la calificación.

Hipótesis 3.2: Esta correlación es significativamente superior a la existente entre el rendimiento académico general y el pensamiento crítico.

Del mismo modo, se ha comprobado la correlación entre el rendimiento académico general sin tomar en consideración la calificación en matemáticas y el nivel de pensamiento crítico, con los siguientes resultados:

Tabla 21. Correlación entre rendimiento general y pensamiento crítico

Correlación	
Pearson	0,46
Spearman	0,47

Fuente: Elaboración propia.

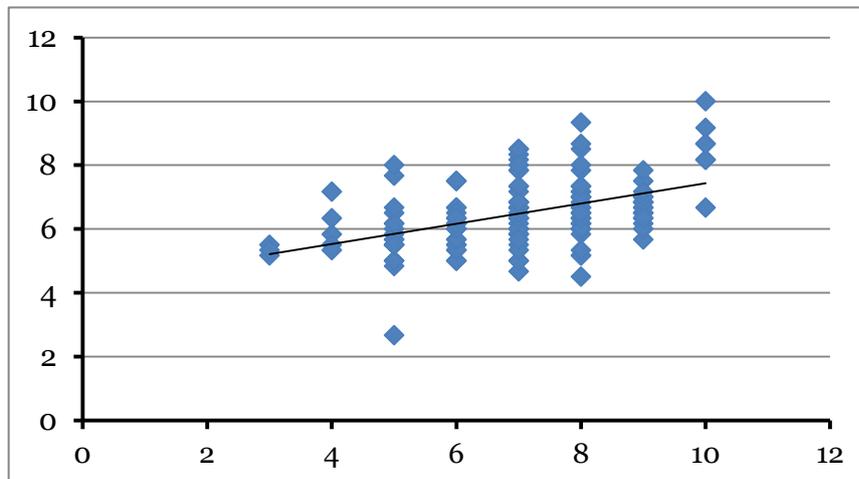


Figura 7. Distribución de observaciones de pensamiento crítico (eje vertical) y rendimiento académico general (eje horizontal).

Contrariamente a lo esperado inicialmente, la correlación ha resultado superior tomando la calificación media de los alumnos en lugar de las matemáticas. Gráficamente la mejoría también es evidente, aunque no marcadamente superior. Para concluir el análisis se ha realizado el contraste de hipótesis, tomando como hipótesis nula la igualdad de correlaciones y aplicando el estadístico mencionado en el apartado 3.3.2. para probarlo, cuyo resultado es el siguiente:

Tabla 22. Contraste de correlaciones por calificación académica

Correlación	Pearson	Spearman
Estadístico	-1,20	-0,95

Fuente: Elaboración propia.

Curiosamente, a pesar de la diferencia de diez puntos porcentuales entre las dos correlaciones, no se puede afirmar que estas sean distintas con un 95% de confianza estadística. Esto puede explicarse por el tamaño de la muestra, ya que la multitud de factores que entran en juego en la relación entre dos variables es tal que ante muestras inferiores a una magnitud importante no puede confirmarse un grado exacto de correlación. Para experimentar con esto, se ha modificado en el cálculo del estadístico Z únicamente el tamaño muestral (suponiendo que correlaciones y varianzas permanecerían invariables), y se requeriría una muestra de 450 sujetos para confirmar que una correlación de un 34% y otra de un 46% son distintas en realidad.

En definitiva, aunque existe correlación entre el rendimiento matemático y el pensamiento crítico, esta no es significativamente superior a la existente entre el rendimiento académico general y el pensamiento crítico. En todo caso, parece inferior, pero tampoco puede demostrarse estadísticamente.

Hipótesis 4.1: Existe una correlación entre la inteligencia lógico-matemática de Gardner y el pensamiento crítico.

De nuevo, como para la hipótesis anterior, se han calculado los coeficientes de correlación de Pearson y Spearman para las magnitudes que queremos relacionar, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 23. Correlación entre inteligencia lógico-matemática y pensamiento crítico

Correlación	
Pearson	0,16
Spearman	0,15

Fuente: Elaboración propia.

En este caso la correlación es más endeble, casi inexistente. Gráficamente, se observa como la inteligencia lógico-matemática engloba todo tipo de valores de pensamiento crítico y la pendiente de la relación es muy suave.

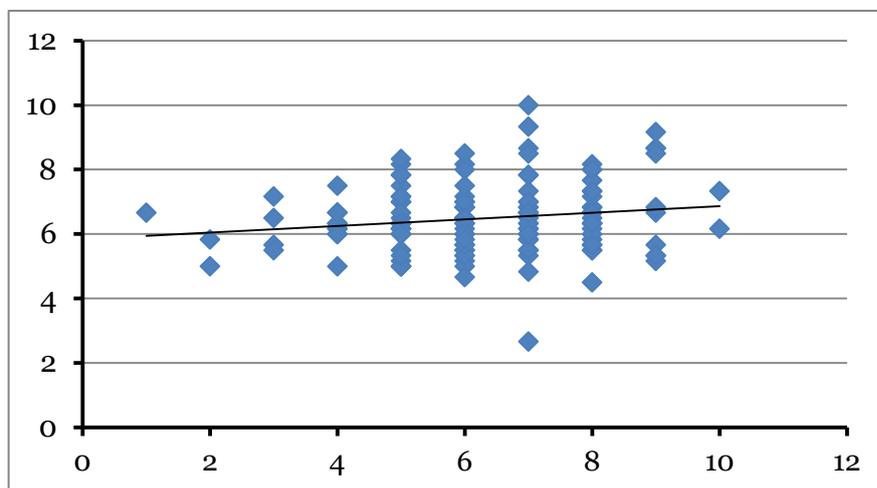


Figura 8. Distribución de observaciones de pensamiento crítico (eje vertical) e inteligencia lógico-matemática (eje horizontal).

Hipótesis 4.2: Esta correlación es significativamente superior a la existente entre el conjunto de inteligencias de Gardner y el pensamiento crítico.

Del mismo modo, se ha comprobado la correlación entre el conjunto de inteligencias de Gardner sin tomar en consideración la lógico-matemática y el nivel de pensamiento crítico, con los siguientes resultados:

Tabla 24. Correlación entre inteligencias de Gardner y pensamiento crítico

Correlación	
Pearson	0,11
Spearman	0,14

Fuente: Elaboración propia.

