



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

## Magisterio en Educación Primaria

Matemáticas recreativas. Un taller geométrico para  
jóvenes con discapacidad intelectual

Recreational math. A geometric workshop for young  
people with intellectual disabilities

Autor/es

Ivelina Krasimirova Tonova

Director/es

Elena Gil Clemente

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2021-2022

## RESUMEN

El siguiente Trabajo de Fin de Grado (TFG) propone la utilización de un Taller de matemáticas recreativas para trabajar conceptos geométricos con jóvenes con discapacidad intelectual. Partiendo de una visión formativa de la educación matemática y resaltando el valor intrínseco del juego en el aprendizaje de las mismas, se elige un juego de mesa de reciente creación *Polyminix* y se elaboran cuatro sesiones que giran en torno a las isometrías del plano, las teselaciones del mismo y el cálculo de áreas y perímetros de figuras planas. Tras su implantación en dos centros de Educación Especial de Zaragoza, se constata que el uso de ese juego implica a los alumnos en el trabajo con matemáticas, les proporciona experiencias sobre las que construir un aprendizaje simbólico posterior, les permite entender ideas abstractas complejas y les proporciona momentos de disfrute. Se concluye que las personas con discapacidad intelectual pueden aprender matemáticas siempre que se utilice un enfoque adecuado en cuanto a contenidos y metodología.

**Palabras clave:** Discapacidad Intelectual, Educación Especial, Matemáticas, Geometría, juegos, juegos de mesa, *Polyminix*.

## ABSTRACT

The following Final Degree Project suggests the use of a recreational math workshop in order to work on geometrical notions alongside children with intellectual disabilities. Starting from a mathematical formative view and highlighting the intrinsic value of playing in the learning process, a recently created board game called Polyminix is chosen for this project. A total of four sessions are elaborated, revolving around isometrics, cover up the plane, area and figure perimeter calculations. After the project's implementation in two Special Education schools, it is proven that the use of this game involves the students in the use of mathematics, provides experiences for developing symbolic learning, allows them to understand abstract and complex ideas and provides joyful moments. It is concluded that individuals with intellectual disabilities can learn mathematics as long as the right content and methodology approach is used.

**Key words:** Intellectual Disability, Special Education, Mathematics, Geometry, games, board games, *Polyminix*.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN .....	6
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO .....	9
1. MATEMÁTICAS Y DISCAPACIDAD INTELECTUAL .....	9
1.1. ¿Pueden aprender matemáticas las personas con discapacidad intelectual? .....	9
1.2. Matemáticas y comprensión.....	11
1.3. Geometría y discapacidad intelectual.....	15
2. MATEMÁTICAS RECREATIVAS .....	17
2.1. El juego .....	17
2.2. Uso de los juegos en educación .....	18
2.3. Juegos y matemáticas.....	20
2.4. Juegos, matemáticas y discapacidad intelectual.....	23
CAPÍTULO II. TALLER DE MATEMÁTICAS RECREATIVAS.....	25
3. CONCEPTOS GEOMÉTRICOS TRABAJADOS .....	25
3.1. Isometrías del plano .....	25
3.2. Teselación del plano.....	28
3.3. Área y perímetro de una superficie plana .....	28
4. ELECCIÓN DEL JUEGO .....	29
4.1. Juegos geométricos .....	29
4.2. Descripción del juego “Polyminix” .....	30
4.3. Uso didáctico de Polyminix .....	33
4.4. Experiencias con personas con discapacidad intelectual .....	35
5. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	38
6. DISEÑO DEL TALLER.....	40
6.1. Sesión 1.....	41
6.2. Sesión 2.....	43
6.3. Sesión 3.....	46
6.4. Sesión 4.....	49
7. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA.....	52
7.1. Contexto de los centros.....	52
7.2. Características de los participantes .....	53
7.3. Descripción de las sesiones y resultados.....	57
7.4. Conclusiones de la intervención .....	96

8. CONCLUSIONES Y VALORACIÓN PERSONAL .....	99
REFERENCIAS.....	102
ANEXOS .....	105
Anexo I. Figuras realizadas con Geogebra: Comprobamos cómo estas figuras compuestas tienen la misma área, pero diferente perímetro. ....	105
Anexo II. Tabla que indica el modo de juego en el “Juego 2: resuelve el problema”. ....	106
Anexo III. Mensaje marciano que se ha presentado a los estudiantes .....	107
Anexo IV. Cartel de mensajes positivos durante el juego .....	108
Anexo V. Mensaje encriptado 1ª misión.....	109
Anexo VI. Guía de descripción de la “Sesión 1”.....	110
Anexo VII. Material necesario y adaptado para la segunda sesión.....	111
Anexo VIII. Guía de descripción de la “Sesión 2” .....	113
Anexo IX. Materiales necesarios para la tercera sesión.....	114
Anexo X. Guía de descripción de la “Sesión 3” .....	116
Anexo XI. Materiales necesarios para la cuarta sesión.....	117
Anexo XII. Guía de descripción de la “Sesión 4”.....	120
Anexo XIII. Producciones de los jóvenes del centro Jean Piaget (sesión 3) .....	121
Anexo XIV. Producciones de los jóvenes del centro Jean Piaget (Sesión 4).....	137
Anexo XV. Algunas producciones de los jóvenes del centro Ángel Riviére (sesión 3) .....	144

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 .....	22
Tabla 2 .....	40
Tabla 3 .....	41
Tabla 4 .....	43
Tabla 5 .....	46
Tabla 6 .....	49

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 .....	26
Ilustración 2 .....	27
Ilustración 3 .....	27
Ilustración 4 .....	31
Ilustración 5 .....	37
Ilustración 6 .....	48

Ilustración 7 .....	51
Ilustración 8 .....	51
Ilustración 9 .....	51
Ilustración 10 .....	59
Ilustración 11 .....	59
Ilustración 12 .....	60
Ilustración 13 .....	62
Ilustración 14 .....	63
Ilustración 15 .....	64
Ilustración 16 .....	68
Ilustración 17 .....	69
Ilustración 18 .....	73
Ilustración 19 .....	74
Ilustración 20 .....	75
Ilustración 21 .....	75
Ilustración 22 .....	81
Ilustración 23 .....	82
Ilustración 24 .....	83
Ilustración 25 .....	87
Ilustración 26 .....	88
Ilustración 27 .....	91
Ilustración 28 .....	92
Ilustración 29 .....	93
Ilustración 30 .....	94

## INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Este Trabajo de Fin de Grado de la especialidad de Pedagogía Terapéutica, correspondiente al área de Didáctica de las Matemáticas, se enmarca en la línea de investigación de “Propuestas didácticas en Matemáticas para alumnos<sup>1</sup> con necesidades educativas especiales” que ofrece la Universidad de Zaragoza.

Elegí esta línea temática debido a mi interés por conocer la posibilidad de enseñar matemáticas a jóvenes con discapacidad intelectual. Es un tema controvertido sobre el que existen opiniones divergentes. Hay quienes creen que las personas con discapacidad intelectual solamente pueden aprender aprendizajes prácticos que les ayuden a desenvolverse en su vida diaria quitando importancia a las matemáticas, mientras que, otros piensan que las matemáticas ayudan a entender el mundo y por tanto merece la pena enseñárselas a todas las personas.

Las matemáticas contribuyen al desarrollo integral de la persona y a una mejor comprensión del mundo. Como señala Kirkby (1992), cuando hacemos matemáticas no solo aprendemos los contenidos matemáticos, sino que también desarrollamos nuestra actitud hacia ellas. Este desarrollo y comprensión que proporcionan las matemáticas no se limita únicamente a las personas que no presentan ningún tipo de discapacidad, sino que también se extiende a las personas con discapacidad intelectual. Tendemos a pensar que estas personas no son capaces de entender las matemáticas por su complejidad, pero es una concepción equívoca. Experiencias como la del Taller de matemáticas para niños con síndrome de Down llevado a cabo por la asociación Sesdown<sup>2</sup> en Zaragoza, confirman que estos niños y jóvenes con discapacidad intelectual también pueden aprender matemáticas.

El trabajo se divide en dos partes claramente diferenciadas. La primera constituye el marco teórico y aborda temas como matemáticas y discapacidad intelectual y matemáticas recreativas, los dos pilares de esta propuesta. En la segunda, se expone la propuesta de intervención.

En primer lugar, nos acercamos al concepto de discapacidad intelectual y se apunta la importancia que tiene la enseñanza de las matemáticas para la formación de la persona. A continuación, se pone en cuestión cómo comprenden los niños con discapacidad intelectual a partir

---

<sup>1</sup> A lo largo de todo el trabajo he decidido la utilización del masculino genérico por aligerar la redacción del TFG.

<sup>2</sup> Ver [www.sesdown.org](http://www.sesdown.org)

de preguntas como: “¿Todas las personas nos desarrollamos de la misma manera? ¿El ritmo de crecimiento y aprendizaje es el mismo en todas las personas? ¿Existen factores que influyan en nuestro desarrollo? ¿Comprendemos de la misma manera?”. Considerando que la persona humana es compleja y, por tanto, la mente de un niño con discapacidad intelectual lo es más, se establecen tres momentos de la comprensión humana de la mano de Kieran Egan (1988), concluyendo que las matemáticas poseen un papel clave en el desarrollo de esta comprensión humana. Posteriormente, nos centraremos en una rama de las matemáticas, la geometría, que servirá como punto de partida para nuestra propuesta y veremos la utilidad que tiene en la formación de las personas con discapacidad intelectual.

A continuación, dedicaremos un epígrafe a las matemáticas recreativas realizando un recorrido histórico de la mano de Vankús (2005) y señalando cómo el juego presenta un claro valor didáctico en la enseñanza de la disciplina. Estableceremos las diferentes clasificaciones de los juegos que proponen algunos autores y cómo los juegos contribuyen al desarrollo integral de la persona.

Posteriormente, se dedica un capítulo al Taller de matemáticas recreativas. Se comienza abordando los diferentes conceptos geométricos trabajados: isometrías del plano, teselaciones del plano y el área y perímetro de una superficie plana, realizando una breve explicación de cada concepto. Asimismo, detallaremos la razón por la cual se ha escogido el juego de mesa “Polyminix”, así como sus características y su valor didáctico, a pesar de la existencia de otros juegos geométricos como el “Tangram” o el “Katamino”. Se exponen asimismo experiencias con personas con discapacidad intelectual que confirman el valor didáctico del juego.

A continuación, se detallan los objetivos y la metodología de investigación llevada a cabo en la implantación del taller. Se emplea una metodología de observación participante (Postic y de Ketele, 1988), haciendo uso de diferentes guías de descripción de diseño propio para valorar las sesiones. Se acaba detallando la secuencia de cuatro sesiones que conforman el taller, indicado los objetivos a conseguir, los contenidos trabajados, los materiales y las actividades propuestas.

Para la implementación del taller se contextualizan los centros participantes, así como las características de los estudiantes. Posteriormente, se desarrollan las sesiones en cada centro, realizando también, una evaluación a partir de la observación directa, respondiendo a las cuestiones planteadas en cada guía de descripción. Después, se valora la consecución de los

objetivos planteados, así como el desarrollo de las conclusiones obtenidas tras la implementación del taller.

Se finalizará el trabajo exponiendo una conclusión y reflexión crítica sobre la propuesta elaborada, así como una valoración personal a cerca de lo que ha supuesto este trabajo para mi futuro docente.

# CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

## 1. MATEMÁTICAS Y DISCAPACIDAD INTELECTUAL

### 1.1. ¿Pueden aprender matemáticas las personas con discapacidad intelectual?

El ser humano presenta diferentes habilidades cognitivas, de comportamiento y de adaptación que le permiten convivir y desarrollarse en la sociedad actual. La afección de estas habilidades puede conllevar dificultades en el desarrollo de la persona y en su aprendizaje.

Algunos niños muestran dificultades para aprender de manera general o específica. En este contexto, “la discapacidad intelectual se ubica como uno de los problemas de mayor incidencia dentro de las dificultades generales o globales del desarrollo y el aprendizaje” (Peredo, 2016).

El término empleado para referirnos a la discapacidad intelectual no siempre ha sido el mismo y ha cambiado a lo largo de la historia, empleándose denominaciones como: idiocia, imbecilidad, debilidad mental, retraso mental, etc. Cada uno de estos términos responde a una manera de entender la discapacidad intelectual.

Actualmente, según la Asociación Americana de discapacidades intelectuales y del desarrollo, AAIDD (2011), “la discapacidad intelectual se caracteriza por limitaciones significativas tanto en funcionamiento intelectual, como en conducta adaptativa, tal y como se ha manifestado en habilidades adaptativas, conceptuales y prácticas. Esta discapacidad se origina antes de los 18 años”. De esta forma, a partir de esta definición, podemos observar que la discapacidad intelectual afecta a las habilidades mencionadas anteriormente y, por tanto, al desarrollo del individuo.

Por otra parte, a pesar del largo recorrido histórico que ha supuesto el tratamiento de la discapacidad intelectual, está siendo un reto para la sociedad.

El desarrollo integral de la persona es el fin de la educación en sí misma independientemente de sus características personales, por ello, es fundamental adoptar una actitud que se enfoque en el crecimiento de la persona. Por tanto, en las personas con discapacidad intelectual es esencial adoptar una visión sin prejuicios *a priori* ya que, en caso contrario, podemos concebir la idea de que no son capaces de aprender y, por ende, les proporcionaremos menos estímulos y, probablemente, aprenderán menos (Gil, 2020). Esto es lo que se conoce como el efecto

Pigmalión o profecía autocumplida, que hace referencia a las creencias que tiene una persona sobre otra y cómo estas creencias influyen en el rendimiento de la otra persona.

La discapacidad intelectual abarca diferentes grados de dificultades. Por ejemplo, cuando un niño presenta una discapacidad intelectual profunda, su intencionalidad comunicativa es nula o escasa, también presenta un desarrollo motor desviado fuertemente de la norma y graves dificultades motrices, posee muy baja autonomía, incluso nula y tiene un bajo nivel de conciencia. Sin embargo, una persona con discapacidad intelectual leve es capaz de desarrollar su lenguaje oral siguiendo las paulas evolutivas generales, aunque con retraso en su adquisición, posee ligeros déficits sensoriales y/o motores y es capaz de alcanzar completa autonomía en actividades de la vida diaria, aunque de forma más lenta<sup>3</sup>. Por ello, dependiendo del grado de dificultad, el alumnado presentará diferentes necesidades en función de la gravedad de dicho trastorno.

Considerando que cualquier persona puede aprender (Gil y Marcuello, 2017), es habitual dedicar un gran esfuerzo a que los niños con discapacidad intelectual aprendan a leer y a escribir. Existe un consenso general en que estos aprendizajes fortalecen su autonomía personal y les permite la comunicación y participación en la comunidad social (Gil, 2020). No obstante, cuando se trata de la enseñanza de las matemáticas, este consenso desaparece. Muchos maestros adoptan una mirada distante sobre la posibilidad de su enseñanza considerando que los niños no pueden comprender las matemáticas porque lo que llamamos “capacidad intelectual” está disminuida. De esta forma, se reducen las expectativas de lo que pueden aprender de matemáticas y se adopta una visión utilitaria y reducida: conocer los números, conocer el tiempo, manejar el dinero para desenvolverse en la vida cotidiana y pocas habilidades prácticas más. (Gil, 2020).

Alejándonos de esta visión utilitaria de las matemáticas, podemos considerar, en primer lugar, que las matemáticas son una de las habilidades básicas para la vida, al igual que la lectura y la escritura y que, por tanto, es necesario adoptar un enfoque más amplio.

Las matemáticas “despiertan la mente a la posibilidad de entender el mundo” (Gil, 2020), y por eso, merece la pena buscar formas de acercárselas a las personas con discapacidad intelectual.

Asimismo, hay autores que consideran que las personas con discapacidad no deberían estudiar matemáticas solo por el valor que suponen para su futuro, sino por la clara contribución

---

<sup>3</sup> Información extraída de los apuntes de la asignatura “Intervención Educativa” de la Universidad de Zaragoza.

que hacen a su calidad de vida inmediata, es decir, porque suponen un medio para entender mejor la realidad que les rodea en ese instante (Faragher y Clarke, 2014) y porque contribuyen a formar “personas más autónomas, con mayor control sobre la realidad” (Gil y Marcuello, 2017). Además, aprender matemáticas, disciplina socialmente aceptada como difícil, proporciona placer al permitir a las personas superar retos y fomentar una visión positiva de sus propias capacidades y de sí mismos.

Por otra parte, podemos considerar que el desarrollo del pensamiento abstracto en cualquier persona es complicado, y más en las personas con discapacidad intelectual. Este pensamiento tiene mucha relación con las matemáticas y su aprendizaje contribuye a la formación del pensamiento y de la mente. Por ello, es necesario trabajarlas con las personas con discapacidad intelectual (Gil y Marcuello, 2017).

Por último, aprender matemáticas ofrece la posibilidad de adentrarnos en el mundo de la cultura y es una forma de incluir a las personas con discapacidad intelectual en la sociedad (Monari, 1998). De acuerdo con esta visión formativa de las matemáticas, es bueno que los maestros adopten una aproximación más global en las matemáticas ya que estas no son únicamente un ejercicio cerebral. Suponen un desarrollo de toda la persona y por ello, no es bueno privar a las personas con discapacidad intelectual de acceder a ellas. Tener recursos suficientes y personal cualificado y formado es indispensable para promover este aprendizaje.

En definitiva, es adecuado no centrar la enseñanza de esta disciplina solo en las habilidades básicas del saber del sistema numérico y del tiempo, conocimientos aplicados en su vida cotidiana, sino también poner énfasis en una visión integral de la persona. Para ello, es conveniente enseñar matemáticas desde una perspectiva global, donde se incluyan conocimientos de números y medidas, así como geometría, álgebra y estadística, lo cual facilitará la creación de operaciones mentales, brindándoles nuevas formas de pensar y resolver problemas en su vida diaria, aumentando su independencia y capacidad de adaptarse al medio. Este es el enfoque desde el que está elaborada la propuesta de este Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.).

## **1.2. Matemáticas y comprensión**

El ser humano posee una capacidad que le hace ser diferente al resto de los seres vivos. Esta capacidad es denominada simbólica, a través de la cual las personas pueden construir símbolos que ayuden a comprender la realidad (Egan, 1988). La comprensión es una habilidad que

se desarrolla desde los primeros años de vida y continúa hasta la vida adulta, vejez, etc., de modo que, tanto el adulto como el niño, emplean la comprensión para conocer su realidad, aunque para cada uno de ellos sea diferente. Las matemáticas tienen un papel fundamental en la comprensión e interpretación del mundo.

Jean Piaget (1896-1980), determina un proceso de crecimiento del ser humano basado en la superación de diferentes estadios. Determina que la comprensión plenamente racional no se alcanzaría hasta los doce años, es decir, hasta el último estadio, concibiendo el al crecimiento de la persona como un proceso lineal. Sin embargo, ¿todas las personas nos desarrollamos de la misma manera? ¿El ritmo de crecimiento y aprendizaje es el mismo en todas las personas? ¿Existen factores que influyan en nuestro desarrollo? ¿Comprendemos de la misma manera? Estas son preguntas centrales cuando tratamos con personas con discapacidad intelectual.<sup>4</sup>

Si la persona humana es compleja, la mente de un niño con discapacidad intelectual, lo es más. Los niños con discapacidad intelectual, ¿serán capaces de desarrollar la comprensión abstracta o únicamente serán capaces de resolver tareas repetitivas y mecánicas? Esta cuestión nos hace pensar en nuestra postura ante la educación de las personas con discapacidad intelectual. Si *a priori* consideramos que no son capaces de aprender, les proporcionaremos menos estímulos y, probablemente, aprenderán menos. La respuesta a esta pregunta también marcará como afrontamos, en particular, la educación matemática: ¿plantearles solo tareas repetitivas o algorítmicas? O, ¿buscar también la comprensión?

Kieran Egan (1988) afirma que las personas tratan de “dar sentido al mundo y a la experiencia”. Por ello, la comprensión es el camino que los seres humanos emprendemos desde nuestro nacimiento para dar sentido al mundo. Los niños y los adultos comprenden el mundo de diferente forma, pero con una característica común: la comprensión está adaptada a las necesidades de cada uno para conocer su realidad y, por ende, se trata de una comprensión plena en términos relativos en ambos casos. Asimismo, Egan indica tres momentos por los que la comprensión del ser humano transcurre. A través de estos momentos, se puede interpretar la forma de comprender el mundo que tienen las personas, en concreto, los niños con discapacidad. En cada uno de ellos, abordaremos la enseñanza de las matemáticas de diferente manera. Debemos “ser conscientes de

---

<sup>4</sup> Es frecuente oír/decir que las personas con discapacidad intelectual, a pesar de ser adultas, razonan como niños. En este trabajo queremos poner en cuestión esta idea.

las habilidades que se desarrollan en cada etapa y potenciarlas al máximo con el fin de guiar a nuestro alumnado en este camino hacia el pensamiento abstracto” (Gil, 2020).

En la primera infancia, cuando el niño es pequeño, éste conoce su mundo a través de su cuerpo, es decir, a través de sus sentidos. Este primer momento, se denomina *comprensión corpórea, mimética*, ya que el niño carece de lenguaje y conoce el mundo de manera global a través de su cuerpo. Para las personas adultas que tenemos tan interiorizado el lenguaje y es la herramienta que empleamos para comunicarnos, nos resulta difícil entender aquello que un niño pequeño desea. El periodo sin lenguaje se extiende en las personas con discapacidad intelectual. No obstante, “la falta de lenguaje no les incapacita para la comprensión de algunos valores esenciales, como el amor, la alegría, la sorpresa, el miedo... Valores abstractos que perciben y expresan a través de su cuerpo” (Gil, 2020).

Gracias a nuestro cuerpo, el ser humano es capaz de imitar lo que observa. A través de esta imitación, el niño puede realizar actividades que por sí solo no hubiese sido capaz de efectuar. Por tanto, “mediante la mimesis los niños pueden relacionarse mejor con su entorno y desarrollar las primeras ideas abstractas” (Gil, 2020).

“El niño será capaz de construir más ideas abstractas cuanto mejores sean las percepciones del mundo que tenga a través de los sentidos” (Gil y Marcuello, 2017), de esta forma, la comprensión del mundo a través de los sentidos contribuye a desarrollar el pensamiento abstracto, por ejemplo, en este momento cuando el niño comienza a conocer algunas propiedades del concepto de “plano” a través de acciones prácticas como pedirle que nos imite ayudando a poner la mesa, se pueden comprender conceptos matemáticos a través del cuerpo como el conteo con los dedos, comparar longitudes a través de la propia altura de dos personas, el movimiento por el plano, etc.

Posteriormente, podemos encontrar un segundo momento en la comprensión del ser humano. Este instante se relaciona con las primeras palabras del niño y Egan (1988), apunta que el niño vive en una *cultura oral*. Un niño con discapacidad intelectual quizás no es capaz de interpretar qué hora es en un reloj, pero es consciente de a qué hora comienza su programa favorito. También, es capaz de aprender con facilidad las reglas de un juego de mesa, pero no juegan a través de una estrategia ganadora. Este tipo de comprensión de la realidad es lo que denomina Egan como *pensamiento mítico*. Como señala Gil (2020), “los mitos expresan verdades profundas

para el ser humano que nos permiten dar un significado propio a nuestra experiencia sobre la que se desarrollará la llamada racionalidad”. En esta etapa, el niño desarrolla habilidades en las que no es necesaria la escritura como la imaginación y la fantasía.

Entendemos por imaginación a las habilidades de recrear imágenes en nuestra mente, incluso aquellas que se encuentran ausentes o son inexistentes. En este momento el trabajo con la geometría es especialmente fructífero, pues contribuye a ayudar a los niños a formar esas imágenes en su mente. Un ejemplo de este momento es cuando se le pide a un niño que dibuje una silla. El niño elaborará una imagen mental que se atribuirá a un prototipo de silla, el cual estaría compuesto por un rectángulo para el respaldo, un cuadrado para el asiento y los palos que unen cada parte, formando una silla.

Por otro lado, la fantasía “permite a los niños ampliar sus horizontes y de esta manera comprender mejor ... ofrece al niño una consciencia particular de estar en el mundo, una consciencia inconsciente”. Por ello, posteriormente, los pensamientos racionales se asientan sobre estas bases, por lo que, es imprescindible no olvidar estos conceptos y vincular los procesos de comprensión a tareas con sentido humano (Gil, 2020). Dicha fantasía se puede trabajar a través de libros de literatura matemática como, por ejemplo, *Por cuatro esquinitas de nada* del autor Jerome Ruillier, *Siete ratones ciegos* (Ed Young), *¡Ojalá no hubiera números!* del autor Esteban Serrano Marugán, etc.

Por último, Kieran Egan señala un tercer momento donde el niño se aleja de la cultura oral y se acerca a la *escritura*. La escritura constituye una herramienta fundamental en el desarrollo humano. Gracias a ella podemos reproducir nuestro pensamiento. Además, el ser humano puede prescindir de su memoria y exponer sus ideas. Por ello, la escritura está fuertemente ligada al desarrollo del pensamiento abstracto (Gil, 2020).

En los niños con discapacidad intelectual esta etapa tarda en llegar debido a las dificultades que presentan a la hora de aprender a leer y a escribir.

Es necesario, en esta etapa, vincular los símbolos gráficos a experiencias que le den sentido. De esta forma, cuando se dibuja, por ejemplo, un círculo, un niño no le verá sentido más allá de que es una figura. Sin embargo, cuando se le pide que dibuje un sol, relacionará el círculo, figura geométrica, con este concepto.

“Las matemáticas, tienen un papel clave en el desarrollo de las formas de comprensión humana, siempre que iniciemos a los niños en ellas pensando en establecer los vínculos precisos entre la realidad y su experiencia y la mente y las ideas” (Gil, 2020). Esto es aplicable a las personas con discapacidad intelectual. Estas tres etapas nos dan pistas para la elección de los contenidos y metodología a elegir en cada etapa. En el siguiente epígrafe profundizaremos en las ventajas que ofrece la geometría para el trabajo con personas con discapacidad intelectual.

### **1.3. Geometría y discapacidad intelectual**

La primera toma de contacto de un niño en condición de discapacidad intelectual con el mundo exterior se concibe como “un revoltijo caótico de estímulos variados (sonidos, olores, formas) en los que no es sencillo distinguir y separar aun las mismas sensaciones que cada uno de ellos nos producen” (Gil, 2020). Ese caos que impregna su mente es el punto de partida para buscar un camino para trabajar con ellos. Édouard Séguin (1812-1880), pedagogo francés y filósofo de la educación, tuvo la intuición fundamental del papel que tiene la geometría para poner orden y conectar el interior del niño con ese mundo exterior, y en la capacidad para entenderlo (Gil y Millán, 2021).

El mundo que nos rodea desde nuestro nacimiento está compuesto por objetos con formas geométricas. Por ejemplo, Séguin se dio cuenta de que el concepto de plano se encuentra en la base de muchas de las dificultades de los niños para aprender. Pensemos en las actividades que realiza un alumno en el colegio tanto cuando se lee un libro o se dibuja, como en nuestras acciones de la vida cotidiana como por ejemplo sentarnos a comer a la mesa o el mundo de pantallas en el que vivimos. Hay niños que entienden este concepto con mucha facilidad, sin embargo, otros no y si no nos damos cuenta de ello, podemos no detectar algunas dificultades.

Séguin propone “una educación de los sentidos que ayude a los niños a desarrollar nociones sobre las que construir las ideas abstractas” (Gil, 2020), es decir, desarrollar los sentidos a través de actividades que contribuyan a construir ideas abstractas que hasta el momento no se han llegado a desarrollar. La disposición, la forma y el tamaño son elementos primordiales para aprender la lectura y la escritura, además de permitir orientarnos en el mundo distinguiendo formas naturales y objetos artificiales. Por ello, trabajar con la geometría contribuye a desarrollar estos elementos y de esta forma conocer el mundo que nos rodea.

Dos matemáticos posteriores a Séguin reflexionaron sobre diferentes conceptos geométricos que son determinantes. Henri Poincaré<sup>5</sup> (1902), concluyó la estrecha conexión entre las ideas de espacio geométrico abstracto y el espacio geométrico representativo, donde se relacionan los puntos que se representan en un plano, con las representaciones en nuestra mente de lo que percibimos de los sentidos.

Por otra parte, René Thom<sup>6</sup> (1971) afirmaba que el ser humano tiene una intuición primordial del continuo geométrico que es la base del pensamiento consciente. Los niños con discapacidad intelectual también manifiestan esta intuición. De esta forma, cuando los niños observan e interaccionan con el mundo que les rodea, se forman en su mente entes continuos de esas formas vistas. Todo ello, permite estar en el mundo, moverse, etc.

De esta forma, entendemos mejor la necesidad de Séguin de trabajar con los niños el espacio representativo ya que, a través de éste, se puedan generar ideas geométricas abstractas. La comparación de elementos geométricos ayuda a desarrollar estas ideas y a construir nociones abstractas.

En definitiva, la geometría establece un puente entre el mundo interior y el mundo exterior del niño. Es un medio para conocer y entender el mundo físico. La geometría permite que el niño pueda salir de su aislamiento y conecte con su mundo exterior (Gil y Millán, 2021). Por ello, debemos ser conscientes de que cualquier ser humano posee la capacidad para entender y de que ofrecer una buena educación matemática contribuye a que los niños con discapacidad intelectual puedan entender el mundo y la realidad en que viven.

Estas claras virtudes formativas nos han llevado a elegir la geometría, como rama de las matemáticas a utilizar en el trabajo con personas con discapacidad intelectual en este Trabajo de Fin de Grado.

---

<sup>5</sup> Henri Poincaré (1854, Nancy – 1912, París).

<sup>6</sup> René Thom (1923, Montbéliard – 2002, Bures-sur-Yvette).

## 2. MATEMÁTICAS RECREATIVAS

Podemos definir matemáticas recreativas como “todas aquellas actividades relacionadas con las matemáticas y que tengan un cierto carácter lúdico” (Fernández y Rodríguez, 1989). El uso de matemáticas recreativas estimula la imaginación del niño y ayuda a que éste no pierda el interés por la materia.

En este epígrafe, definiremos qué entendemos por juego, hablaremos del uso del juego en educación y nos adentraremos en lo que son las matemáticas recreativas propiamente dichas. Finalizaremos hablando de como el juego se puede utilizar en la educación matemática de personas con discapacidad intelectual por los retos que estos juegos suponen.

### 2.1. El juego

La Real Academia Española (2010) define el juego en una de sus varias acepciones como “Ejercicio recreativo o de competición sometido a reglas, y en el cual se gana o se pierde” mientras que, la Enciclopedia Larousse (2001) lo define como: “Actividad de orden físico o mental, no impuesta, que no busca ningún fin utilitario, y a la que uno se entrega para divertirse u obtener placer”. De esta manera, podemos concluir que los elementos que caracterizan a los juegos son: pueden ser una actividad física y/o mental, tienen unas reglas y se realizan sin ningún fin utilitario, buscando placer.

Johan Huizinga (1972), en su clásico libro “Homo Ludens”, plantea que la dimensión lúdica del ser humano, lo que él llama Homo Ludens, debe acompañar tanto al concepto Homo Sapiens, como Homo Faber, porque el hombre, además de ser sabio y fabricante, es también un hombre que juega, que disfruta del juego. Define el juego como:

Una acción u ocupación libre, que se desarrolla dentro de unos límites temporales y espaciales determinados, según reglas absolutamente obligatorias, aunque libremente aceptadas, acción que tiene su fin en sí misma y va acompañada de un sentimiento de tensión y alegría y de la conciencia de «ser de otro modo» que en la vida corriente. (Huizinga, 1972, pp. 45-46).

El juego posee diversos beneficios que contribuyen a la formación y fortalecimiento del espíritu de los participantes, dejándoles formar mundos nuevos, desarrollando su creatividad y abriéndoles al mundo.

## **2.2. Uso de los juegos en educación**

Ferrero (2004) aconseja el aprovechamiento del carácter lúdico que ofrecen los juegos en el colegio con el fin de que el proceso de enseñanza-aprendizaje, en concreto, en matemáticas, sea más motivante y divertido. El uso del juego en la educación, al que alude Ferrero, ha sido un recurso recurrente empleado desde la Antigüedad Clásica hasta la actualidad pasando por diferentes momentos que vamos a recorrer, a continuación, de la mano de Vankús (2005).