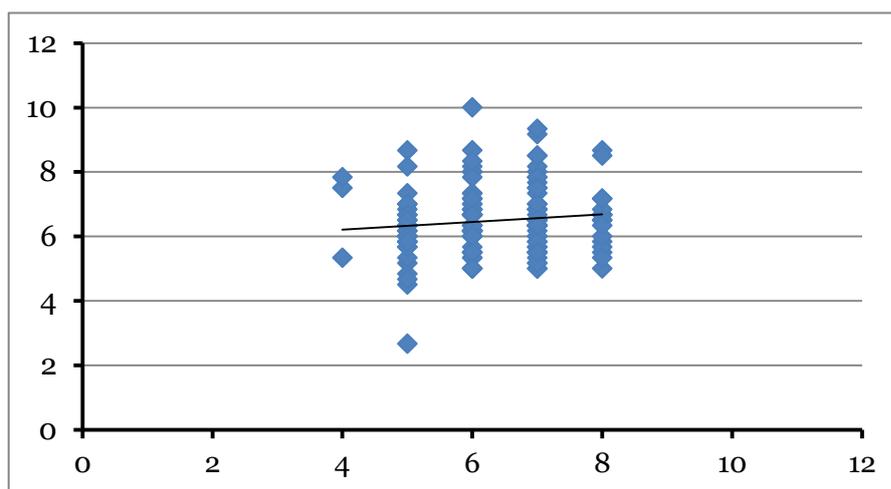


Figura 9. Distribución de observaciones de pensamiento crítico (eje vertical) e inteligencias de Gardner (eje horizontal).

En este caso, la correlación con la media de inteligencias de Gardner es menos explicativa que la correlación con la inteligencia lógico-matemática por sí sola. Prácticamente se puede

negar la relación. Finalmente, se ha realizado de nuevo el contraste de hipótesis para averiguar la posible diferencia de correlaciones:

Tabla 25. Contraste de correlaciones por inteligencias

Correlación	Pearson	Spearman
Estadístico	0,40	0,10

Fuente: Elaboración propia.

Como era evidente, no se puede concluir que las correlaciones sean distintas, ya que la diferencia entre una y otra no llega a cinco puntos porcentuales. Haciendo un ejercicio análogo al de la anterior hipótesis, se ha comprobado que sería necesaria una muestra de 4000 sujetos para confirmar que una correlación de un 16% y otra de un 11% son distintas.

En resumen, no se puede afirmar estadísticamente la existencia de correlación entre la inteligencia lógico-matemática de Gardner y el pensamiento crítico ni, además, que esta sea diferente a la existente entre el conjunto de inteligencias de Gardner y el pensamiento crítico.

Hipótesis 5.1: Existe una correlación entre un parámetro que combina el rendimiento académico en matemáticas con la inteligencia lógico-matemática de Gardner y el pensamiento crítico.

Para comprobar la última hipótesis, se ha construido un modelo de regresión lineal tomando como valores de entrada la calificación en matemáticas y el valor de la inteligencia lógico-matemática y como valor de salida la puntuación en el cuestionario de pensamiento crítico. El modelo resultante es el siguiente:

$$PC = 5,06 + 0,18*CM + 0,05*ILM$$

Donde PC es “pensamiento crítico”, CM es “calificación matemática” e ILM es “inteligencia lógico-matemática”. Esta aplicación predice el posible valor de PC dados un CM y un ILM observados en el alumno. Este modelo de regresión tiene un coeficiente de correlación (relación entre resultados observados y resultados predichos) del 34,64%, muy cercano al coeficiente observado entre la calificación matemática y el pensamiento crítico, lo cual es lógico, ya que el coeficiente observado para la inteligencia lógico-matemática era muy bajo, y se puede apreciar que el valor de esta variable apenas influye en la predicción (multiplicándose por 0,05). El modelo tiene un error típico de 1,02, lo cual significa que, de media, se equivoca en un punto de pensamiento crítico por cada participante.

Hipótesis 5.2: Esta correlación es significativamente superior a la existente entre el parámetro que combina el rendimiento académico general con el conjunto de inteligencias de Gardner y el pensamiento crítico.

Al construir el modelo de regresión lineal con la calificación media de los alumnos excluyendo matemáticas (CG) y el conjunto de inteligencias de Gardner excluyendo la lógico-matemática (IG), se obtiene la siguiente expresión:

$$PC = 3,81 + 0,31*CG + 0,07*IG$$

La correlación de este modelo es del 47,22%, y se observa que el término fijo es más pequeño y los coeficientes asociados a las variables de entrada son mayores, lo cual confirma que estas variables explican más el resultado que en el anterior modelo. El error típico es de 0,96 en este caso.

De nuevo, ya que los coeficientes de correlación de ambos modelos son prácticamente idénticos que en la tercera hipótesis, no se puede confirmar estadísticamente que estos sean distintos, y en todo caso sigue pareciendo superior la predictibilidad de la competencia general respecto a la competencia matemática.

Por tanto, a pesar de existir la correlación buscada, esta no es significativamente superior a la del parámetro general.

### **3.5. Conclusiones**

A pesar de las prometedoras perspectivas de éxito que asomaban por el horizonte tras demostrar con exactitud la primera hipótesis específica (a mayor edad, mayor pensamiento crítico), la realidad ha dado un golpe sobre la mesa y los resultados se han rebelado para ir rechazando, una a una, el resto de hipótesis planteadas, dejando como conclusiones:

- Que el sexo sí influye, aunque muy levemente, en el pensamiento crítico durante la adolescencia, demostrando los estudiantes de género femenino unas puntuaciones superiores a las del género masculino.
- Que no se puede afirmar la existencia de relación entre inteligencia lógico-matemática de Gardner y pensamiento crítico, tampoco así con el conjunto de inteligencias de Gardner.

- Que la calificación en matemáticas está relacionada efectivamente con el nivel de pensamiento crítico, aunque la calificación media global de los estudiantes parece mejor para predecirlo.
- Derivada lógicamente de las dos anteriores, que el parámetro que combina calificación matemática e inteligencia lógico-matemática parece menos predictivo (en términos de pensamiento crítico) que aquel que combina calificación global y conjunto de inteligencias.

¿Se pueden entender estas conclusiones de manera que no echen por tierra casi veinte páginas de fundamentación teórica de la investigación? Efectivamente, si se tienen en cuenta varias reflexiones lógicas, de las que no se pueden calcular mediante modelos matemáticos (de momento) y cuya generación diferencia, a día de hoy, al hombre de la máquina.

En primer lugar, una calificación en la asignatura de matemáticas es una observación, mientras que la calificación media del resto de asignaturas es un parámetro construido en base a diversas observaciones. La dispersión esperada de una única observación siempre será superior a la de un conjunto de observaciones.

Del mismo modo que un examen es un instrumento poco fiable de dispersión elevada, en que un ignorante puede tener suerte y sacar buena nota o viceversa, pero la conjunción de todos los exámenes y evidencias evaluables recogidas a lo largo de un trimestre o un curso escolar sí que generan una medida más fiable, dejando por norma general al ignorante y al sabio en su lugar, funciona una calificación de cualquier materia respecto a la calificación media de todas las materias.

Pese a que la calificación de cada alumno en matemáticas puede considerarse que cuenta con un grado elevado de confiabilidad, esa calificación recoge los hechos demostrados por el alumno durante las horas de matemáticas (menos de un 10% del tiempo que pasan en el instituto) mientras que la calificación media recoge los hechos demostrados por cada alumno durante todo el tiempo que ha permanecido en el instituto.