Durante la Edad Antigua, Platón (427 a.C. – 347 a.C.) consideraba que el principal método educativo para los niños de 3 a 7 años es el juego el cual les preparaba para su futuro trabajo. Por ejemplo, trabajar con rompecabezas estimulaba a los futuros arquitectos. Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.) también apoyaba la necesidad de los juegos en la infancia y consideraba que éstos estaban relacionados con el desarrollo físico del alumno.

Durante la Edad Media, en concreto, la iglesia medieval, asumió un papel muy importante en la educación. Su método principal de enseñanza se basaba en aprender de memoria. Sin embargo, el juego se mostraba presente en la vida de los niños, así lo demuestran numerosas exposiciones arqueológicas donde podemos encontrar muñecos, figuras de caballeros y sus caballos, juguetes de cerámica, etc.

Sin embargo, el pleno auge del uso de los juegos en la educación se produjo durante el Renacimiento, donde se apostaba por el “hombre desarrollado” y se criticaba la educación de la Edad Media. Consideraban que la enseñanza debía orientarse hacia la práctica donde el trabajo del alumnado fuese más activo.

Muchos autores retoman el papel del juego en la educación expuesto en la Antigüedad y opinan sobre ello. John Amos Comenius (1592 – 1670) defiende que el juego es una parte fundamental de la crianza del/la niño/a y que la educación debía ser lúdica y alegre. También, destacó la importancia de los juegos en equipo para el desarrollo de las habilidades sociales del alumnado. Comenius, apoyaba la idea de Platón considerando que el juego es esencial para la preparación para un futuro trabajo.

Por otra parte, John Locke (1632-1704) criticó los ideales de la Edad Media y destacaba que la enseñanza debía ser natural y sin exigencia. Esta última idea también fue defendida por Jean-Jacques Rousseau (1712-1778) que además de ser natural, también debía tener en cuenta la edad y personalidad de los/as niños/as, centrándose en los juegos motores.

Johann Heinrich Pestalozzi (1746-1827) destacó que la actividad propia de los niños es el juego y, por tanto, expresó la necesidad del uso sistemático de juegos didácticos con el fin de lograr los objetivos educativos. A su vez, Friedrich Wilhelm Fröbel (1782-1852) discípulo de Pestalozzi, apoyaba el uso del juego en el ámbito educativo para fomentar el desarrollo de la juventud.

Por otra parte, María Montessori (1870-1952) defendía la creación de un entorno de apoyo para el alumnado el cual ofrezca motivaciones y posibilidades para el desarrollo de éstos siendo el juego el medio para ello.

Jean Piaget (1896-1980), estudió las funciones del juego en la vida de los infantes, revelando cuatro tipos de juegos y manifestó que el juego ayuda a desarrollar la motricidad, los sentimientos, el intelecto y la imaginación, además de la socialización y la cooperación.

Por último, Jerome Seymour Bruner (1915-2016) influenciado por las investigaciones de Piaget, se preocupó por las formas efectivas de la educación. En su teoría defiende que el alumnado es el protagonista en la construcción de nuevas nociones y concepciones en concordancia con su conocimiento y/o experiencia existente. Por ello, el papel del docente radica en la motivación de los alumnos para fomentar dicha construcción. Bruner consideraba que el juego es un método adecuado de educación, ya que fomentaba el desarrollo del pensamiento lógico. A partir de entonces, el uso de juegos en la educación se expandió significativamente a finales del siglo XIX y en el siglo XX.

En definitiva, a través de este recorrido histórico y las diferentes posturas de estos autores, podemos concluir que el uso del juego en la educación ha sido una constante a lo largo de la historia. Hoy en día se considera central en la educación como forma de desarrollar numerosas habilidades del alumnado.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Una de las metodologías más en boga hoy en las aulas de Educación Primaria es la “gamificación”, a partir de la cual se aplican estrategias, mecánicas y reglas de juego para convertir tareas monótonas y rutinarias en divertidas (Ramírez, 2014).

### 2.3. Juegos y matemáticas

En palabras de Miguel de Guzmán (1984): “la Matemática es un verdadero juego que presenta el mismo tipo de estímulos y de actividad que se da en el resto de los juegos intelectuales”. Muchos de los grandes matemáticos que hoy en día conocemos y nombramos en nuestras aulas, han sido observadores y protagonistas de diferentes juegos que han proporcionado nuevos modelos de pensar. De esta forma, numerosas teorías matemáticas muy importantes se han desarrollado a partir de algún juego o pasatiempo, sirvan como ejemplo: los juegos con piedras de los Pitagóricos que dan origen a la Teoría de números, los juegos de azar a la Teoría de probabilidad o los cuadrados mágicos a la Teoría de combinatoria.

Alem (1987) afirma que, los juegos matemáticos, también llamados matemáticas recreativas, se han utilizado desde la Antigüedad en la educación. Su fin no radica únicamente en su uso para contribuir al progreso de las artes y de las ciencias, sino también, tenían un fin lúdico, es decir, se utilizaban para divertir a los matemáticos. Por ejemplo, los griegos crearon los primeros problemas en forma de desafíos en los cuales intervenían los propios dioses. Asimismo, durante la “guerra de los judíos”, encontramos la aventura de Josefo en las grutas de Jotapata. Esta aventura inspiró un problema célebre en el Imperio Romano que se transmitió de muchas formas diferentes durante la Edad Media. En Europa, destaca Carlomagno quien fue el primer gran aficionado de los enigmas matemáticos. Sin embargo, la pasión por los juegos matemáticos cobra especial protagonismo a partir del Renacimiento. Las numerosas ediciones de diferentes libros de autores como Nicolás Chuquet, Estienne de la Roche, Jacques Chauvet y Jean Trenchant, demuestran el éxito que tuvieron. Durante los siglos XVI y XVII, muchos autores como Fermat, Pascal y Descartes, influenciados por Adrianus Romanus, seudónimo de Van Roomen, crearon diferentes desafíos que incluso lanzaron públicamente por el gusto y la diversión que generaban. Este gusto por las matemáticas recreativas se alargó durante varios siglos posteriores y se consideró el papel de la matemática recreativa en la educación.

Las matemáticas utilizan la mente de las personas como su campo de juego, es decir, cuando hacemos matemáticas, participamos en una especie de juego, de esta manera, estimulamos nuestra mente (Su, 2020).

Podemos considerar que el juego constituye un puente entre la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en el alumnado, ya que el juego y las matemáticas tienen muchos aspectos en

común (Guzmán, 1989). Tanto los juegos, como las matemáticas poseen una estructura común en lo que se refiere al ejercicio. Los juegos se inician con la introducción de reglas, objetos iniciales, piezas, etc., de la misma manera que los objetos de una teoría matemática quedan definidos por definición implícita. A medida que los participantes se familiarizan con las reglas, van progresando en el dominio del juego y son capaces de crear unas técnicas sencillas que resultan efectivas en circunstancias especiales. De igual modo, esto es aplicable a las matemáticas en un primer enfrentamiento con éstas. Posteriormente, se llevan a cabo jugadas más complicadas tras el estudio más profundo de un juego. Esto, en matemáticas, corresponde al estadio de asimilación por el estudiante. Conforme el juego se complica y se pasa a los grandes juegos donde los problemas interesantes nunca se agotan, el participante intenta resolver de manera original los problemas. Esto se corresponde, en matemáticas, a la investigación en problemas abiertos. Finalmente, pocos participantes son capaces de crear juegos nuevos de interés. Esto se corresponde a la creación de nuevas teorías matemáticas.

“El juego desarrolla habilidades concretas de pensamiento estratégico, adivinación y planificación” (Bishop, 1998) y las matemáticas constituyen un conjunto de herramientas que potencian las estructuras mentales permitiendo la exploración y actuación con la realidad. Los juegos, enseñan a los estudiantes a desarrollar técnicas intelectuales por lo que son un buen punto de partida para la enseñanza de las Matemáticas (Ferrero, 2004).

Son numerosas las ventajas que encontramos en el uso de los juegos como recurso didáctico en el aula de matemáticas. A través de los juegos, se promueve el desarrollo de diferentes actitudes positivas en el alumnado que favorecen un buen ambiente de aprendizaje, tales como la emoción, la participación activa, el interés, etc. Guzmán (1984), señala que aquel juego que no requiere de fuerza y que tiene bien determinadas sus reglas y ciertos movimientos, posee unas características muy semejantes a las que presenta el desarrollo matemático. También, se estimulan diversas capacidades mentales que mejoran con la práctica tales como la imaginación, el pensamiento crítico, la creatividad, y el razonamiento lógico (Ferrero, 2004).

Es importante tener en cuenta qué tipos de juegos matemáticos son los adecuados según el contenido que se quiera trabajar. Existen diferentes clasificaciones que podemos mencionar aquí.

**Tabla 1**

*Clasificación de los juegos*

Juegos en general		Juegos matemáticos	
Según Walter Edmund Roth (1902) recogido por Martín (2009).	Los juegos pueden ser: imaginativos, realistas, imitativos, discriminativos, propulsivos y de placer.	Según Ferrero (2004).	Los juegos matemáticos pueden ser: juegos de competición inteligente, de lápiz y papel, con números, solitarios u otros juegos de intercambio de fichas. Sin embargo, esta clasificación es insuficiente por la omisión de juegos como el ajedrez.
Según Andrés, Oanes y Stefani (2014).	Los juegos pueden ser: juegos simbólicos, juegos motores, juegos de mesa, juegos electrónicos u otros juegos.	Según Oldfield (1991), recogido por Lorenzo (2018).	Juegos tipo puzle, juegos que refuerzan conceptos, juegos para poner en práctica habilidades, para fomentar la discusión matemática, juegos que fomentan la utilización de estrategias, juegos multiculturales, de ordenador, mentales, de calculadora, colaborativos, competitivos y juegos que ponen en relieve las estructuras básicas.
		Según Corbalán (1994), recogido por Lorenzo (2018).	Los juegos matemáticos según el tópico al que hacen referencia se clasifican en: juegos de procedimiento conocido, juegos de conocimientos (juegos numéricos, algebraicos, geométricos, de azar, probabilidad y combinatoria) y juegos de estrategia (juegos de alineación, de captura, de bloqueo y de configuración).

El juego “Polyminix” que vamos a utilizar en este T.F.G. es un juego que podemos clasificar como un juego de mesa, geométrico, que se puede jugar en solitario y que fomenta la utilización de estrategias.

#### **2.4. Juegos, matemáticas y discapacidad intelectual**

En nuestro trabajo con las personas con discapacidad intelectual pretendemos que las matemáticas contribuyan a su desarrollo personal. Francis Su (2020), señala el sentido del juego como una de las virtudes que puede desarrollar la práctica de las matemáticas y que pueden hacer crecer, florecer, al ser humano. Por ello, el uso del juego como forma de que estos niños aprendan matemáticas está más que justificado.

Pero ¿qué virtudes se cultivarían a través del juego matemático? Francis Su (2020), afirma que cuando se realiza un problema durante un periodo de tiempo, se ejercita la esperanza de que eventualmente lo resolverás. Se genera curiosidad a medida que se explora. También, se desarrolla la concentración pudiendo evitar las distracciones de la vida diaria. La confianza en la lucha, cuando después de varios intentos, se obtiene un buen trabajo final. La paciencia también se desarrolla, una virtud fundamental, cuando se espera la solución a un problema que quizás pueda años. La perseverancia de no dejar de intentarlo y también, se desarrolla la capacidad de cambiar de perspectiva y una apertura de espíritu.

El juego no solo produce placer, sino que también estimula diversas cualidades personales y sociales como la afirmación, la confianza, la cooperación, la comunicación, el trato con personas, etc. (Ferrero, 2004) y las virtudes que cultivamos a través del juego matemático son una fuente de desarrollo humano. Además, se establece una comunidad cuando se comparten ciertos intereses. De manera que, “jugando, el niño aprende a establecer relaciones sociales con otras personas” (Meneses y Monge, 2001). En esta interacción social producida durante el juego, el niño aprende una serie de normas sociales que le ayudan a entender la sociedad en la que vive (del Toro, 2012).

Todas estas virtudes son fundamentales en el desarrollo de un niño con discapacidad intelectual, sin olvidar que, el uso de los juegos en el aula de matemáticas es un recurso motivador para aquellos alumnos que presentan mayores dificultades (Alonso, Muñiz-Rodríguez y Rodríguez-Muñiz, 2014).

Por último, además del placer y las virtudes que producen las matemáticas en las personas, éstas también influyen en la experimentación de sentimientos a lo largo de la resolución de las actividades. “Estos sentimientos pueden hacer de motor que impulse para buscar una solución o, por el contrario, bloquear dichos procesos debido al peso de las emociones negativas” (Callejo, 1994). De esta forma, debemos tener en cuenta el componente emocional cuando trabajemos con niños con discapacidad intelectual, ya que la frustración por no poder resolver una actividad puede llevar a bloqueos y sentimientos negativos.

## **CAPÍTULO II. TALLER DE MATEMÁTICAS RECREATIVAS**

Por todo lo expuesto anteriormente, hemos decidido proponer un Taller de matemáticas recreativas basado en geometría para jóvenes con discapacidad intelectual. El taller tendrá dos funciones:

- 1) La propia de los juegos: disfrutar, estar juntos, establecer vínculos afectivos, etc.
- 2) El aprendizaje a través de él de algunos conceptos geométricos: área y perímetro de algunas figuras geométricas planas.

### **3. CONCEPTOS GEOMÉTRICOS TRABAJADOS**

En el proceso de conocimiento del mundo de las personas con discapacidad intelectual hay un aspecto importante que es el entender qué movimientos podemos aplicar a los objetos para que estos no cambien de forma. Esto, que es algo intuitivo para la mayor parte de las personas y fruto de su experiencia, es necesario trabajarlo explícitamente con ellos. Desde el punto de vista de las matemáticas, las isometrías del plano formalizan esta idea.

El trabajo con el plano es otra de las necesidades básicas de las personas con discapacidad intelectual como ya apuntaba Edouard Séguin en el siglo XIX (Gil y Millán, 2021). En el plano se desarrollan gran parte de nuestras actividades académicas y conocerlo permitirá a los niños y jóvenes escribir y dibujar mejor. Hemos elegido las teselaciones del plano como el segundo concepto para trabajar.

Todas las figuras planas ocupan una superficie y están bordeadas por una línea. Entender estos dos conceptos y medirlos es una forma de trabajar la integración entre aritmética y geometría y de dar otro significado a los números, distinto a la cardinalidad o la ordenación. En este epígrafe abordaremos estos conceptos desde el punto de vista matemático<sup>8</sup>.

#### **3.1. Isometrías del plano**

La idea de igualdad es central en geometría. La idea intuitiva de igualdad que tenemos es que dos figuras son iguales cuando tienen, lo que en el lenguaje cotidiano llamamos, misma “forma” y mismo “tamaño”. Esto se denomina “congruencia” en el lenguaje matemático. De esta manera, dos figuras son congruentes si existe una isometría del plano que transforma la una en la

---

<sup>8</sup> En este apartado utilizaremos los apuntes de la asignatura “Didáctica de la Geometría” de la Universidad de Zaragoza.

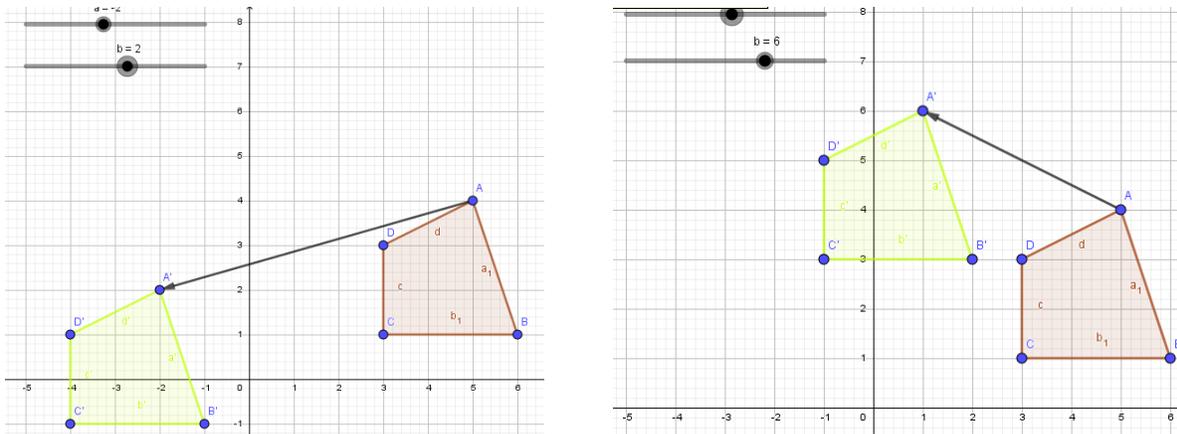
otra. Pero ¿a qué llamamos “isometría”? A una transformación de puntos del plano en puntos del plano que conserva las distancias. Las tres más importantes son: la traslación, la rotación o giro y la simetría o reflexión.

*La traslación:*

Dado un vector  $AB$ , una traslación es una correspondencia que asocia a cada punto  $P$  un punto  $P'$  tal que el vector  $PP'$  es igual al vector  $AB$

**Ilustración 1**

*Traslación del polígono  $ABCD$  con dos vectores distintos realizado con el programa GeoGebra.*

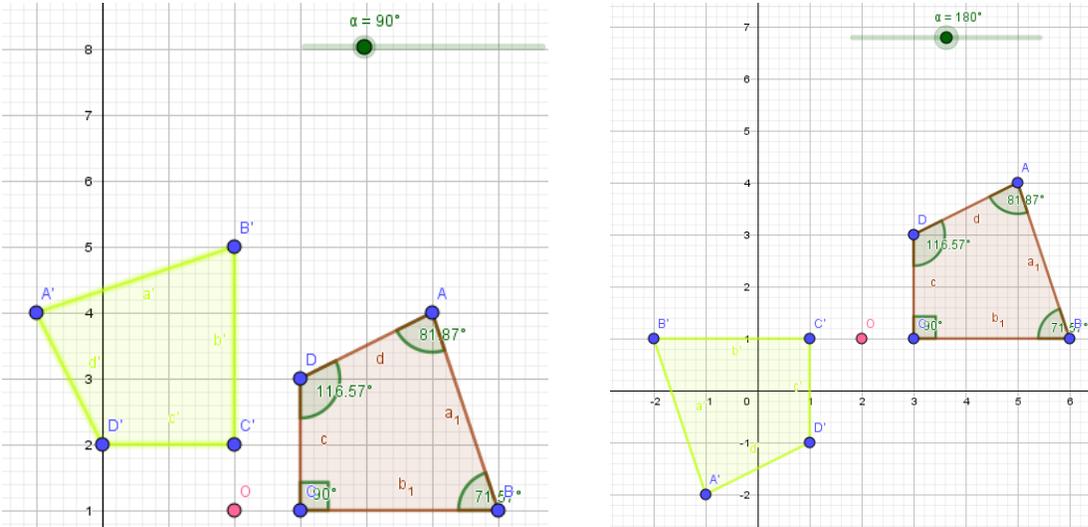


*La rotación o giro:*

Dado un punto  $O$  (centro de rotación) y un ángulo orientado  $ABC$  una rotación es una correspondencia que asocia a cada punto  $P$  un punto  $P'$  tal que distancia de  $P'$  a  $O$  es igual a la distancia de  $P$  a  $O$ . El ángulo orientado  $POP'$  es igual al ángulo dado.

## Ilustración 2

Rotación del polígono ABCD con centro O y ángulos de  $90^\circ$  y  $180^\circ$  realizado con el programa GeoGebra.

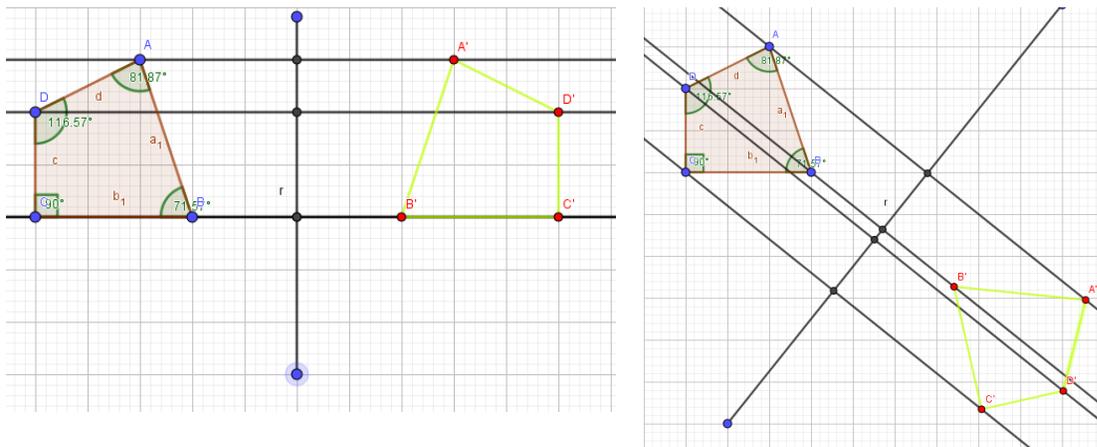


*La simetría o reflexión:*

Dado una recta  $r$ , una reflexión es una correspondencia que asocia a cada punto  $P$  un punto  $P'$  de la perpendicular a  $r$  que pasa por  $P$  tal que distancia de  $P'$  a  $r$  es igual a la distancia de  $P$  a  $r$ .

## Ilustración 3

Simetría del polígono ABCD según dos rectas distintas realizada con el programa GeoGebra.



Estas tres isometrías se pueden asociar con movimientos que se realizan en nuestro entorno (algunas en el plano y otras en el espacio 3D). Las traslaciones las podemos imaginar con lo que en lenguaje cotidiano se entiende por cambiar algo de lugar. Las rotaciones las podemos imaginar como giros en el plano. Las simetrías las podemos imaginar como un “volteo” de la figura. Estos movimientos son los que recrea el juego con el que vamos a trabajar.

### **3.2. Teselación del plano**

Teselar el plano es cubrirlo de figuras planas sin que quede ningún hueco entre ellas. Estas figuras pueden ser polígonos o tener lados curvos; pueden ser iguales o diferentes.

Como el plano es infinito debemos poder imaginar que se cubre completamente para considerar que hemos teselado el plano. Un polígono tesela el plano cuando puede recubrirse el plano con esos polígonos sin solaparse y sin dejar huecos entre ellos. Solo hay tres polígonos regulares que teselan el plano y eso es debido a la medida de sus ángulos interiores que son divisores de  $360^\circ$ : el cuadrado ( $90^\circ$ ), el triángulo equilátero ( $60^\circ$ ) y el hexágono regular ( $120^\circ$ ).

En este taller teselaremos una superficie limitada del plano utilizando distintos tipos de polígonos todos ellos con ángulos rectos.

### **3.3. Área y perímetro de una superficie plana**

Una “superficie” es una porción del plano, limitada por una curva cerrada simple que podemos llamar “borde” de la superficie. La medida de una superficie se llama “área” y la medida de la longitud de la línea se llama “perímetro”.

Para “medir” el área y la longitud se pueden emplear distintas unidades. Se recubre la superficie o la longitud con la unidad de medida y se cuenta cuantas caben. En el Taller que proponemos las áreas se medirán utilizando cuadrados-unidad. Para medir el perímetro utilizaremos como unidad el lado del cuadrado.

El área y el perímetro son magnitudes, que están relacionadas de una forma no obvia. Dos figuras que tienen la misma área se llaman “equivalentes”, pero no tienen por qué ser congruentes ni tener el mismo perímetro. Dos figuras que tienen el mismo perímetro se llaman “isoperimétricas” pero no tienen por qué ser congruentes ni equivalentes. Cuando se componen dos superficies planas para formar una superficie nueva, el área de la nueva figura es la suma de

las áreas de las superficies que las componen, pero el perímetro no. *Véase Anexo I para un ejemplo*

## **4. ELECCIÓN DEL JUEGO**

### **4.1. Juegos geométricos**

Son numerosos los juegos geométricos que existen en la actualidad que trabajan con las ideas expuestas en el apartado anterior (isometrías, teselaciones, áreas y perímetros). Uno de ellos es el “Tangram”, conocido sobradamente por las posibilidades de este puzzle para trabajar la geometría y la lógica en todas las etapas educativas. Tiene su origen en China y llegó a América y a Europa hacia el siglo XIX. Trabaja específicamente la composición y descomposición de figuras planas. El Tangram está compuesto por 7 piezas que se corresponden a figuras geométricas conocidas: 5 triángulos isósceles de diferentes tamaños, 1 romboide y 1 cuadrado. Las piezas se han obtenido a partir de la disección de un cuadrado. Para jugar al Tangram se deben seguir dos normas clave: hay que utilizar las todas las piezas y no se pueden superponer. Por ello, el juego viene acompañado de propuestas con modelos de figuras para construir, pero la dificultad se encuentra en que en estos modelos no se distinguen las piezas. Los beneficios que ofrece este juego es que se puede trabajar de una manera lúdica diferentes conceptos de la geometría plana, se desarrollan capacidades psicomotrices e intelectuales, se potencia el razonamiento lógico y el sentido de la orientación (Aprendiendomatematicas, s.f.).

Por otra parte, a partir de los pentaminós, se han creado numerosos juegos de mesa. Uno de ellos es “Katamino”, un juego de mesa formado por 12 piezas de pentaminós, un tablero de madera que tiene espacios y una pieza de separación, creado por André Perriolat. Este juego está diseñado para jugar de manera individual o en parejas. Los retos individuales consisten en colocar todas las piezas en el tablero delimitando el espacio con el separador. Mientras que, si nos referimos al uso de Katamino para dos jugadores, podemos encontrar hasta tres modalidades de juegos distintos. En primer lugar, se divide el tablero en dos mediante la guía y se reparten tres piezas pequeñas y una mediana a cada jugador. Después, cada uno escogerá las piezas hasta tener un total de cinco (sin contar con las cuatro iniciales). Cuando se indique, ambos jugadores tratarán de colocar todas sus piezas en su lado del tablero. El jugador que complete el tablero sin dejar ningún espacio y sin dejarse ninguna pieza, será el ganador. La segunda modalidad tiene las mismas reglas, pero con una importante diferencia. Tras coger las tres piezas pequeñas y la

mediana, se irán escogiendo las otras cinco. Sin embargo, las piezas que se han escogido van a ser para el adversario. Por último, la tercera modalidad consiste en colocar piezas sobre un tablero cuadrado, que se encuentra dibujado en su cuaderno. El primer jugador coge una pieza y la coloca encima de él. El segundo jugador situará otra sobre el tablero, y así sucesivamente. Aquel que ya no pueda colocar ninguna otra pieza, habrá perdido la partida (Garcés, 2015). Otro juego de mesa similar a los anteriores en el cual también se debe cubrir una superficie es “Blokus”, creado por Bernard Tavitian un matemático e ingeniero francés, diseñador de juegos.

A raíz de la creación de diferentes juegos formados por pentaminós, el matemático ruso Alekséi Pazhitnov, creó otro juego geométrico, muy popular, el “Tetris”. Es un videojuego, que podemos encontrar desde los antiguos salones recreativos, hasta en los teléfonos móviles. Se trata de colocar 5 tetraminós para obtener una línea final que se eliminará. Se hace uso de las rotaciones y traslaciones para poder colocar las piezas.

Para nuestro taller matemático, elegimos el juego “Polyminix” por su reciente creación y por ajustarse a la perfección a los conceptos que queremos trabajar. Es versátil, se aprende de forma sencilla, pero tiene varias modalidades de juego y existen experiencias de su uso con personas con discapacidad intelectual.

#### **4.2. Descripción del juego “Polyminix”**

“Polyminix” es un juego de mesa para niños a partir de 6 años creado recientemente por Anna Mazzitelli, profesora de primaria y María Cristina Migliucci, profesora de matemáticas de primer ciclo de secundaria y vicepresidenta de la Asociación ToKalon, con ayuda de Emanuele Pessi.

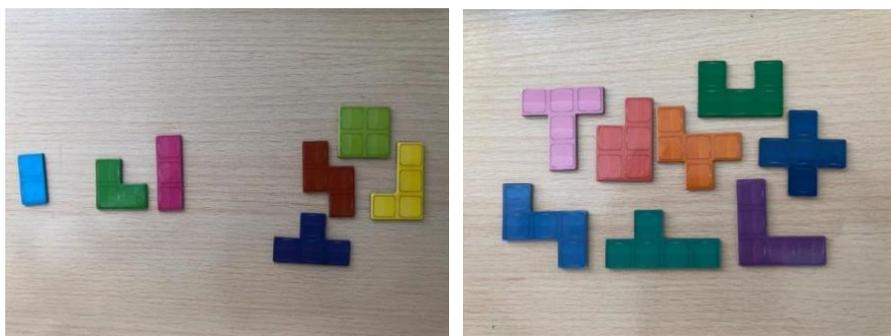
En este juego, pueden jugar hasta cuatro personas y tiene diferentes niveles de dificultad. Contiene un tablero de juego, cuatro marcadores de puntos de madera, 60 cartas de poliminós<sup>9</sup>, compuestas por 8 pentaminós (poliminós de 5 cuadrados idénticos conectados por lo menos de un lado), 4 tetraminós (poliminós de 4 cuadrados idénticos), 2 triminós (poliminós de 3 cuadrados idénticos) y 1 dominó (el único poliminó de dos cuadrados).

---

<sup>9</sup> Podemos definir poliminós a los polígonos formados por un conjunto de cuadrados que se encuentran conectados por, al menos, uno de sus lados sin que queden huecos en el interior de la figura obtenida. El uso de los poliminós en Didáctica de la Geometría es ampliamente conocido.

## Ilustración 4

### *Poliminós que componen el juego*



Además de ello, posee 49 cartas de gran formato que contienen 98 desafíos divididos en 3 niveles de complejidad: las cartas de color verde son cartas fáciles, las cartas de color amarillo son cartas de dificultad media y las cartas de color rojo, son cartas difíciles. También, incluye dos dados de madera que indican el turno y el desafío respectivamente.

El dado del turno está compuesto por una copa roja”  la cual indica que el primer jugador en completar el reto gana 3 puntos, mientras que, el resto de los jugadores no ganan ninguno. También, encontramos “el podio”  donde el primer jugador en completar el reto gana 3 puntos, el segundo 2 y el tercero 1, mientras que, el cuarto jugador no ganará ningún punto.

En otra de las caras del dado de turno encontramos “la escalera”  en la cual, en lugar de usar una carta del mismo color que el jugador actual, cada jugador puede usar su carta preferida, teniendo en cuenta que quien acabe primero ganará 3 puntos si se usa una carta amarilla y 2 puntos si se usa una verde, mientras que el resto  de los jugadores no obtienen puntos.

También, tenemos “la estrella”  en la cual el jugador actual coloca el dado de turno en la cara que prefiera. “El reloj” también aparece donde todos los jugadores que completen el reto antes de  que quedarse sin tiempo ganan 2 puntos. Se sugiere empezar con 1 minuto, y luego ir bajando el tiempo. La última cara del dado de turno está formada por “Dos cartas”, en ese caso el reto consiste en completar dos cartas, una detrás de otra, en lugar de solo una. El primer jugador en cubrir las dos figuras de sus dos cartas gana 3 puntos, (el resto de los jugadores no ganan ningún punto).

A su vez, el dado del desafío también está formado por 6 caras diferentes que indican un modo de juego distinto. En primer lugar, encontramos la “Exclamación azul” que  indica que hay que usar todos los poliminós mostrados en la caja de arriba a la izquierda. También, encontramos la “Exclamación roja” donde se  indica que hay que usar todos los poliminós que aparecen en la caja de arriba en el centro. Por otro lado, también tenemos un “Interrogante azul”  donde hay que usar todos los poliminós indicados en la caja de abajo a la izquierda, más otros poliminós a tu elección: un poliminó si se indica , 2 poliminós si se indica  y 3 poliminós si se indica  y también, un “Interrogante rojo” , donde Hay que usar todos los poliminós indicados en la caja de abajo en el centro, más otros poliminós (1, 2 o 3) a su propia elección.

Otra cara del dado de desafío es “La prohibición”  que indica que pueden usarse todos los poliminós, exceptuando los que están en la caja de arriba a la derecha.