El hecho de que la correlación entre nota matemática y pensamiento crítico sea tan similar a la correlación entre nota general y pensamiento crítico que no se pueda confirmar estadísticamente que son diferentes es, de hecho, prueba de que la calificación matemática es un buen indicio para predecir el pensamiento crítico de un alumno, ese elemento abstracto del todo psicológico de una persona que busca aproximar su capacidad para tomar decisiones basadas en el razonamiento y, además, para razonar correctamente.

No hay que perder de vista que el yo psicológico se construye gracias a cientos de factores (sociológicos, físicos, intelectuales, familiares...) y, por tanto, que el hecho de tener un indicio único que permita predecir el 34% de una característica de ese yo psicológico puede tildarse, como mínimo, de sorprendente.

Del mismo modo, puede valorarse positivamente también de la nota media el demostrar un 47% aproximado de predictibilidad. El hecho de que una sola de las facetas mencionadas, la escolar (frente a la social, la familiar o la meramente interna) pueda utilizarse para predecir al 50% la capacidad de razonar de un estudiante habla muy bien de la educación escolarizada y las evidencias que ofrece esta a los padres. No hay nunca, en definitiva, una explicación sencilla para predecir elementos complejos.

Tampoco se debe olvidar el hecho, ya mencionado, de que sólo se ha podido reunir una evidencia de pensamiento crítico, tomada en un momento concreto del tiempo. Y es que aunque el CPC esté basado en los cuestionarios y teorías psicológicas estudiadas y la validación haya resultado altamente positiva, nunca será tan fiable una fotografía, una única observación, como una observación sistemática y prolongada en el tiempo de diversas evidencias y a través de diversos métodos, por exacta y definida que sea dicha fotografía.

Finalmente, antes de arrojar una conclusión definitiva, es importante recordar que la investigación se ha construido en base a medidores de correlación estadística que, aunque permiten confirmar con cierta exactitud la existencia de relación entre dos variables, en ningún caso explican el sentido de la relación, que de nuevo debe razonarse. Es decir, en caso de existir una relación altamente elevada y confirmada estadísticamente entre la variable A y la variable B, caben cuatro posibilidades:

- A causa B.
- B causa A.
- Un factor C causa A y B.
- A y B están relacionadas por efecto del azar, por extraño que esto sea, pues como asevera el matemático norteamericano John Allen Paulos (1988), “sería muy improbable que los casos improbables no ocurrieran”.

Es de nuevo el razonamiento el que debe explicar hacia donde se mueve esa relación o incluso si existe, digan lo que digan los fríos números. En este caso es razonable pensar que sea la capacidad matemática, en tanto que la matemática puede definirse como el lenguaje de la lógica, una herramienta para solucionar problemas a lo largo de la historia, la que genere o

favorezca una parte importante del denominado pensamiento crítico, así como que existen otros elementos como el lenguaje (37% de correlación entre la calificación en lengua castellana y el pensamiento crítico) o los valores transmitidos por la familia que también son importantes en la determinación del pensamiento crítico por completo.

En definitiva, en base a la investigación y los resultados encontrados, puede afirmarse con un grado elevado de seguridad que la competencia matemática influye de manera importante en el pensamiento crítico, pero también ha quedado patente que no es, ni mucho menos, el único factor.

### **3.5.1. Limitaciones y prospectiva**

La principal limitación, ya mentada a lo largo del trabajo, es la de utilizar un único cuestionario de dos horas de duración para tratar de medir un concepto tan complejo y abstracto como el “pensamiento crítico”. Una de las consecuencias más visibles ha sido tener unas dimensiones del pensamiento crítico quizás poco claras, como se ha observado en el apartado 3.4.1. Evidentemente, en este tipo de investigaciones se debe trabajar con simplificaciones de la realidad que ofrezcan una imagen lo suficientemente parecida a la complejidad auténtica. Sin embargo, y relacionándolo con la prospectiva, sería de gran provecho realizar una investigación más prolongada en el tiempo, con instrumentos más elaborados y variados y diferentes medios de observación. Se trataría de algo similar a la tarea que se lleva a cabo en la escuela en que se valoran las competencias generales para incorporarse a la sociedad de los estudiantes pero enfocado al pensamiento crítico.

Otra limitación que se debe destacar, algo relacionada con el hecho de tomar una foto del pensamiento crítico en un momento dado, es la actitud de los alumnos al enfrentarse al CPC. Aunque por fortuna no puede hablarse de mayorías, se ha podido observar algunos estudiantes que simplemente no tenían ganas de escribir en el momento de realizar el test y, al ser conscientes de que no era una actividad evaluable para su expediente, se han limitado a contestar banalidades, no dejando muestras auténticas de su pensamiento crítico, e invalidando la finalidad del cuestionario. De nuevo, se destaca que con una medición más holística esta cuestión se corregiría.

La última cuestión limitante es en relación a la muestra, pues al ser un proyecto de corto alcance, participación voluntaria y no ligada a algún órgano institucional, la confección de la muestra se ha limitado a “los alumnos que han querido participar”, ya que si se debía realizar un proceso de muestreo dentro de esa parte de los estudiantes, habría quedado una porción excesivamente pequeña para poder hablar de resultados firmes. 141 participantes es un buen

número, teniendo en cuenta la escala de la investigación, pero difícilmente se podría reducir y hablar de análisis estadístico serio.

En cuanto a prospectiva, uno de los grandes *outputs* de este trabajo (que no se limitan sólo a resultados de una investigación) ha sido la creación de un nuevo instrumento de medición del pensamiento crítico definido en base a la literatura científica. Este test, todavía en pañales, se considera un embrión de lo que podría ser a futuro una potente herramienta de apoyo para otras investigaciones. Podría decirse que el gran “pero” del cuestionario es también su gran virtud, y es el hecho de que la respuesta no está objetivada de antemano. En el momento en que se pretende objetivar qué respuesta es la única que indica un pensamiento crítico (sea en forma de pregunta cerrada o de pregunta abierta pero con una única respuesta buena posible) se están perdiendo multitud de matices que se ha considerado importante incluir. Es un cuestionario que debe valorarse por el investigador con el criterio de buscar los indicios de pensamiento crítico que se indican en cada pregunta, pero sin construir un listado cerrado de estos indicios, que acotaría y falsearía la definición de pensamiento crítico. Si este instrumento, de creación original, se utiliza en futuras investigaciones y cada investigador aporta su grano de arena en la mejora y conceptualización del mismo, puede llegar a cotas insospechadas en cuanto a caracterización de evidencias. Esta sugerencia y la de llevar a cabo un estudio similar a un nivel más global y prolongado podrían conducir a investigaciones muy interesantes en el futuro y a un auténtico avance pedagógico en la indagación de qué habilidades, tanto aprendidas como heredadas, conducen a qué progresos.

## 5. Referencias bibliográficas

### 5.1. Bibliografía

Ahvan, Y. y Pour, H. (2016). The correlation of multiple intelligences for the achievements of secondary students. *Educational Research and Reviews*, 11 (4), 141-145.

Allen, J. (1988). *Innumeracy: Mathematical illiteracy and its consequences*. Nueva York: Hill and Wang.

Comunidades Europeas (2007). *Competencias clave para el aprendizaje permanente. Un marco de referencia europeo*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.