Por último, encontramos la cara de “A+B”  que consiste en usar tanto poliminós como indique la caja de abajo a la derecha. Estos poliminós deben ser de la superficie indicada. Por ejemplo, si en la caja se indica  hay que usar 5 poliminós, particularmente el único dominó disponible , 1 de los 3 triminós  y 3 de los 8 pentominós .

Con “Polyminix” cabe la posibilidad de jugar a dos juegos diferentes. El “Juego 1: Cubre la forma”, consiste en que, cada jugador posee un kit completo de 15 poliminós y se coloca en la casilla de salida del tablero con su marcador de puntos (morado, azul, verde o naranja). También, se colocan en el centro de la mesa los 3 montones de cartas barajeadas, las cuales están divididas en 3 niveles de dificultad (verdes, amarillas y rojas). El jugador más joven comienza la partida tirando los dados y se continúa en el sentido de las agujas del reloj. Los dados de turno y de desafío indicaran el modo de juego.

Por ejemplo, el dado de turno cae en la cara de la copa roja, por lo que, el primer jugador en completar el reto gana 3 puntos, mientras que, el resto de los jugadores no ganan ninguno y el dado del desafío ha caído en la cara de la exclamación azul, lo que significa que se deben usar los poliminós que se indican en ese cuadrado. De esta forma, se acuerda con los jugadores el uso de las cartas verdes, amarillas o rojas, y se debe cubrir la carta acordada con los poliminós indicados

en el cuadro de la exclamación azul. El jugador que complete el reto antes obtendrá 3 puntos y se podrá mover en el tablero 3 posiciones.

El “Juego 2: resuelve el problema” igual que en el Juego N.1, con la única diferencia de que las cartas se dejan en la caja: cada jugador coge un kit de 15 poliminós y un marcador de puntuación, que luego se colocarán en la casilla de salida del tablero de puntos. El jugador más joven empieza y el juego continúa en el sentido de las agujas del reloj.

El jugador actual elige el modo de turno de juego, eligiendo entre la copa roja, el pódium o el reloj. El jugador tira los dos dados, busca la prueba a resolver en la siguiente tabla y la anuncia a todos los jugadores que, al mismo tiempo, empiezan a construir la figura que corresponda a los requisitos del desafío. Si por ejemplo los 2 dados muestran el reloj y el interrogante rojo y, hay que construir una figura con un área de 26 y un perímetro de 24. Cuando todos los jugadores han acabado su desafío, se asignan los puntos y se mueven los marcadores. *Véase Anexo II.*

#### **4.3. Uso didáctico de Polyminix<sup>10</sup>**

La creación de este juego de mesa viene dada de la mano de CreativaMente, empresa que diseña y comercializa juegos con carácter educativo. Su fundador es Emanuele Pessi junto con ToKalon<sup>11</sup>.

En la actualidad, nos encontramos con numerosas herramientas multimedia que se han convertido en parte de la enseñanza. Estas herramientas son útiles siempre y cuando no se alejen de su conexión con la realidad física, base de los conceptos primordiales de las matemáticas. Por ello, acercarnos al pensamiento simbólico sin hacer uso de nuestros sentidos, es impensable. “Polyminix” combina estos elementos y ofrece un juego con numerosas ventajas pedagógicas.

---

<sup>10</sup> La información ha sido extraída de una entrevista realizada por Eleonora Fortunato a las creadoras del juego Anna Mazzitelli, profesora de primaria y María Cristina Migliucci, profesora de matemáticas de primer ciclo de secundaria y vicepresidenta de la Asociación ToKalon. <https://www.orizzontescuola.it/polyminix-fare-matematica-coinvolgendo-emozionando-insegnando-giocando-intervista/>. Las notas textuales corresponden a las respuestas de las autoras reelaboradas por la periodista que las entrevista.

<sup>11</sup> ToKalon es una asociación italiana fundada en 2013 por diferentes docentes. Parte de la idea de que para enseñar es necesario no dejar de estudiar nunca y profundizar en los contenidos y métodos de las propias disciplinas. Su misión es llegar a todas las personas de las comunicades de aprendizaje y para ello, realizan diversas actividades como cursos para docentes, concursos para alumnos, publicación de material didáctico, encuentros, exposiciones, talleres ludo-didácticos. Página web: <https://associazionetokalon.com/>

El juego se basa en el uso de los movimientos de traslación, rotación y reflexión, en el plano. No todos los alumnos tienen adquiridas estas nociones. Sin embargo, esto no supone un problema en la dinámica del juego, ya que estos conceptos se aprenden fácilmente cuando se les da la oportunidad de manipular libremente los polígonos construyendo figuras a su antojo.

El juego “Polyminix” se presta a ser utilizado en el aula de muchas formas relacionadas con las matemáticas y se puede introducir en la programación didáctica. Se puede utilizar para trabajar únicamente con la composición y descomposición de figuras geométricas o para integrar la aritmética a través del cálculo de áreas y perímetros.

Este juego contribuye a desarrollar satisfacción por el aprendizaje. “Las potencialidades didácticas del juego para la geometría o la medida -aspectos clave de la introducción al pensamiento científico- están íntimamente ligadas a la fuerza con la que atrae a los alumnos, con la que los involucra”. Es imprescindible dejar al alumnado experimentar con el juego antes de empezar un trabajo estructurado y que sean ellos los encargados de descubrir los polígonos. Ante una simple mesa de juego brota nuestra imaginación, con momentos de sorpresa, reflexión, limitaciones, etc. Las piezas que forman el juego atraen a las personas para ser usadas y jugar con ellas de forma natural.

Nos podemos preguntar la importancia del ensayo y error o los intentos razonados a la hora de jugar. Bien, el carácter enigmático que tiene el juego inicia el despertar del pensamiento, estimulado la imaginación y acostumbrándonos a la observación. Mediante los ensayos, la conversación que se produce y el intercambio de experiencias entre el alumnado, se promueve el aprendizaje de saberes vividos que se fortalecerán en etapas posteriores. Ana Millán Gasca, en su libro “Número y forma” señala que:

Incluso en matemáticas es vital mirar más allá de la pura alfabetización numérica y estar dispuesto a acompañar a los niños en un viaje por el fascinante paisaje de los conceptos matemáticos: fascinante porque es un viaje que se realiza con la mente y la imaginación, pero también con el cuerpo, observando y tocando; porque pasa por etapas siempre nuevas (números nuevos, formas nuevas); y porque, en el camino, descubrimos multitud de

conexiones entre conceptos, como una red de hilos invisibles que, en lugar de ocultar el paisaje, ayudan a los niños a desenredarse de él (Millán, 2015).

De esta forma, resolver un problema a partir del ensayo-error, también es una actividad usual de la investigación matemática.

El factor tiempo es clave en el juego y como vamos a trabajar con jóvenes con discapacidad intelectual, es importante saber si esto les puede afectar. Las creadoras opinan que no supone un problema con el juego “Polyminix”, ya que no existe una única solución a los desafíos propuestos. Por ello, “Esto nos permite potenciar no solo la velocidad de ejecución sino también la multiplicidad de respuestas obtenidas, algunas de las cuales pueden ser más elegantes que otras”. De esta manera, se fomenta el potencial de cada alumno, animándole a superarse a sí mismo y a dar lo mejor de sí. Si nos centramos en la velocidad en realizar las actividades, ésta puede interferir en el razonamiento y, por ende, perjudica al aprendizaje de las matemáticas. La educación no busca enseñar contenidos en el menor tiempo posible, sino que “el tiempo es parte de la experiencia, la escuela le da calidad a ese tiempo que vivimos”.

El último factor que nos decidió utilizar este juego es que existen algunas experiencias de su uso en Italia con algunos alumnos con discapacidad intelectual. Basadas en ellas hicimos una experiencia piloto con un joven de 15 años antes de empezar nuestro taller.

#### **4.4. Experiencias con personas con discapacidad intelectual**

##### *4.4.1. Experiencia en el instituto “Istituto d’Istruzione e Formazione Professionale Antonio Rosmini” (Roma, Italia)*

En primer lugar, he tenido la oportunidad de conocer y entrevistar a una estudiante italiana de Didáctica de las Matemáticas cuyo trabajo de fin de máster se basa en una propuesta práctica con el juego de mesa Polyminix.<sup>12</sup>

La joven conoció el juego a partir de una sesión de didáctica de las Matemáticas de la profesora Ana Millán Gasca, doctora en Ciencias Matemáticas. En su sesión, la maestra invitó a

---

<sup>12</sup> Se trata de Elisa Passacantilli, estudiante de la Universidad Roma Tre.

docentes de la Asociación Tokalon, entre los cuales, se encontraban los creadores del juego. De esta forma, la joven se interesó en el juego y decidió ponerlo en práctica.

La puesta en práctica de la joven se llevó a cabo con un grupo de hombres y mujeres adultos con discapacidad intelectual en dos aulas diferentes del “Istituto d’Istruzione e Formazione Professionale Antonio Rosmini”. La primera estaba compuesta por un total de 15 estudiantes, siendo 10 mujeres y 5 hombres, mientras que, la segunda también posee el mismo número total de estudiantes, pero son 7 mujeres y 8 hombres. La chica indica que sus estudiantes poseen problemas en usar el dinero y la geometría. Por tanto, decidió aprovechar las virtudes formativas del juego para ayudar a comprender a sus alumnos algunas descomposiciones aditivas necesarias para el manejo del dinero.

La joven, adaptándose a las necesidades de sus alumnos, propuso una intervención que avanza desde la actividad más sencilla como es, por ejemplo, dibujar cuadrados en papel obteniendo sus propiedades a partir de la observación de éstos, hasta actividades más complejas como asociar una figura de Polymix a una cantidad de dinero concreta u obtener el área y el perímetro de una figura.

Comenzó el trabajo haciendo ver a los alumnos la relación de la geometría con el entorno. A continuación, realizó una actividad introductoria que consistía en construir un cuadrado utilizando distintos materiales que está inspirada en una sesión diseñada por la profesora Emanuela Spagnoletti para una sesión del Taller de Geometría del proyecto ANFOMAN (2022). La parte central de la intervención fue utilizar el juego “Polymix” para conocer los polimix, trabajando con ellos conceptos como el área y el perímetro de la composición de dos polimix respondiendo a dos tipos de preguntas: “¿Qué área o perímetro tiene este polimix o composición de polimix?”, “¿Cuántos polimix son necesarios para construir un polígono de área 10? ¿Hay una única solución?”. Después, la joven demostró qué aplicaciones prácticas tienen los polimix del juego a través de una actividad que consistía en asociar el área de los polimix con diferentes cantidades monetarias, por ejemplo, la suma de dos pentomix es igual a la suma de dos billetes de 5€.

Los resultados obtenidos de la puesta en práctica de la propuesta de la joven fueron favorables. Trabajando de forma lúdica con la geometría, los alumnos fueron capaces de entender conceptos abstractos como el área y el perímetro y aplicarlos a la resolución de problemas

prácticos. De esta forma, a partir de esta experiencia podemos concluir que las matemáticas en la formación no tienen únicamente una finalidad utilitaria. Son muy amplias, y pueden ser utilizadas para la formación. Para ello, debemos seleccionar los contenidos a trabajar y establecer su fin didáctico. Todos los niños tienen derecho a comprender y trabajar de esta forma que, además, permite disfrutar.

#### 4.4.2. *Experiencia piloto en España*

Asimismo, trabajamos con un caso en particular para preparar la intervención. Esta práctica se llevó a cabo con un joven de 15 años, perteneciente a la asociación Sesdown, que lleva 7 años asistiendo al taller de matemáticas llevado a cabo por la asociación y que, por tanto, tiene experiencia previa con este tipo de actividades.

Realizamos varias actividades con el juego con una duración de 1 hora. En primer lugar, pedimos al joven que dibujara un cuadrado en un folio cuadriculado, cosa que le resultó muy sencilla. A continuación, entregamos un dominó (figura del kit de poliminós) y le preguntamos qué hay dentro de esta figura. El joven identificó rápidamente los dos cuadrados que forman el dominó y le indicamos que esos dos cuadrados son el área de la figura, dando pie a identificar el área de otras figuras, cosa que hizo correctamente.

Posteriormente, trabajamos la suma del área de dos figuras adyacentes. Para ello, le indicamos que podía separar y realizar la suma. Esta actividad, fue resuelta rápidamente. A continuación, pedimos el ejercicio inverso, es decir, formar una figura con un área en concreto, por ejemplo, de área 5. En este caso, el joven tuvo más dificultades que en el caso anterior. Se emplearon los dedos de las manos para mejorar su comprensión, ya que primeramente había seleccionado un triminó, pero no era capaz de ver que le faltaba un dominó para completar la figura de área 5.

Después, trabajamos el concepto de perímetro. En primer lugar, explicamos que es el perímetro a través de un ejemplo vivencial, es decir, rodeamos el borde de la mesa con las manos y contamos el número de manos que cabían, obteniendo así su perímetro. A continuación, haciendo uso de su cuaderno cuadriculado de trabajo, dibujamos diferentes poliminós y le pedimos que

#### **Ilustración 5**

##### *El joven participante de la prueba*



obtuviese su perímetro. Le entregamos una figura del juego para que calculara su perímetro. En esta ocasión, surgió una dificultad y es que, el propio diseño de las figuras, es decir, el espacio que queda entre los cuadrados internos conduce a la confusión del niño sumando más cantidades a su perímetro.

Por último, fuimos un paso más allá y le entregamos una tarjeta verde para que cubriera la superficie con las figuras que se indican, primero, con la exclamación azul y después, con la exclamación roja. El alumno resolvió el ejercicio en muy poco tiempo, demostrando que, a pesar de presentar una discapacidad intelectual, era capaz de aprender a utilizar el juego en un periodo de tiempo muy corto.

## **5. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

Hemos diseñado un taller de cuatro sesiones de una hora de duración destinado a jóvenes con discapacidad intelectual utilizando un juego de mesa de carácter geométrico. Lo vamos a implantar en dos centros de Educación Especial y pretendemos observar:

- 1) El grado de implicación que el juego produce en los alumnos.
- 2) Su comprensión intuitiva de los movimientos de traslación, giro y volteo (simetría) para cumplir el objetivo del juego.
- 3) Su grado de comprensión de lo que significa teselar una superficie plana.
- 4) La utilidad del juego para comprender los conceptos de área y perímetro de una superficie plana y sus relaciones.

Para ello utilizaremos una metodología de observación participante (Postic y de Ketele, 1988) en el que se adopta un papel docente e investigador, mientras se participa activamente en la actividad. Algunas limitaciones que presenta esta metodología son que sus procedimientos son costosos, la mayoría de los métodos de observación directa valoran cuantitativamente las conductas sociales alejándose de los aspectos cualitativos y en ocasiones, hay detalles conductuales y de aprendizaje que realizan los estudiantes que se escapan debido a la inmersión en la actividad.

Hemos elaborado unas guías de observación para evaluar las sesiones a través de la observación directa y un registro anecdótico. En estas guías se plantean cuestiones sobre la actitud de los participantes, las dificultades surgidas y otros aspectos más concretos. Dadas las características de los alumnos y el escaso personal presente en cada sesión, en ocasiones, yo misma

y dos auxiliares las cuales no tienen una función docente, esta metodología ha presentado algunas limitaciones y no se han podido extraer todas las conclusiones que hubiéramos deseado. Por ejemplo, no hemos podido hacer una descripción del desempeño individual de cada alumno.

Se han recogido algunas anécdotas significativas que puedan dar idea de cómo el trabajo que estábamos planteando realmente provocaba experiencias de aprendizaje en los chicos y chicas participantes (Van Manen, 2003).

Para tener constancia del trabajo de los alumnos, hemos recogido algunas producciones escritas que se incluyen en el trabajo en los anexos y se ha recogido un abundante material fotográfico que puede dar idea del ambiente creado en las sesiones y de la implicación de los alumnos.

Respecto a la evaluación de los resultados, en cada una de las sesiones se ha diseñado una actividad final que pretende recoger lo que los chicos han aprendido con ella. Somos conscientes de que es una evaluación inmediata que no puede recoger si ha habido un aprendizaje duradero. No hemos realizado una prueba final del taller por dos motivos. El primero de índole práctica es la falta de tiempo durante la aplicación de las sesiones. El segundo más de fondo es la dificultad que tienen los estudiantes con discapacidad intelectual en una prueba escrita que les somete a presión y en las que en ocasiones inhiben sus conocimientos (Wishart, 1996).

Por tanto, los resultados que en este Trabajo Fin de Grado se presentan deben ser leídos teniendo en cuenta las limitaciones anteriores.

## 6. DISEÑO DEL TALLER

El taller consta de cuatro sesiones con diferentes objetivos en el que se trabajan las siguientes ideas matemáticas.

**Tabla 2**

*Síntesis de las sesiones del taller indicando los objetivos y contenidos a trabajar.*

<i>Sesión</i>	<i>Objetivos</i>	<i>Contenidos</i>
Sesión 1	<ul style="list-style-type: none"><li>• Presentar el hilo conductor</li><li>• Establecer las reglas y normas del juego.</li><li>• Familiarizarse con el juego de mesa “Polyminix” (piezas y teselación)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Concepto poliminó.</li><li>• Las traslaciones, rotaciones y simetrías o reflexiones en el plano.</li><li>• Teselaciones del plano.</li></ul>
Sesión 2	<ul style="list-style-type: none"><li>• Jugar al juego de mesa “Polyminix” en formato de competición.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Concepto poliminó.</li><li>• Las traslaciones, rotaciones y simetrías o reflexiones en el plano.</li><li>• Teselaciones del plano.</li></ul>
Sesión 3	<ul style="list-style-type: none"><li>• Calcular el área de un poliminó.</li><li>• Calcular el área de una composición de 2/3 poliminós</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Concepto poliminó.</li><li>• Las traslaciones, rotaciones y simetrías o reflexiones en el plano.</li><li>• Área de una figura plana</li></ul>
Sesión 4	<ul style="list-style-type: none"><li>• Calcular el perímetro de un poliminó</li><li>• Calcular el perímetro de una figura compuesta.</li><li>• Calcular el perímetro de una figura compuesta, recolocando una de ellas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Concepto poliminó.</li><li>• Las traslaciones, rotaciones y simetrías o reflexiones en el plano.</li><li>• Perímetro de una figura plana</li></ul>

Lo presentaremos a los alumnos con un hilo conductor que dé sentido a las actividades. Nos pareció buena idea concebir cada sesión como unas misiones que unos seres de otro planeta plantean a los participantes.

## 6.1. Sesión 1

**Tabla 3**

*Título, objetivos, temporalización y materiales utilizados para la primera sesión.*

<i>Título de la actividad</i>	1ª Misión. “Los marcianos nos visitan”	
<i>Objetivos</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Presentar el hilo conductor (historia).</li><li>• Establecer las reglas y normas del juego en general.</li><li>• Familiarizarse con el juego de mesa “Polyminix” (Piezas y teselación)</li></ul>	
<i>Temporalización</i>	Primera parte: 10 minutos.	Segunda parte: 10 minutos
	Tercera parte: 15 minutos	Cuarta parte: 40 minutos
<i>Materiales y recursos</i>	Los materiales que se van a emplear son: cartel de mensajes positivos, cartas verdes repetidas seleccionadas previamente y kit de poliminós.	

Los *contenidos matemáticos* que subyacen de la puesta en práctica de esta sesión son: el concepto poliminó, las traslaciones, rotaciones y simetrías o reflexiones en el plano y la teselación del plano.

*Desarrollo de la primera sesión:*

*Primera parte:*

Primeramente, se explicará la historia que nos servirá de hilo conductor. *Han aterrizado en nuestro planeta Tierra unos pequeños marcianitos del planeta Geometrix. No hablan nuestro idioma, por lo que es imposible comunicarnos con ellos. Por tanto, nos han encomendado unas misiones con el fin de darnos una pista al finalizar cada una. Esta pista contiene un mensaje encriptado que debemos descubrir y así saber que quieren nuestros nuevos amigos. Véase Anexo III.*

Una vez introducida la historia, pediremos a los estudiantes que se agrupen formando parejas (y un grupo de tres) y se inventen un nombre “marciano” para su equipo.

*Segunda parte:*

A continuación, se explicará al alumnado que la primera misión que nos han encomendado nuestros amigos es la práctica de un juego de mesa creado por ellos mismos llamado “Polyminix”. Sin embargo, antes de comenzar a jugar, deberemos establecer las normas y reglas de los juegos como, por ejemplo, no hacer trampa, respetar el turno, poner atención a las reglas, tratar bien el material, respetar a los compañeros, etc. Para ello, se realizará una lluvia de ideas entre todos los participantes del taller para establecer las normas y reglas del juego y se anotarán en la pizarra para que el alumnado las tenga presente.

Asimismo, se realizará un cartel con mensajes positivos para el aula con el fin de motivar al alumnado y evitar la frustración durante el juego: “Voy a intentarlo”, “a veces me salen cosas mal, pero puedo aprender”, “voy a disfrutar con mis compañeros”, etc. *Véase Anexo IV.*

*Tercera parte:*

Antes de comenzar a jugar con el juego de mesa, se indicará a los estudiantes que los marcianos quieren que conozcan primero las fichas que componen el juego. *¡Chicos! Antes de ponernos a jugar, debemos conocer las fichas que forman el juego. Por tanto, debéis estar muy atentos.*

Para llevar a cabo esta actividad, se repartirá a cada alumno un kit de piezas de poliminós para que las observen. Se emplearán preguntas directas que conducirán la sesión: “Vamos a contar cuántas piezas tenemos”, “¿Cuál es la más pequeña de todas?, ¿Cuántos cuadrados tiene?”, “¿Hay alguna figura que tenga 3 cuadrados?, ¿hay alguna más?”, etc.

Es importante que los estudiantes conozcan y manipulen el material con el cual van a jugar posteriormente para que observen sus características y se familiaricen con las figuras, conociendo así los diferentes poliminós. Sería bueno acabar esta parte de la actividad organizando las fichas en varios grupos: dominós, triminós, tetraminós y pentominós.

*Cuarta parte:*

Tras conocer los poliminós que forman parte del juego de mesa, se procederá a jugar de manera libre, es decir, sin seguir las normas propias del juego. Para ello, se repartirá a cada equipo una tarjeta verde, nivel básico del juego. Ésta será la misma para todos. Se explicará que en equipos

deberán cubrir la superficie de la tarjeta con los poliminós que aparecen en el cuadrado de la exclamación azul situados en la parte superior izquierda de la carta. Para resolver la actividad los estudiantes realizarán diferentes movimientos, es decir, rotaciones, simetrías y traslaciones, ya que el juego invita a realizar dichos movimientos sin ser conscientes de ello.

Tras realizar varias rondas de esta actividad, se indicará que deberán realizar lo mismo con las figuras que se indican en el cuadrado de la exclamación roja. Cada equipo cubrirá la carta en el periodo de tiempo que requiera, sin ningún tipo de limitación temporal.

Se plantearán un buen número de retos en ambas categorías hasta que los alumnos se hayan familiarizado con él. Por último, se destinará un pequeño momento para resolver el mensaje encriptado de los marcianos para completar la primera misión. *Véase Anexo V.*

La *guía de descripción* para la *evaluación* de esta sesión se incluye en el *Anexo VI.*

## 6.2. Sesión 2

**Tabla 4**

*Título, objetivos, temporalización y materiales utilizados para la segunda sesión.*

<i>Título de la actividad</i>	2ª Misión. “¿Quién ganará?”
<i>Objetivos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jugar al juego de mesa “Polyminix” en formato de competición.</li> </ul>
<i>Temporalización</i>	Se destinarán 10-15 minutos para la explicación de la actividad. El resto de la sesión se empleará para que los estudiantes jueguen por equipos.
<i>Materiales y recursos</i>	Los materiales que se van a emplear son: tablero aumentado, tarjetas verdes y amarillas, dados adaptados, sobres con los desafíos y sobre del mensaje de los marcianos. <i>Véase Anexo VII</i>

Los *contenidos matemáticos* que subyacen de la puesta en práctica de esta sesión son iguales a los de la sesión anterior: conocimiento del concepto poliminó, traslaciones, rotaciones y simetrías y la teselación del plano.

### *Desarrollo de la segunda sesión:*

En esta sesión nos dedicaremos a jugar por equipos con el tablero del juego, es decir, realizaremos el juego tipo 1 que se describe en las instrucciones del juego. Sin embargo, hemos realizado una adaptación que se ajuste a las necesidades de los estudiantes.

En primer lugar, hemos adaptado el tablero, aumentándolo de tamaño<sup>13</sup> para poder jugar todos los equipos a la vez. El tablero está compuesto por 11 casillas de un color diferente que señalan la posición de cada jugador. También, hemos adaptado los dados del juego tanto del turno, como del desafío, ya que hay algunas caras de los dados indican modos de juego un tanto complicados para ellos.

Para el dado del desafío se seleccionará la exclamación azul  y la exclamación roja  y se repetirá en las diferentes caras del dado, ya que el resto de las figuras indican un modo de juego más complejo. Además, en la sesión anterior, se ha trabajado con estas dos figuras, por tanto, los estudiantes poseen conocimientos previos de este modo de juego.

En cuanto al dado del turno, se seleccionará “la copa roja”  para una de las caras, la cual indica que el primer equipo en completar el reto gana 3 puntos, mientras que, el resto de los equipos no ganan ninguno. También, se seleccionará “el podio”  donde el primer equipo en completar el reto gana 3 puntos, el segundo 2 y el tercero 1, mientras que, el cuarto equipo no ganará ningún punto.

En otra de las caras del dado de turno aparecerá “la escalera”  en la cual, en lugar de usar una carta del mismo color que el jugador actual, cada jugador puede usar su carta preferida, teniendo en cuenta que quien acabe primero ganará 3 puntos si se usa una carta amarilla y 2 puntos si se usa una verde, mientras que el resto de los jugadores no obtienen puntos. También, aparecerá “la estrella”  en la cual el jugador actual coloca el dado de turno en la cara que prefiera. El dado de turno está compuesto por seis caras, sin embargo, hemos seleccionado únicamente 4 modos de juego, por tanto, se repetirá la cara de la copa roja y del podio.

---

<sup>13</sup> El original mide 17 cm x 17 cm.

En esta sesión, se jugará únicamente con las tarjetas verdes, es decir, con aquellas que poseen menor dificultad. Sin embargo, cuando el dado del turno caiga en la cara de la escalera, se entregará una baraja de cartas mezcladas tanto de color amarillo, como de verde para que elijan la que prefieren, indicando a los estudiantes que las tarjetas amarillas tienen un nivel de dificultad un tanto mayor que las verdes y que, por tanto, en caso de que su equipo acabe primero, éste obtendrá 3 puntos, más que si acaba primero resolviendo una tarjeta verde.

Los estudiantes jugarán agrupados en los equipos que se han formado en la sesión anterior y que poseen un nombre marciano (cuatro equipos como máximo). Durante el juego, los jugadores moverán las fichas según los puntos que obtengan del dado del desafío dependiendo de si han conseguido completar el desafío como se marca o no. Se anotarán los puntos que obtiene cada equipo en la pizarra para que al finalizar el juego se realice un recuento total que realizarán los propios participantes. El equipo que obtenga la puntuación más alta será el elegido para descubrir el nuevo mensaje de los marcianos al finalizar la sesión.

Se destinarán 10-15 minutos de la sesión para explicar las normas del juego, así como su funcionamiento y, posteriormente, se dedicará el resto de la sesión para que los estudiantes jueguen. La primera vez que se presente un desafío nuevo del dado de turno, se tendrá preparado un sobre en el cual se encuentre la explicación de ese desafío con el fin de otorgar más expectativa al juego. En las posteriores tiradas, se recordará el significado de cada signo en caso de que los jugadores no lo recuerden.

Por último, el equipo que más puntos obtenga descubrirá el nuevo mensaje del marciano que se encuentra en un sobre: *Chicos, necesitamos vuestra ayuda. No tenemos un hogar y no sabemos cómo encontrarlo. ¿Nos podéis ayudar, por favor?*

La *guía de descripción* para la *evaluación* de esta sesión se incluye en el **Anexo VIII**.

### 6.3. Sesión 3

**Tabla 5**

*Título, objetivos, temporalización y materiales utilizados para la tercera sesión.*

<i>Título de la actividad</i>	3ª Misión. “Buscamos la casa de los marcianos”	
<i>Objetivos</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Calcular el área de un poliminó.</li><li>• Calcular el área de una composición de 2/3 poliminós</li></ul>	
<i>Temporalización</i>	Primera parte: 15-20 minutos	Segunda parte: 15-20 minutos
	Tercera parte: 30-40 minutos	
<i>Materiales y recursos</i>	Los materiales que se van a emplear son: kit de poliminós individual, PowerPoint, hojas cuadrículadas, vídeo del marciano, mensaje marciano. <i>Véase Anexo IX</i>	

Los *contenidos matemáticos* que subyacen de la puesta en práctica de esta sesión son los mismos que se han trabajado en las dos sesiones anteriores: poliminós e isometrías del plano. Aparece, como novedad, el cálculo de áreas de una figura en concreto y el área de la composición de figuras.

*Desarrollo de la primera sesión:*

*Primera parte:*

En esta sesión vamos a utilizar el juego Polyminix para trabajar explícitamente un contenido matemático: el área de una superficie plana. Para ello, en primer lugar, se ambientará la tarea en la historia de la visita marciana. El cálculo del área se hará necesario dentro de esta historia para encontrar un terreno donde el marciano pueda instalarse y dónde quepan cómodamente todas sus pertenencias. Además, en la sesión anterior, la misión encomendada para los alumnos por parte de los marcianos era la búsqueda de un terreno.

Comenzaremos ayudándoles a identificar cuál es el área de las figuras que intervienen en el juego. Mediremos el área de cada figura utilizando el cuadrado-unidad que aparece dibujado en ellas. El número de cuadrados-unidad que la forman será los cuadrados del área total. Para ello, se entregará a cada alumno un kit de todas las figuras y se aprovechará para repasar contenidos

previos como, por ejemplo, “¿Os acordáis de cuantas figuras había en total?”, “¿Cómo las podíamos clasificar?”.

Posteriormente, todos juntos calcularemos el área de cada figura. Comenzaremos con el dominó como ejemplo: “Chicos, mirad, esta pieza tiene: Uno... y dos cuadrados” a medida que se cuentan los cuadrados interiores de la figura, se señalarán en la pieza. A continuación, se pedirá a los estudiantes que dibujen la pieza en una hoja cuadriculada que se proporcionará y escriban al lado el área de la figura. Se realizará lo mismo con el resto de las figuras. Esta hoja se guardará para la próxima sesión, en la que trabajaremos con el perímetro.

Al acabar para estar seguros de que todos lo han entendido, proyectaremos una serie de poliminós en un power-point. Daremos a cada estudiante una hoja cuadriculada. Les pediremos que busquen la ficha, la copien en la hoja y pongan al lado la medida del área que tiene.

#### *Segunda parte:*

En esta parte trabajaremos la suma de áreas: cuando una figura está compuesta de otras, el área de la figura compuesta es la suma de las áreas.

Vamos a jugar a un juego por parejas. Cada miembro de la pareja forma un nuevo terreno con dos o 3 piezas de poliminós y su pareja tiene que averiguar el área. Observaremos sus estrategias, si cuentan todos los cuadrados o si a alguno se le ocurre sumar las áreas, ya que el objetivo de la actividad es hacer ver a los estudiantes que el área de la composición de dos poliminós es la suma de las áreas de cada poliminó.

Para dar más expectación al juego, se indicará que la pareja que más terrenos diferentes realice y cuya área sea la correcta en un periodo de tiempo de 5-7 minutos, será la ganadora. Para ello, el adulto supervisor revisará la actividad e irá anotando los puntos de cada equipo.

A medida que se desarrolla la actividad, se les hace caer en la cuenta de que para calcular el área hay que sumar el área de las dos figuras y se hace una ronda, individualmente, en la que se proyectan figuras compuestas formadas por 2 o 3 poliminós en un PowerPoint, los estudiantes, realizan la composición con su kit de figuras, las copian en su hoja cuadriculada y tienen que poner al lado la suma y el resultado.

### *Tercera parte:*

En esta última parte, se indicará que cada equipo, debe formar un terreno utilizando el número de poliminós que deseen e incluso, se puede repetir alguna figura del poliminó, ya que todos los participantes, disponen de un kit individual.