Cornejo, C., Luengo, M., San Martín, N., Abello, I. y Larenas, C. (2017). Análisis de instrumentos de medición del pensamiento crítico. *Ciencias Psicológicas*, 11 (1), 19-28.

Cortés, E. M. (2013). *Relación entre inteligencias múltiples, creatividad y rendimiento académico en matemáticas para la elección de materias optativas*. (Trabajo Final de Máster). Universidad Internacional de La Rioja, Logroño.

Deary, J., Strand, S., Smith, P. y Fernandes, C. (2007). Intelligence and educational achievement. *Intelligence*, 35 (1), 13-21.

Donado, M. y Padilla, M. (2012). Estudio de la competencia matemática en la infancia. *Psicogente*, 15 (27), 139-152.

Drago, J. (2016). *Nos comparamos siendo distintos: Comparación de correlaciones de grupos diferentes*. Recuperado el 19 de noviembre de 2018 de <https://statsos.net/2016/05/23/nos-comparamos-siendo-distintos-comparacion-de-correlaciones-en-grupos-diferentes/>

Ennis, R., y Millman, J. (1985). *Cornell critical thinking test, level X*. Pacific Grove: Midwest Publications.

Ennis, R., y Millman, J. (1985). *Cornell critical thinking test, level Z*. Pacific Grove: Midwest Publications.

Facione, P. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction*. Millbrae: The California Academic Press.

Facione, P., Facione, N., y Giancarlo, C. (2000). The disposition toward critical thinking: Its character, measurement, and relationship to critical thinking skill. *Informal Logic*, 20 (1), 61-84.

Fernández, S. y Díaz, S. (1997). *Relación entre variables cuantitativas*. Recuperado de: [https://www.fisterra.com/mbe/investiga/var\\_cuantitativas/var\\_cuantitativas2.pdf](https://www.fisterra.com/mbe/investiga/var_cuantitativas/var_cuantitativas2.pdf)

García, B. y Botello, A. (2018). Relación entre el pensamiento crítico y el desempeño académico en alumnos de escuela preparatoria. *Educar*, 54 (2), 411-427.

Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Nueva York: Basic Books.

Gardner, H. (1999). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21<sup>st</sup> century*. Nueva York: Basic Books.

Gardner, H. (2005). Inteligencias múltiples veinte años después. *Revista de Psicología y Educación*, 1 (1), 27-34.

Godino, J. (2002). Competencia y comprensión matemática: ¿qué son y cómo se consiguen? *Uno: Revista Didáctica de las Matemáticas*, 8 (29), 9-19.

Hajhashemi, K. y Bee Eng, W. (2010). A validation study of the Persian version of McKenzie's (1999) multiples intelligences inventory to measure MI profiles of pre-university students. *Pertanika Journal of Social Sciences and Humanities*, 18 (2), 343-355.

Halpern, D. (1998). Teaching critical thinking for transfer across domains dispositions, skills, structure training, and metacognitive monitoring. *American Psychologist*, 53(4), 449-455.

Hervás, J. (s.f.). *Control estadístico de procesos*. Recuperado el 16 de noviembre de 2018 de <http://www.matematicasyoesia.com.es/Estadist/ManualCPE05p2.htm>

Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2013). *PISA 2012: Programa para la evaluación Internacional de los Alumnos. Informe español. Volumen I: Resultados y contexto*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

León, J. (2017). Q de Cohen: Comparación de Correlaciones entre Muestras Independientes en base a Urzúa et al. *Revista médica de Chile*, 145. 410-412.

Mangione, E., Anglat, H. (2007). Evaluación de la competencia crítica a través del test Watson-Glaser. Exploración de sus cualidades psicométricas. *Revista de Psicología*, 3 (6).

Mayo, I. (2011). Competencias básicas y objetivos del aprendizaje. En Mayo, I. y Pino-Juste, M. (coords.) (1ª Ed.). *Diseño y desarrollo del currículum* (pp. 141-168). Madrid: Alianza Editorial.

McKenzie, W. (1999). *Multiple intelligences survey*. Recuperado el 17 de noviembre de 2018 de <http://surfaquarium.com/MI/inventory.htm>

Messick, S. (1980). Test validity and the ethics of assessment. *American Psychologist*, 35, 1.012-1.027.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (s.f.). *Competencias básicas*. Recuperado el 15 de octubre de 2018 de <http://www.mecd.gob.es/educacion-mecd/areas-educacion/estudiantes/educacion-secundaria/informacion-general/competencias-basicas.html>

Ministerio de Educación y Cultura. (2007). *Informe de Resultados. Test de Pensamiento Crítico*. Asunción: MEC.

Miranda, C. (2003). El pensamiento crítico en docentes de Educación General Básica en Chile: un estudio de impacto. *Estudios Pedagógicos*, 29, 39-54.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2005). *Definición y selección de competencias clave. Resumen ejecutivo*. Recuperado de <http://deseco.ch/bfs/deseco/en/index/03/02.parsys.78532.downloadList.94248.DownloadFile.tmp/2005.dsceexecutivesummary.sp.pdf>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2017). *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo: Lectura, matemáticas y ciencias*. Versión preliminar. París: OECD Publishing.

Perales, R. (2014). *Diseño y validación de un instrumento de evaluación de la competencia matemática: rendimiento matemático de los alumnos más capaces*. (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid.

Pérez, A. (2008). *Estadística aplicada: conceptos básicos*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Prieto, D. y Ballester, P. (2003). *Las inteligencias múltiples. Diferentes formas de enseñar y aprender*. Madrid: Pirámide.

Psicoactiva (2013). *Test de inteligencias múltiples para niños*. Recuperado el 17 de octubre de 2018 de <https://www.psicoactiva.com/test/test-de-inteligencias-multiples-para-ninos.htm>

Regader, B. (2018). *La teoría de las inteligencias múltiples de Gardner*. Recuperado el 17 de octubre de 2018 de <https://psicologiaymente.com/inteligencia/teoria-inteligencias-multiples-gardner>

Rey, F. J. (2010). Aprendizaje de la competencia matemática mediante problemas de contenido científico y de la vida cotidiana. *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, (17).

Rico, L. (2005). La competencia matemática en PISA. En Montero, C., Rico, L., Recio, T., García, S. y Andradás, C. (1ª Ed.). *La Enseñanza de las matemáticas y el Informe PISA* (pp. 21-40). Madrid: Fundación Santillana.

Rivas, S. y Saiz, C. (2008). Evaluación en pensamiento crítico: una propuesta para diferenciar formas de pensar. *Ergo, Nueva Época*, (22-23), 25-66.

Rivas, S. y Saiz, C. (2012). Validación y propiedades psicométricas de la prueba de pensamiento crítico PENCRISAL. *Revista Electrónica de Metodología Aplicada*, 17 (1), 18-34.

Rodero, C., Díaz, A., Guerrero, M. y Duque, M. (2015). *Análisis de la fiabilidad y validez de un cuestionario docente*. (Actas de las XXI Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática). Universidad de Castilla - La Mancha, Andorra La Vella.

Sampieri, R., Collado, C. y Lucio, P. (1991). *Metodología de la investigación*. Nueva York: McGraw Hill.

Sandoval, J. (2008). Asociación entre variables: correlación no paramétrica. *Acta médica de Costarrica*, 52 (6), 144-146.

Scarpetta, E. (2016). *Relación entre la memoria y la inteligencia lógico-matemática*. (Trabajo Final de Máster). Universidad Internacional de La Rioja, Logroño.

Tineo, A. C. (2017). *El coeficiente intelectual, las inteligencias múltiples y su relación con el rendimiento escolar en estudiantes de educación secundaria*. (Trabajo Final de Máster). Universidad Internacional de La Rioja, Logroño.

Universidad de Alcalá (2005). *Metodología de análisis de datos en ecología*. Recuperado de: <https://www.uco.es/servicios/informatica/windows/filemgr/download/ecolog/Metodos%20 analisis%20datos.pdf>

Van der Lust, J. (2017). *Test de inteligencias múltiples de Howard Gardner*. Recuperado el 17 de octubre de 2018 de <https://jamesvanderlust.com/test-de-inteligencias-multiples-de-howard-gardner-sencillo/>

Watson, G., y Glaser, E. M. (1980). *Critical thinking appraisal, forms A and B*. Nueva York: Harcourt, Brace and Wold.

## 5.2. Legislación

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, *de Educación*. Boletín Oficial del Estado, 106, de 4 de mayo de 2006.

Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, *por la que se describen las relaciones* entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria y el bachillerato. Boletín Oficial del Estado, 25, de 29 de enero de 2015.

Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, *por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria*. Boletín Oficial del Estado, 5, de 5 de enero de 2007.

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, *por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*. Boletín Oficial del Estado, 3, de 3 de enero de 2015.

## Anexos

### Anexo 1. Cuestionario de detección de las inteligencias múltiples de Gardner y rúbrica

(Adaptación propia a partir de Walter McKenzie, 1999)

Completa el siguiente cuestionario señalando con un 1 cada frase con la que te sientas identificado o que creas que te describe. Si te sientes identificado sólo algunas veces, márcala con un 0,5 y, si no te identifica para nada, márcala con un 0.

#	Pregunta	Valoración
1	Disfruto clasificando cosas según sus características comunes	
2	Aprendo ritmos fácilmente	
3	Guardo mis cosas limpias y ordenadas	
4	Aprendo mejor en grupo	
5	Me gusta hacer manualidades	
6	Me gusta leer toda clase de cosas	
7	Me gusta conocer y replantearme mis creencias morales	
8	Me resulta fácil interpretar y leer mapas y diagramas	
9	Me doy cuenta si la música suena mal o está desafinada	
10	Me gusta conversar	
11	Me resulta fácil explicar mis ideas a otros	
12	Aprendo más con imágenes que leyendo	
13	Los asuntos ecológicos son importantes para mí	
14	Me resulta fácil resolver problemas	
15	Me gustan los deportes y los juegos al aire libre	
16	Aprendo mejor cuando el tema “toca mis sentimientos”	
17	Los puzles en tres dimensiones me divierten mucho	
18	La justicia es importante para mí	
19	Pasatiempos como los crucigramas y las sopas de letras son divertidos	
20	Imito gestos y movimientos característicos de otras personas con facilidad	
21	Me preocupo por los demás	
22	Puedo realizar cálculos mentales rápidamente	
23	Me resulta fácil moverme según un ritmo concreto	
24	Me gusta cuidar las plantas	
25	Las actividades que requieren razonamiento son divertidas	

26	Escribo por placer	
27	Los animales son importantes en mi vida	
28	Me gustan los deportes de equipo	
29	Puedo expresar como me siento fácilmente	
30	Recuerdo las cosas poniéndoles un ritmo	
31	Me gusta desmontar cosas y volverlas a montar	
32	Suelo dibujar en los libros y cuadernos sin darme cuenta	
33	Las actividades extraescolares son divertidas	
34	Recuerdo las cosas imaginándolas visualmente	
35	Aprendo haciendo, necesito tocarlo todo	
36	Me gustan varios tipos de música	
37	Paso gran parte del tiempo al aire libre	
38	Las cosas que hago deben tener sentido para mí	
39	Trabajar solo es igual de productivo que trabajar en grupo	
40	Me interesan los idiomas	

### Rúbrica

Sumar las puntuaciones de las preguntas indicadas para obtener la puntuación de las respectivas inteligencias múltiples:

NATURALISTA		MUSICAL		MATEMÁTICA		INTERPERSONAL	
Pregunta	Valoración	Pregunta	Valoración	Pregunta	Valoración	Pregunta	Valoración
1		2		3		4	
13		9		14		10	
24		23		22		21	
27		30		25		28	
37		36		38		33	
TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	

KINESTÉSICA		VERBAL		INTRAPERSONAL		VISUAL	
Pregunta	Valoración	Pregunta	Valoración	Pregunta	Valoración	Pregunta	Valoración
5		6		7		8	
15		11		16		12	
20		19		18		17	
31		26		29		32	
35		40		39		34	
TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	

## **Anexo 2. Cuestionario de pensamiento crítico y rúbrica**

(Diseño original)

¡Disculpa!

Tú, sí, el que tiene el bolígrafo en la mano. Te han sentado a esa mesa y te han dado hoja y papel para que hagas uno más de esos repetitivos test, ¿no? ¿Y tú te has dejado?

Te propongo un pacto.

Tú me ayudas con un asuntillo que necesito y yo prometo hacerte algo más interesante la experiencia. Si vienes conmigo, te conduciré a mi reino, un lugar donde hay un mago que gobierna por encima de toda la gente, donde los dragones nadan y las hadas escupen fuego, donde tiramos el dinero a la basura e intercambiamos pieles de plátano por bienes y servicios. ¿Te apuntas?

Muy bien, bienvenido a Sever. En primer lugar, debes saber que soy un mago que vive en la clandestinidad y que la nuestra es una misión secreta contra el mismísimo rey mago, Randor. Pero ya no estás a tiempo de echarte atrás, así que respira hondo, cierra los ojos un segundo y pasa a la siguiente página.

Has decidido seguir, así que te encuentras en el Bosque Maldito. Antes de seguir, quiero explicarte las reglas de nuestro trato. ¿Qué si debería habértelas explicado antes de que aceptaras? Ese ha sido tu error, no el mío.

Necesito tu ayuda para encontrar una gema de poder. Para ello, aprovecharé el poder que tú, escritor, guardas en tu interior. Esa posibilidad de escribir, de crear con simples palabras cosas maravillosas, insospechadas... me aterra. Pero ahora te necesito. Como te he dicho, tienes un gran poder, por eso necesito que aferres bien el bolígrafo y escribas cada vez que te lo pida. Tendrás un límite de líneas para responder en cada pregunta. No es necesario que las uses todas, pero tampoco nos servirá si contestas todo en una línea. Extiéndete, explica tus motivos, sé creativo y en definitiva escribe, pues es lo que nos ayudará a tener éxito en esta empresa.