Finalmente, los marcianos nos plantean el reto más difícil. Aparece un video en el que un marciano pregunta: “¿Quién será la persona que sea capaz de construir un terreno que tenga área 6?”<sup>14</sup>.

De esta manera, cada estudiante deberá construir con su kit de poliminós, diferentes figuras que cumplan con la consigna y después, deberán dibujar la figura en una hoja cuadriculada y escribir la suma. Cabe destacar que hay más de una respuesta válida, en concreto, 5 nuevas figuras sumando el área de dos poliminós, por tanto, se les dará una pista a los jóvenes, indicándoles que hay más de una respuesta, la persona que consiga acertar todas las posibilidades o más se acerque, será el ganador.

### **Ilustración 6**

*Posibles composiciones de área 6: puede utilizar dos triminós o combinar el dominó con los tetraminós.*



Tras finalizar la actividad, se proyectará la nueva misión de los marcianos para la próxima sesión: *¡Muchas gracias por ayudarnos a encontrar un terreno para nuestras pertenencias! Pero, ahora necesitamos colocar una valla alrededor. Esa será nuestra próxima misión. ¡Hasta pronto!*<sup>15</sup>

La *guía de descripción* para la *evaluación* de esta sesión se incluye en el *Anexo X*.

<sup>14</sup> <https://www.voki.com/site/pickup?scid=18963476&chsm=a9637b2c8722e56f567b479f133c1a78>

<sup>15</sup> <https://www.voki.com/site/pickup?scid=18963507&chsm=59958c82ec2d56048a8a0f90bd71541a>

#### 6.4. Sesión 4

**Tabla 6**

*Título, objetivos, temporalización y materiales utilizados para la cuarta sesión.*

<i>Título de la actividad</i>	4ª Misión. “Terminamos el hogar de los marcianos”	
<i>Objetivos</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Calcular el perímetro de un poliminó</li><li>• Calcular el perímetro de una figura compuesta.</li><li>• Calcular el perímetro de una figura compuesta, recolocando una de ellas.</li></ul>	
<i>Temporalización</i>	Primera parte: 15-20 minutos	Segunda parte: 15-20 minutos
	Tercera parte: 20-30 minutos	
<i>Materiales y recursos</i>	Los materiales que se van a emplear son: kit de poliminós, hojas cuadriculadas, power-point, mensaje marciano. <i>Véase Anexo XI</i>	

Los *contenidos matemáticos* que subyacen de la puesta en práctica de esta sesión son los mismos que se han trabajado en las dos sesiones anteriores: poliminós e isometrías del plano. Aparece, como novedad, el cálculo del perímetro de una figura en concreto y de una composición de figuras.

*Desarrollo de la primera sesión:*

*Primera parte:*

Siguiendo la estructura de la sesión anterior en la cual se trabajaba el área de las figuras, en primer lugar, trabajaremos el perímetro de una figura. Para ello, antes calcular el perímetro de cada figura que compone el kit de poliminós, trabajaremos con el perímetro de diferentes objetos. Para ello, introduciremos la idea de que el perímetro es la longitud que rodea una figura, por lo que, será necesario seleccionar diferentes objetos como: un teléfono, un plato de cartón normal y otro plato con una incisión formando un triángulo, un cuaderno, etc. Por tanto, se entregará un objeto a cada estudiante y se le pedirá que rodee la figura con el dedo. Los jóvenes rotarán las figuras para que todos puedan rodear el perímetro de todos los objetos.

A continuación, se procederá a trabajar con los poliminós del juego “Polyminix”. Para ello, se entregará a cada alumno, de manera individual, un kit de poliminós y la hoja cuadriculada que completaron en la sesión anterior en la cual se determina el área de cada poliminó. Posteriormente, se procederá a rodear la figura del poliminó y a contar su perímetro, el cual se forma contando cada lado exterior que conforman los cuadrados que dan lugar al nombre de las figuras: dominó, triminó, tetraminó y pentaminó. De esta forma, se escribirá en esa misma hoja, el perímetro de cada figura.

#### *Segunda parte:*

Tras calcular el perímetro de cada figura, en esta segunda parte de la sesión, se trabajará el perímetro de una figura compuesta de varias. Cuando una figura está compuesta por otras, el perímetro de la figura no es la suma de los perímetros anteriores, se debe calcular de nuevo. Por ello, a través de estas actividades, se intentará que los estudiantes vean esta diferencia respecto a la suma de las áreas, las cuales sí que se calcula sumando las áreas de las figuras.

Para llevar a cabo esta actividad, los estudiantes formarán parejas. Cada miembro de la pareja formará un terreno nuevo utilizando dos o más poliminós y su pareja deberá descubrir cuál es su perímetro. Se indicará que tienen la posibilidad de utilizar un rotulador para marcar los lados ya contados para que los jóvenes no se confundan.

A continuación, se proyectará un Power-Point en el que se muestren diferentes figuras compuestas por 2 o 3 poliminós y los estudiantes deberán dibujar en una hoja cuadriculada la figura y calcular su perímetro. Se proyectará la misma figura compuesta, pero cambiando de posición una de las figuras, de este modo, queremos hacerles ver a los jóvenes que el perímetro cambia dependiendo de la posición en la que se encuentren las figuras.

#### *Tercera parte:*

Para finalizar esta última sesión del taller, se realizará una actividad que recopile los contenidos trabajados anteriormente: construcción de figuras, uso de simetrías, rotaciones y traslaciones, cálculo de áreas y cálculo de perímetros. Para ello, se pedirá a los estudiantes, de manera individual, que construyan un cuadrado de área 9, es decir, de  $3 \times 3$  y que calculen su perímetro. Se puede formar a partir de diferentes poliminós por lo cual, es de esperar que haya distintas soluciones que pondrán en común. En caso de que lo consigan rápidamente, se procederá

a pedirles a los estudiantes que construyan un cuadrado de área 16 ( $4 \times 4$ ) y calculen su perímetro. También, hay varias opciones que también se compartirán.

### Ilustración 7

*Posibles cuadrados de  $3 \times 3$*



### Ilustración 8

*Posibles cuadrados de  $4 \times 4$*



También pediremos al alumnado que construya un rectángulo de área 6 y que calculen su perímetro. En este caso, únicamente existen dos opciones.

### Ilustración 9

*Posibles rectángulos de área 6*



Por último, para concluir la sesión y el taller, se mostrará un último mensaje marciano: *Gracias por toda vuestra ayuda amigos, habéis conseguido que por fin encontremos un hogar. Habéis completado todas las misiones, por lo que, os merecéis un premio cada uno. ¡Disfrutadlo!*<sup>16</sup>

La guía de descripción para la evaluación de esta sesión se incluye en el *Anexo XII*.

## **7. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA**

### **7.1. Contexto de los centros**

El taller se puso en práctica en dos colegios de Educación Especial de Zaragoza.

Uno de los centros seleccionados es el C.E.E. Jean Piaget<sup>17</sup>, situado en el barrio Parque Goya, concretamente, en Av. las Majas de Goya, número 12. Se trata de un centro de educación especial que abrió sus puertas durante el curso 2007-2008 con el fin de ofrecer una respuesta educativa a los estudiantes con necesidades de apoyo generalizado y extenso que se encuentran inscritos en la modalidad de Educación Especial.

Las edades que tienen los estudiantes de este centro oscilan entre los 3 y los 18 años y las necesidades que presentan están asociadas a una discapacidad física, intelectual y/o sensorial o trastornos del espectro autista. Además, el centro cuenta con una residencia para aquellos alumnos que viven en el ámbito rural.

El centro posee numerosos recursos materiales y personales. Encontramos al equipo docente formado por diferentes maestros especialistas, servicios educativos como la orientadora, fisioterapeutas, enfermeras, auxiliares de Educación Especial, monitoras de comedor, educador de residencia y educador social y otros servicios como el personal de mantenimiento y limpieza y el auxiliar administrativo.

Por otra parte, el C.E.E. Ángel Rivière<sup>18</sup> es el otro centro escogido para poner en práctica la propuesta didáctica. Elegimos este centro en el marco de la colaboración de la directora de trabajo con él, en el programa Hipatia de la facultad de Educación. Este centro está ubicado en el

---

<sup>16</sup> <https://www.voki.com/site/pickup?scid=18981117&chsm=f6c90ba30ff2c98f755550f91948d88f>

<sup>17</sup> La información se ha extraído del siguiente documento: <https://redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/3481/00220101000177.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<sup>18</sup> Información extraída de la página web del centro: <http://zaragozacpeeangelriviere.blogspot.com/p/nuestro-centro.html>

barrio San José, en concreto, en la calle José Galiay, número 4. Comenzó a funcionar durante el curso 2003-2004. Se encuentra anexo al C.E.I.P. Calixto Ariño, centro con el que comparten algunas actividades.

El C.E.E. Ángel Rivière está distribuido en dos plantas conectadas tanto por unas escaleras, como por un ascensor. Al igual que el C.E.E. Jean Piaget, en este centro se imparten Enseñanzas Básicas Obligatorias para estudiantes de entre 3 a 18 años. Los estudiantes presentan diversas características y se da respuesta a las distintas necesidades aplicado los recursos humanos, técnicos y metodológicos. Cabe destacar que desde el Proyecto Educativo de Centro se ha desarrollado una clasificación por niveles que permite agrupar al alumnado del centro en 4 categorías con el fin de facilitar la evaluación, programación de objetivos, diseño de actividades y aplicación de recursos metodológicos y técnicos: en el nivel 1 encontramos a alumnos con plurideficiencias, escasa intención comunicativa y gran dependencia del adulto. En el nivel 2: Alumnos con dificultades motrices, intención comunicativa para expresar necesidades básicas y dependencia del adulto. En el nivel 3: Alumnos con intencionalidad comunicativa, con lenguaje oral o usuarios de Comunicación Aumentativa o Alternativa. Con capacidad de aprendizaje de lectoescritura y conceptos a un nivel básico y en el nivel 4: Alumnos con dominio de técnicas básicas de lectura, escritura, cálculo, conceptos, etc., que necesitan la intervención del adulto para obtener los aprendizajes y generalizarlos.

Por ello, el centro está integrado por diferentes especialistas que contribuyen al desarrollo de los estudiantes y a satisfacer sus necesidades.

## **7.2. Características de los participantes**

Los participantes han sido un total de 18 jóvenes con discapacidad intelectual entre 15 y 21 años. Todos ellos comparten algunas características comunes, pero creemos conveniente señalar sus diferencias.

En cuanto a su competencia geométrica, todos se encontrarían en el nivel 1 de Van-Hiele (Gutiérrez, Jaime y Fortuny, 1991), siendo capaces de reconocer elementos geométricos en su entorno y ver las figuras como un todo. Con este Taller trataremos de ayudarles a percibir partes y características de las figuras, así como algunas relaciones para que vayan creciendo hacia un nivel 2.

### 7.2.1. Participantes del centro Jean Piaget

Para llevar a cabo la implementación del Taller en este centro, contamos con los estudiantes del Aula 8 formada por 7 alumnos que presentan características y necesidades diferentes.

El *alumno A*, es un joven de 15 años que tiene una gran capacidad comunicativa. A nivel expresivo es capaz de dialogar explicar, describir y razonar usando un amplio vocabulario. Su comprensión oral, le permite mantener conversaciones en diferentes ámbitos y realizar cualquier tipo de tarea o recado. Su lectura y escritura son muy similares, siendo buenas en ambos casos. Su comprensión se engloba en un nivel de 4º/5º de Educación Primaria. Cuenta sin problemas y realiza multiplicaciones sencillas de una cifra. Suma y resta con llevadas hasta las centenas de millar y presenta una gran atención concentrándose fácilmente en las tareas.

Por otra parte, el *alumno B* tiene 18 años, su lenguaje es básico y funcional. Es limitado en sus expresiones y comprensión. Su estructura y gramática son simples y desordenadas. Es capaz de contar hasta el número 40/50 sin problemas y realiza pequeñas sumas o restas sin llevadas hasta decenas o centenas de millar. Su atención es muy variable.

El *alumno C*, es un joven de 15 años que tiene una gran capacidad comunicativa, Es muy expresivo y aunque su lenguaje oral, presenta dificultades de entendimiento, se hace entender buscando alternativas gestuales o lenguaje escrito. Su comprensión es buena y le permite atender cualquier tarea, actividad o interacción de su vida. Es capaz de contar sin problemas y realiza operaciones sencillas hasta millares sin llevadas. Suele mantener buena atención, mientras es capaz de realizar la tarea. A veces se despista con compañeros.

El *alumno D* tiene 16 años. Habla, pero con dificultad. Su comunicación es básica y funcional. Tiene dificultades en la expresividad, siendo las comunicaciones cortas y con poca claridad. Es capaz de contar, pero cuando se pasa de una cifra (entre 20 o 30), se pierde. Hace pequeñas sumas o restas. Todavía confunde las operaciones, pero cuando repite varias, consigue alcanzar un poco de autonomía. Tiende a dispersarse.

Por otra parte, el *alumno E* tiene 15 años y tiene mucha intención comunicativa, con dificultades en su organización, tiempos y formas. Presenta una lectura silábica y su escritura es muy similar. Cuenta sin problemas y realiza sumas o restas, pero sin llevadas. Su atención es bastante dispersa.

El *alumno F*, es un joven de 16 años que tiene grandes recursos y habilidades comunicativas y sociales. Es capaz de mantener conversaciones con diferentes personas y temas. Su comprensión alcanza niveles superiores (bromas, chistes, sentido figurado). Es capaz de contar sin problemas y realiza sumas o restas con y sin llevadas. Su atención es algo dispersa excepto cuando la actividad le motiva o se siente identificado por las tareas.

Por último, el *alumno G*, tiene 17 años y se comunica con gran soltura. Dialoga, explica o describe. Tiene un nivel avanzado de comprensión, pudiendo participar en diferentes espacios y realizar tareas, actividades o interacciones. Su lectura es silábica de igual forma que su escritura. Cuenta sin problemas y realiza pequeñas sumas o restas sin llevadas. Su atención es muy dispersa

### 7.2.2. *Participantes del centro Ángel Rivière*

Por otra parte, en el centro Ángel Rivière, se acordó la realización del taller de forma conjunta con dos grupos-clase del centro, es decir, con los estudiantes del Aula 7 y del Aula 8. Sin embargo, no todos los componentes de la clase participaron en el taller.

El Aula 7 está formado por 7 estudiantes, siendo 5 los alumnos que participaron en el taller.

El *alumno H*, es un estudiante que presenta Trastorno del Espectro Autista con algunos rasgos del Trastorno Obsesivo Compulsivo. Su nivel de competencia curricular para las habilidades instrumentales se sitúa en el 2º ciclo de Educación Primaria. Este alumno destaca por sus buenas habilidades visoespaciales y habilidades motoras finas. Sin embargo, presenta unos intereses restringidos que pueden ocasionar desinterés en otro tipo de actividades.

Por otra parte, el *alumno I*, es un niño de 15 años que presenta una discapacidad física motora por una parálisis cerebral que le ha ocasionado una hemiparesia espástica de un lado del cuerpo y una heminegligencia visual que afecta a la percepción del espacio. Su nivel de competencia curricular para las habilidades instrumentales se sitúa en el 1º ciclo de Educación Primaria. Este alumno destaca por ser muy autónomo y funcional para las actividades de la vida diaria. Además, presenta un carácter que ayuda a mantener la serenidad del aula. Sin embargo, debido a su lesión, ésta impacta al desarrollo motor, sobre todo, el fino.

La *alumna J*, es una niña que también tiene 15 años y presenta Discapacidad Intelectual leve ocasionada por un absentismo escolar. Su nivel de competencia curricular para las habilidades

instrumentales se sitúa en el 1º ciclo de Educación Primaria. Esta alumna presenta unas buenas habilidades en general, pero necesita mucho reconocimiento.

En cuanto a la *alumna K*, se trata de una joven de 15 años que presenta un Trastorno del Espectro Autista que, en ocasiones, cursa con problemas de conducta asociados a sus dificultades de comunicación, anticipación e inflexibilidad. Su nivel de competencia curricular para las habilidades instrumentales se sitúa en el 1º ciclo de Educación Primaria. Cabe destacar que esta alumna es muy trabajadora y tiene buenas habilidades visoespaciales y motrices, pero su inflexibilidad hacia los cambios genera alteraciones en la conducta.