Pero dejémonos de monsergas y pasemos a la acción. Te he estado observando y, con esas pintas, no puedo confiar el destino de toda mi misión a un chaval como tú, así que te he conseguido tres ayudantes. Mira, ya llegan al claro dónde te encuentras:

El primero es un hombre bastante corpulento, con unos músculos que hacen daño sólo con mirarlos. Lleva el pelo corto teñido de rosa fucsia, y viste con camiseta y pantalones de deporte cortos. Sus zapatillas tienen dibujos de ositos.

El segundo, o más bien segunda, es una mujer alta y delgada. La mitad de la cabeza tiene una mata de pelo rubio ondulado impresionante, y la otra mitad va rapada al uno. Tiene las manos llenas de cicatrices y camina sobre patines.

El tercero es un señor bajito, con pelo cano y barba blanca corta. Tiene tatuadas en la cara varias letras árabes, y un tirachinas le sobresale del bolsillo trasero. Su bata te impide ver sus pies.

**PREGUNTA 1:**

*Describe, en un máximo de tres líneas para cada uno, una cualidad destacable de cada uno de tus acompañantes y explica qué te conduce a pensarlo. Puede ser cualquier cosa (por ejemplo, que tal es avaricioso o que a cuál le gustan las galletas), utiliza tu imaginación.*

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Una vez has acabado de juzgar a tus compañeros, se presentan y buscan ganarse tu confianza aportándote información importante en tu búsqueda:

-Soy Rin -dice el joven musculoso-, y he escuchado de unos amigos que para encontrar la gema de poder debemos encontrar la madriguera de los cuervos rojos de 4 alas.

-Yo soy Vaela -dice la mujer alta-, y las estrellas me han dicho que debemos seguir el camino contrario a donde crecen las flores venenosas de púas multiformes y hallaremos la gema.

-Llámame Jarod -declara el hombre bajito-, y mis estudios me han confirmado que debemos hallar el manantial de miel oscura para toparnos con la gema.

## **PREGUNTA 2:**

*Qué bien, que pistas más variopintas tienen para ti. Pero recuerda que tu tiempo es limitado. Argumenta qué pista crees que es más fiable y por qué. Finalmente, decide cómo proseguirás tu búsqueda. ¿Seguirás una de las pistas, dos, todas o ninguna? ¿Por qué?*

---

---

---

---

---

---

---

Ya has decidido cómo continuar, pero cuando miras a tu alrededor te sientes desconcertado. Aquí no hay cuervos rojos, flores de púas extrañas ni arroyos de miel. Decidís que lo mejor es recabar información en un poblado cercano, para lo cuál os debéis desviar del bosque maldito. Tomáis la ruta de la izquierda y en pocas horas llegáis a Oval, el pueblo que buscabais. Una alta verja de madera rodea el poblado y, para vuestro desánimo, el portón se encuentra cerrado.

Cuando llamáis a la puerta, el guardia de detrás de la verja os explica que los últimos ataques de monstruos les han hecho aumentar las medidas de seguridad, por lo que no podréis entrar de turismo. Pero Vaela tiene una idea:

-Debemos hacernos pasar por cazadores de monstruos, así seguro que nos dejan pasar.

-Es una idea genial -replica Jarod-, pero deberíamos acertar qué monstruo ha ocasionado los problemas de la aldea.

-Sí -coincide Rin-. El guardia ha comentado que desaparecían personas, se producían incendios y el río se desbordaba.

-Si es así -responde Jarod-, imagino que serán las ardillas torbellino. Son pequeñas, muy rápidas y muy traviesas.

-Yo creo que son las malditas hadas -repite Rin-, con sus bocas escupefuegos y sus alas de metal.

-No seáis bobos -dice Vaela-. Esto es cosa de los fantasmas de cadena púrpura. Tienen la habilidad de generar agua y molestan por hobby.

**PREGUNTA 3:**

*Ya has oído a tus compañeros. ¿Cuál crees tú que es el monstruo que ocasiona los problemas: las ardillas torbellino, las hadas escupefuegos o los fantasmas de cadena púrpura? Razona tu respuesta.*

---

---

---

---

---

---

---

Por suerte, habéis acertado con el monstruo y el crédulo guardia os deja pasar. Entráis en la plaza del pueblo y vais directos a la mesa del adivino. En Sever, los adivinos no pueden leer el futuro, pero comercian con cotilleos. Están enterados de todo lo que se dice, y proporcionan información útil.

-Bienvenidos, compadres -os saluda el pequeño hombrecillo de sonrisa ladina-, habéis llegado al lugar ideal. Tengo los mejores chismorreos de todo el reino. ¿Qué necesitáis saber? ... ¿En serio? Pues os propongo un juego. Os dejo estos tres dados que tengo aquí (juro que no están trucados) y, si tirándolos todos sacáis un 7 o más, tendréis que pagarme 10 pieles de plátano.

-¿10 pieles?! -salta Rin-. ¿Estás loco?

-10 pieles, ni más ni menos. Por otro lado, si sacáis menos de un 7, os daré la información que queréis. Podéis jugar cuánto gustéis, pero recordad que cada intento fallido serán 10 pieles de plátano.

**PREGUNTA 4:**

*Con la información de que dispones, ¿cuáles crees que son las intenciones reales del adivino proponiendo este juego?*

---

---

---

---

-¿Sabéis qué? -os interrumpe el adivino mientras deliberáis-. Me habéis caído bien, así que os daré la información gratis. Id al bosque maldito y buscad la mansión de las habitaciones triangulares. Para llegar a la mansión debéis seguir las señales pintadas de rojo en las raíces de los árboles. Allí encontraréis lo que me habéis pedido.

Le dais las gracias al adivino y dais la vuelta para volver al bosque. Sin embargo, aprovechando que vas el último, el adivino se acerca disimuladamente y te susurra al oído:

-Ve con cuidado, hay un traidor en tu grupo. Alguien que hará todo lo posible por que fracaséis en la misión.

**PREGUNTA 5:**

*¿Encaja el comportamiento del adivino con las intenciones que le habías atribuido?*

---

---

---

---

*¿Opinas que es creíble la información que vende el adivino? ¿Por qué?*

---

---

---

---

Volvéis al bosque maldito y seguís las señales indicadas por el adivino. Giráis el último recodo del camino elegido, dejando atrás las famosas flores de púas multiformes y entráis en un claro donde se encuentra la mansión de las habitaciones triangulares. Se oye el gorgoteo del río de miel oscura y los graznidos de los cuervos rojos de cuatro alas que anidan en el tejado de la mansión. La puerta de entrada está abierta de par en par.

-Creo que deberíamos entrar por aquí -dice Rin-. Sé que parece sospechoso, pero no tenemos tiempo y los peligros estarán dentro, da igual como entremos.

Hacéis caso a vuestro compañero y os internáis en la mansión. Estáis en un vestíbulo triangular inmenso, hay escaleras a ambos lados y puertas en todas las paredes.

-No subamos por las escaleras -dice Vaela-. Cuánto más nos alejemos de la entrada más peligros correremos.

-De acuerdo -dice Jarod-. Además, creo que las puertas buenas son las que tenemos en la pared de enfrente, las de los lados parecen falsas.

Así pues, avanzáis por la sala, hacia el éxito... y no tardáis en caer por una trampilla que estaba justo en el centro de la habitación.

## **PREGUNTA 6:**

*Habéis caído a una pequeña habitación y la trampilla se ha cerrado en el acto. No os habéis recuperado del susto cuando las paredes empiezan a cerrarse, amenazando con dejaros aplastados como monedas. Revisas la sala y encuentras varios objetos: una cuerda, un grifo inmenso, un palo largo de madera, una silla metálica, bolas de cristal de diversos tamaños, un interruptor en el suelo y varios cofres que contienen otros objetos diferentes. Asimismo, hay una trampilla en el suelo, pero necesitaréis tiempo para abrirla, así que antes debes frenar las paredes, aunque sea por un momento. ¿Cómo lo conseguirás?*

---

---

---

---

---

---

---

Consigues escapar de la trampa mortal y recorres un pequeño pasillo que parte de la trampilla. Finalmente, llegáis a una sala triangular donde, en el centro, brilla una joya. ¡Es la gema de poder, al fin a vuestro alcance! No obstante, tus compañeros empiezan a discutir por quién transportará la joya por seguridad. Decides que no puedes más con esta situación y les revelas que sabes que hay un traidor entre ellos. Alguien debe abandonar el grupo.

-Yo no soy el traidor -se defiende Rin-. Es cierto que propuse entrar por la puerta pero todos sabemos que las puertas abiertas te llevan a lo que buscas.

-Rin tiene razón -comenta Vaela-, pero yo tampoco soy la traidora. Simplemente seguí la máxima de que las escaleras suben a la vez que el peligro.

-Mis compañeros tienen buenos motivos -dice Jarod-, y sin embargo yo tampoco te he traicionado, pues los adivinos dicen que las puertas falsas enmascaran tu destino.

**PREGUNTA 7:**

*Aunque los tres hayan aplicado una ley universal, hay un traidor, por lo tanto alguien miente. Valora los argumentos que te ofrecen y las consecuencias que han tenido sus actos. Debéis descubrir enseguida al traidor para evitar el peligro.*

---

---

---

---

---

---

---

---

Abandonáis la mansión con la gema y dejáis al traidor atado a un poste con cuerdas de azúcar. Los camaleones aparecerán cuando caiga la noche para devorar los dulces nudos de las cuerdas y el traidor quedará en libertad, lejos de vuestros planes.

Así que volvéis al castillo donde os he citado, entráis en mi habitación conducidos por mis criados y me encontráis de espaldas, contemplando el horizonte por la ventana. Cuando me giro hacia vosotros, tus dos compañeros dan un bote.

-¿Sorprendidos de verme? Soy yo, vuestro patrón, el que os ha encargado la misión. Veo que habéis cumplido mis exigencias y me habéis traído la gema del poder, así que ya no hace falta que ocultéis mi identidad. En efecto, soy Randor, el mago que gobierna el reino de Sever y el que conspira contra Randor. Debo darte las gracias por tu éxito. Sólo te queda responder la

**PREGUNTA 8:**

*En cuanto te despistas, te he arrebatado la gema de poder. En base a lo que sabes de mí, a lo que te he contado durante la historia, ¿cuáles crees que son mis intenciones? ¿Crees que haré el bien o que soy un mago malvado?*

---

---

---

---

---

---

---

---

Acabada la aventura, sólo me queda agradecerte el tiempo que te has tomado para contestar a mis retorcidas preguntas (recuerda, soy una persona aburrida que se dedica a clasificar todo tipo de datos) y la valía que has demostrado durante toda tu empresa.

Ahora me retiro a la soledad de mi trono, a seguir gobernando por unos cuantos siglos más y a valorar la información que me has proporcionado.

Has resultado ser un ayudante extremadamente útil, así que no te extrañes si en el futuro vuelvo a contratar tus servicios.

Un saludo,

Randor el mago.

### Rúbrica

Valorar del 0 al 2 cada dimensión no sombreada en las preguntas respondidas por el alumno:

	Creatividad	Habilidad deductiva	Habilidad inductiva	Evaluación de argumentos y fuentes	Toma de decisiones
Pregunta 1					
Pregunta 2					
Pregunta 3					
Pregunta 4					
Pregunta 5					
Pregunta 6					
Pregunta 7					
Pregunta 8					
TOTAL					

La correspondencia entre las preguntas y las dimensiones a evaluar se explica de la siguiente manera:

- **Pregunta 1:** La pregunta busca principalmente respuestas creativas, pero también podrá evaluarse la capacidad inductiva (observando el razonamiento que utilizan para inferir rasgos de personalidad a partir de piezas concretas y limitadas de información).
- **Pregunta 2:** Se podrá observar qué evaluación realizan los alumnos de cada pieza de información en función de la fuente (astrología, rumores e investigación) y qué proceso siguen para llegar a una decisión.
- **Pregunta 3:** Se evaluará la capacidad deductiva, pues el alumno deberá evaluar las consecuencias de ciertas características y la habilidad para tomar una decisión concreta.
- **Pregunta 4:** Esta pregunta evalúa la inferencia inductiva, al utilizar retazos de información para determinar las intenciones globales del interlocutor.
- **Pregunta 5:** El alumno deberá valorar las consecuencias de su hipótesis (deducción) y evaluar la rumorología como fuente de información.
- **Pregunta 6:** Esta pregunta permitirá evaluar la creatividad para escapar de una situación comprometida.
- **Pregunta 7:** El alumno deberá valorar los argumentos de sus interlocutores y deducir las consecuencias de los actos de sus compañeros, así como la influencia en su desgracia. Finalmente, deberá utilizar el razonamiento para decidir qué compañero le engaña.
- **Pregunta 8:** La pregunta final está destinada a evaluar la creatividad que utiliza el alumno para conectar toda la trama con un final sorpresivo y la inducción de intenciones a partir de pedazos de información.

## **Anexo 3. Consentimiento informado**

### INFORMACIÓN AL PARTICIPANTE

Antes de proceder a la firma de este consentimiento informado, lea atentamente la información que a continuación se le facilita.

#### **Título del proyecto**

“Influencia de las matemáticas en el pensamiento crítico”.

#### **Naturaleza del proyecto**

Le informamos de la posibilidad de que su hijo menor de edad participe voluntariamente en un trabajo de investigación que pretende valorar cómo influye la enseñanza de matemáticas en secundaria en el desarrollo del pensamiento crítico, para lo cual se compararán los resultados de los alumnos en aprendizaje matemático y en pensamiento crítico mediante la siguiente información:

Aprendizaje matemático:

Resultados académicos del último año para las materias de matemáticas, lengua castellana, lengua inglesa, ciencias sociales y ciencias naturales.

Cuestionario de detección de las Inteligencias Múltiples (Walter y McKenzie) que evalúa las ocho inteligencias múltiples definidas por Howard Gardner: verbal, matemática, visual, musical, kinestésica, intrapersonal, interpersonal y naturalista.

Pensamiento crítico:

Cuestionario de Pensamiento Crítico: evalúa las dimensiones de “creatividad”, “habilidad deductiva”, “habilidad inductiva”, “evaluación de argumentos y fuentes” y “toma de decisiones”.

Los cuestionarios mencionados se aplicarán en dos sesiones de 60 minutos cada una, en horario extracurricular o curricular de acuerdo a la disposición del tiempo del alumnado y del instituto. Estos resultados permitirán construir un perfil neuropsicológico del estudiante para realizar el estudio mencionado.

## **Riesgos de la investigación para el participante**

No existen riesgos ni contraindicaciones conocidas asociados a la evaluación y por lo tanto no se anticipa la posibilidad de que aparezca ningún efecto negativo para el participante.

## **Derecho explícito de la persona a retirarse del estudio**

La participación es totalmente voluntaria. El participante puede retirarse del estudio cuando así lo manifieste, sin dar explicaciones y sin que esto repercuta en él de ninguna forma.

## **Garantías de confidencialidad**

Todos los datos de carácter personal y académico obtenidos en este estudio son confidenciales y se tratarán conforme a la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal 15/1999. La información obtenida se utilizará exclusivamente para los fines específicos de este estudio.

Si requiere información adicional se puede poner en contacto con el profesional que desarrolla el estudio en la cuenta de correo electrónico [afranco.educacion@gmail.com](mailto:afranco.educacion@gmail.com)

## **CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DEL PARTICIPANTE**

Yo (Nombre y Apellidos): ..... Con DNI .....

- He leído el documento informativo que acompaña a este consentimiento (Información al participante).
- He recibido información suficiente sobre el estudio.
- He podido hacer preguntas sobre el estudio.
- Se me ha informado de que todos los datos obtenidos en este estudio serán confidenciales y se tratarán conforme establece la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal 15/1999.

- Se me ha informado de que la información obtenida sólo se utilizará para los fines específicos del estudio.
- Comprendo que una copia de esta ficha de consentimiento me será entregada y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio una vez haya concluido. Para ello puedo contactar al correo electrónico [afranco.educacion@gmail.com](mailto:afranco.educacion@gmail.com).
- Comprendo que mi participación es voluntaria y soy libre de participar o no en el estudio.
- Comprendo que puedo retirarme del estudio:
  - Cuando quiera.
  - Sin tener que dar explicaciones.
  - Sin que esto repercuta de ninguna forma en mí.
- Presto libremente mi conformidad para participar en el proyecto titulado “Influencia de las matemáticas en el pensamiento crítico”.

**Firma del participante**

**Firma del padre, madre o representante legal**

Nombre y apellidos:

Nombre y apellidos:

Fecha:

Fecha:

Le agradecemos su participación.

## Anexo 4. Valores críticos de los coeficientes de relación de Pearson y Spearman

(Hipótesis de dos colas con  $\alpha = 0,05$ )

<b>n</b>	<b>Pearson</b>	<b>Spearman</b>
<b>3</b>	1,000	1,000
<b>4</b>	0,990	1,000
<b>5</b>	0,959	1,000
<b>6</b>	0,917	0,886
<b>7</b>	0,875	0,786
<b>8</b>	0,834	0,738
<b>9</b>	0,798	0,700
<b>10</b>	0,765	0,648
<b>11</b>	0,735	0,618
<b>12</b>	0,708	0,587
<b>13</b>	0,684	0,560
<b>14</b>	0,661	0,538
<b>15</b>	0,641	0,521
<b>16</b>	0,623	0,503
<b>17</b>	0,606	0,485
<b>18</b>	0,590	0,472
<b>19</b>	0,575	0,460
<b>20</b>	0,561	0,447
<b>21</b>	0,549	0,435
<b>22</b>	0,537	0,425
<b>23</b>	0,526	0,415
<b>24</b>	0,515	0,406
<b>25</b>	0,505	0,398
<b>26</b>	0,496	0,390
<b>27</b>	0,487	0,382
<b>28</b>	0,479	0,375
<b>29</b>	0,471	0,368
<b>30</b>	0,463	0,362
<b>31</b>	0,456	0,356
<b>32</b>	0,449	0,350
<b>33</b>	0,442	0,345

<b>34</b>	0,436	0,340
<b>35</b>	0,430	0,335
<b>36</b>	0,424	0,330
<b>37</b>	0,418	0,325
<b>38</b>	0,413	0,321
<b>39</b>	0,408	0,317
<b>40</b>	0,403	0,313
<b>41</b>	0,398	0,309
<b>42</b>	0,393	0,305
<b>43</b>	0,388	0,301
<b>44</b>	0,384	0,298
<b>45</b>	0,380	0,294
<b>46</b>	0,376	0,291
<b>47</b>	0,372	0,288
<b>48</b>	0,368	0,285
<b>49</b>	0,364	0,282
<b>50</b>	0,361	0,279
<b>51</b>	0,357	0,276
<b>52</b>	0,354	0,274
<b>53</b>	0,351	0,271
<b>54</b>	0,348	0,268
<b>55</b>	0,344	0,266
<b>56</b>	0,341	0,264
<b>57</b>	0,338	0,261
<b>58</b>	0,336	0,259
<b>59</b>	0,333	0,257
<b>60</b>	0,330	0,255
<b>61</b>	0,327	0,252
<b>62</b>	0,325	0,250
<b>63</b>	0,322	0,248
<b>64</b>	0,320	0,246
<b>65</b>	0,317	0,244
<b>66</b>	0,315	0,243
<b>67</b>	0,312	0,241
<b>68</b>	0,310	0,239
<b>69</b>	0,308	0,237
<b>70</b>	0,306	0,235

<b>71</b>	0,304	0,234
<b>72</b>	0,302	0,232
<b>73</b>	0,300	0,230
<b>74</b>	0,298	0,229
<b>75</b>	0,296	0,227
<b>76</b>	0,294	0,226
<b>77</b>	0,292	0,224
<b>78</b>	0,290	0,223
<b>79</b>	0,288	0,221
<b>80</b>	0,286	0,220
<b>81</b>	0,284	0,219
<b>82</b>	0,283	0,217
<b>83</b>	0,281	0,216
<b>84</b>	0,280	0,215
<b>85</b>	0,278	0,213
<b>86</b>	0,276	0,212
<b>87</b>	0,274	0,211
<b>88</b>	0,273	0,210
<b>89</b>	0,271	0,209
<b>90</b>	0,270	0,207
<b>91</b>	0,268	0,206
<b>92</b>	0,267	0,205
<b>93</b>	0,265	0,204
<b>94</b>	0,264	0,203
<b>95</b>	0,263	0,202
<b>96</b>	0,262	0,201
<b>97</b>	0,260	0,200
<b>98</b>	0,259	0,199
<b>99</b>	0,258	0,198
<b>100</b>	0,259	0,197