Por último, el *alumno L* es un joven de 20 años que presenta una discapacidad física motora. Se encuentra en el centro porque participa en un programa de transición hacia la vida adulta. Se le ofreció la posibilidad de participar en el taller y éste aceptó.

En lo referido al aula 8 del C.P.E.E. Ángel Rivière, está formada por:

La *alumna M* de 18 años con necesidades educativas especiales derivadas de discapacidad intelectual moderada. Su nivel de competencia curricular se engloba en el 3º ciclo de Educación Primaria, pero en el área de matemáticas, se encuentra en el 2º ciclo. Presenta buena motricidad y a nivel comprensivo entiende mensajes y frases en situaciones conocidas. Sin embargo, a nivel expresivo, tiene dificultades en la articulación y en la fluidez. En actividades de tipo mecánico es autónoma y se desenvuelve bien. La *alumna N*, es una alumna de 17 años con necesidades educativas especiales derivadas de discapacidad intelectual moderada. Su nivel de competencia curricular se engloba en el 3º ciclo de Educación Primaria, pero en el área de matemáticas, se encuentra en el 1º ciclo porque tiene mucha dificultad para manejar los números, conceptos matemáticos y las monedas. Presenta buena motricidad y utiliza el lenguaje oral de manera adecuada tanto a nivel comprensivo, como a nivel expresivo.

Por otra parte, encontramos a la *alumna Ñ* de 16 años con necesidades educativas especiales derivadas de discapacidad intelectual moderada, cuyo nivel de competencia curricular se encuentra en el 1º ciclo de Educación Primaria. Presenta buena motricidad fina y gruesa y utiliza el lenguaje oral de manera adecuada. La *alumna O*, es una alumna de 17 años con necesidades educativas especiales derivadas de discapacidad intelectual moderada. Su nivel de competencia curricular se encuentra en el 1º ciclo de Educación Primaria con aspectos sin consolidar. Presenta buena

motricidad y utiliza el lenguaje oral de manera adecuada tanto a nivel comprensivo, como a nivel expresivo. Tiene preferencia por actividades de tipo visual y manipulativo.

Por último, encontramos a la *alumna P* de 21 años que presenta una afectación neurológica por Parálisis cerebral de forma cuadripléjica de etiología “infección congénita por citomegalovirus” que da lugar a tetraparesia espástica, retraso psicomotor y trastorno de la migración neuronal (paquigiria difusa). Su nivel de competencia curricular se encuentra en 2º ciclo de Educación Primaria. Tiene gran intencionalidad comunicativa para pedir o expresar necesidades. Comprende órdenes sencillas y más complejas. Se utiliza SAAC con pictogramas, tablero o tablet. También, emite emisiones vocálicas en algunas ocasiones.

El *alumno Q* de 21 años, presenta retraso madurativo generalizado y reúne criterios de TDAH. Su nivel de competencia curricular supera el 2º ciclo de Educación Infantil, pudiendo trabajar en un nivel de 1º ciclo de Educación Primaria. Tiene una motricidad fina normal y presenta un lenguaje oral funcional distorsionado.

### **7.3. Descripción de las sesiones y resultados**

Previamente a la realización del taller, se acudió a cada uno de los centros participantes para establecer una primera toma de contacto con los estudiantes y anticipar las actividades que se iban a realizar a lo largo de varias semanas. Para ello, se utilizó, aproximadamente, una hora y media para conocer a los jóvenes y observar brevemente su forma de trabajar.

A continuación, se presenta la descripción detallada de cada una de las sesiones planteadas para el centro Jean Piaget y Ángel Rivière, respectivamente. Para la descripción se ha utilizado lo recogido en cada una de las guías de descripción.

#### *7.3.1. C.E.E. Jean Piaget*

##### *Sesión 1*

La primera sesión del taller se realizó el miércoles 11 de mayo de 13:00 a 14:00, es decir, a última hora de la jornada lectiva. El tutor indica que había sido un día bastante laborioso debido a la participación de los estudiantes en su cooperativa. Además, la sesión previa al taller ha sido bastante tediosa, de tal manera que los estudiantes estaban cansados. No obstante, a pesar del clima del aula y el horario de la puesta en práctica de la primera sesión, los estudiantes recibieron agradablemente la sesión.

Se comenzó explicando que las sesiones que se iban a impartir no iban a ser precisamente de matemáticas relacionadas con operaciones básicas, sino que iban a ser diferentes. Para ello, se preguntó a los estudiantes si ellos suelen jugar a la play y a qué juegos, con el fin de explicarles que esos juegos vienen determinados por una historia y que, para pasar de un nivel a otro, deben superar unos niveles, lo mismo que ocurre con nuestro taller.

Posteriormente, se leyó la historia de los marcianos. En esta se indica que proceden del planeta Geometrix, por tanto, se les preguntó qué forma creen que tienen. Los estudiantes contestaron que tendrán forma geométrica, por lo que, se les volvió a preguntar cómo creen que son esas formas. Los estudiantes contestaron que serán cuadrados, rectangulares, triangulares, etc.

Después, se pidió a los estudiantes que formaran parejas. Las parejas se formaron aprovechando la disposición de sus respectivos asientos en el aula y, a continuación, se pidió a los equipos que se inventen un nombre marciano. Para ello, se les recordó que son un equipo y qué deben consensuar la decisión final. Se les entregó una nota adhesiva donde debían escribir el nombre del equipo y se pegó en la pared. Se formaron tres grupos: “Los 4 pelos” formado por el alumno F y alumno G, “Zuma” formado por el alumno A y alumno B y “San Basnitan” formado por los alumnos C, D y E.

A continuación, se comentó que los marcianos habían creado un juego de mesa llamado “Polyminix”, pero previamente debemos establecer las normas y reglas durante el juego. Para ello, se preguntó a los jóvenes qué normas establecerían ellos. Sin embargo, al tener la referencia de videojuegos, sus normas no eran acordes a las del juego. Por tanto, se recondujeron las ideas y con nuestra ayuda, obtuvimos las normas y reglas del juego. También, se presentó el cartel de “mensajes positivos”, para que los estudiantes lo tengan en cuenta a la hora de hacer las actividades.

Tras establecer las normas, se comentó a los estudiantes que antes de jugar y conocer el mensaje de los marcianos debemos conocer las fichas. Para ello, se les preguntó si conocían el juego del tetris. La mayoría de los estudiantes conocían el juego y explicaron brevemente su funcionamiento. Posteriormente, se entregaron las piezas a los estudiantes y se les indicó que las esparcieran por la mesa. Comenzaron a manipular las piezas, encajarlas intentando hacer formas. Uno de los alumnos creó un cuadrado con dos piezas, aunque todavía no lo habíamos trabajado. Por ello, se aprovechó la figura para preguntar a los estudiantes qué forma acababa de formar. Los

jóvenes, respondieron que era un cuadrado. Es una muestra de que el material de tipo geométrico invita de forma natural a las personas a jugar con él, a crear formas nuevas.

Tras unos minutos de manipulación libre, se procedió a preguntar cuestiones cómo: “¿Cuántas figuras hay en total? ¿Cuál es la pieza más pequeña? ¿Cuántos cuadrados tiene?” Los estudiantes respondieron correctamente a estas cuestiones. Se aprovecharon las dos últimas preguntas para introducir el nombre de “dominó” y se les preguntó si conocían las fichas de dominó y por qué creían que se llamaba así, de esta forma, se explicó que recibe ese nombre porque esa pieza está formada por dos cuadrados.

#### **Ilustración 10**

*Joven agrupando las figuras*



A continuación, se indicó a los alumnos que debían buscar una figura formada por 3 cuadrados. Una vez encontrada, se preguntó si había alguna más. Se repitió lo mismo con los tetraminós y los pentominós. Los estudiantes, sin habérselo pedido, a medida que buscaban las figuras, las clasificaban, es decir, agruparon los poliminós según el número de cuadrados que los formaban.

Tras conocer las figuras, se indicó a los estudiantes que íbamos a jugar con las cartas. Se les explicó que en la parte superior de la carta hay unos símbolos que señalan las figuras que se pueden o no usar, es decir, la exclamación azul, la roja y la prohibición.

#### **Ilustración 11**

*Jóvenes cubriendo la carta*



Mientras tanto, se mostraba a los estudiantes cada figura. Sin embargo, se les indicó que se iba a jugar con la exclamación azul y la roja. A continuación, se repartió la misma carta a cada equipo y se les indicó debían cubrir la forma con los poliminós que señala la exclamación azul. Cada equipo recibía apoyo de un adulto, es decir, del tutor y de dos auxiliares. Sin embargo, en algunas partidas, apenas requerían de ayuda.

Una innovación que se realizó durante la práctica del juego fue pedirles a los estudiantes que cuenten el número total de cuadrados que forman los poliminós una vez cubierta la forma. Tras ello, se les indicó que retirasen las fichas y que observen el número que hay en la tarjeta. Este

número coincide con el total de cuadrados que han contado los estudiantes. De esta manera, se anticipó el concepto de área, que se iba a trabajar en la sesión 3.

### **Ilustración 12**

*Carta resuelta con la prohibición*



Los estudiantes se mostraron entusiasmados con el juego y decidieron probar el método de juego con la prohibición, es decir, descartar los poliminós que no se pueden utilizar e intentar cubrir la tarjeta con el resto de las figuras. Esta actividad, no estaba planificada para la sesión. Sin embargo, debido a su entusiasmo por querer intentarlo, se dedicaron algunas rondas para ello. Esto generó, un clima de aula de superación, es decir, los jóvenes mostraron una actitud positiva queriendo superarse e intentado resolver una actividad más

complicada. Durante la actividad, los jóvenes se mostraron participativos y trabajaron adecuadamente en equipo.

Tras varias rondas de trabajo con las cartas, se decidió con el tutor la realización del mensaje encriptado la próxima sesión, debido a la falta de tiempo y del transcurso del día, ya que indicaba que los estudiantes se aturdirían al realizar una actividad completamente nueva.

*Evaluación de la primera sesión a partir de la guía de descripción diseñada:*

#### 1. Presentamos la historia

- a. ¿Los estudiantes se sienten atraídos por la actividad y la historia? Explica cómo ha sido su actitud ante ello.

La mayoría de los estudiantes, exceptuando dos casos, no se han sentido muy atraídos por la historia. Sin embargo, esto es entendible debido a que se trata de jóvenes adolescentes que ya han superado la etapa del gusto por las historias ficticias. No obstante, mostraron una actitud adecuada, a pesar de estar cansados, ya que era la última hora de la jornada lectiva.

## 2. Acordamos las normas

- a. ¿Los estudiantes participan de manera activa estableciendo las normas?

Se han mostrado participativos estableciendo las normas de los videojuegos, sin embargo, cuando se reconduce hacia las normas del juego de mesa, los estudiantes han requerido de nuestra ayuda para establecer las normas, ya que no han surgido muchas ideas.

- b. ¿Son conscientes de aquello que es correcto o no durante el juego?

Los estudiantes sí son conscientes de aquello que es correcto o no durante el juego, ya que no es la primera vez que juegan a un juego de mesa.

## 3. Conocemos las piezas

- a. Fase de exploración: describe cómo ha transcurrido y cuál ha sido la actitud de los estudiantes, si se han mostrados activos o no.

- i. ¿Identifican la pieza más pequeña?
- ii. ¿Tienen dificultades para contar los cuadrados interiores?
- iii. ¿Clasifican las figuras según el número de cuadrados que lo forman?

En el primer momento que se entregan los poliminós, los estudiantes tienden a manipular las piezas y encajarlas, intentando formar figuras. Son capaces de identificar la pieza más pequeña y no presentan ninguna dificultad a la hora de contar los cuadrados interiores del resto de figuras. Son capaces de clasificar las figuras según el número de cuadrados que las forman, actividad que realizaron sin habérsela pedido.

## 4. Jugamos

- a. Fase de desarrollo: describe cómo ha transcurrido y cuál ha sido la actitud de los estudiantes ante el juego.

- i. ¿Son capaces de elegir las fichas que indica la exclamación roja/azul y discriminar el resto?
- ii. ¿Han realizado rotaciones, simetrías y traslaciones?
- iii. ¿Por lo general, les lleva mucho tiempo cubrir la tarjeta?
- iv. ¿Trabajan adecuadamente en equipos?

Además de estas cuestiones, indica todo aquello que te ha llamado la atención del desarrollo de la actividad.

Se repartió la misma carta a cada equipo y se indicó con que signo de puntuación debían cubrir la tarjeta. Los estudiantes son capaces de elegir las fichas que se indica. Sin embargo, había que recordarles que debían apartar las que no se iban a usar para no confundirse. Cada equipo recibía apoyo de un adulto, es decir, del tutor y de dos auxiliares. Sin embargo, en algunas partidas, apenas requerían de ayuda.

El tiempo para cubrir la tarjeta varía en función de la tarjeta y de las figuras, pero la mayoría de las rondas realizadas, se ejecutaron en poco tiempo. De hecho, los estudiantes se mostraron entusiasmados con el juego y decidieron probar el método de juego con la prohibición, es decir, descartar los poliminós que no se pueden utilizar e intentar cubrir la tarjeta con el resto de las figuras. Este modo de juego, sí que resultó algo más complicado, pero los jóvenes no se rendían hasta conseguirlo. El trabajo en equipo ha sido favorable.

## *Sesión 2*

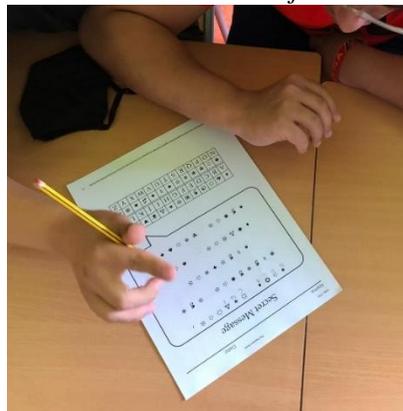
La segunda sesión del taller tuvo lugar el lunes 16 de mayo de 9:50 a 11:00, tras la realización de la asamblea, actividad que realizan los estudiantes diariamente.

Una vez colocados en sus respectivos asientos, se comenzó la explicación. Primero, se recordó que, debido a la falta de tiempo de la sesión anterior, se dedicarían 10 minutos para resolver el mensaje encriptado. Para ello, se pidió que los estudiantes se colocasen por equipos y se entregó un folio a cada uno. Se les explicó que debían buscar el símbolo y sustituirlo por la letra que se indica en la tabla. A modo de sugerencia, se les indicó que un componente del equipo podía buscar el símbolo con su respectiva letra y el otro participante, la podía escribir. Sin embargo, se organizaron cómo ellos consideraron. Por ejemplo,

en el equipo “Sani Basnitan”, cada uno resolvía una palabra, hasta completar el mensaje completo. Cuando todos los equipos resolvieron el mensaje, se pidió un portavoz de cada equipo y cada uno debía leer una línea para que todos escucharan el mensaje y comprobasen que es correcto.

### **Ilustración 13**

*El equipo “Sani Basnitan”  
resolviendo el mensaje*



Tras descubrir el mensaje encriptado, se desarrolló la actividad principal de esta sesión. Para ello, se juntaron 4 mesas formando una mesa grande y cada equipo se sentó alrededor de la mesa. Seguidamente, se colocó en la mesa el tablero del juego, los diferentes sobres con los desafíos, un montón de cartas verdes y otro montón de cartas amarillas, los dados y las fichas de diferentes colores en el tablero representando a cada equipo.

Posteriormente, se repartió un kit de poliminós a cada equipo y se procedió a la explicación del juego. Sin embargo, uno de los integrantes del grupo “Los 4 pelos” se molestó porque quería sentarse al lado de un compañero del equipo contrario, dejando a su compañero solo y se apartó durante la explicación del juego. Se procedió a explicar al resto de estudiantes el funcionamiento del juego y el significado de las diferentes caras de los dados. También, se indicó que el equipo ganador sería el encargado de leer el nuevo mensaje de los marcianos. Los estudiantes se mostraban ensimismados durante la explicación porque estaban pendientes de su compañero. No obstante, el joven se incorporó al asiento y se continuó con la explicación.

#### **Ilustración 14**

##### *Preparación del juego*



Para asegurarnos de que los estudiantes han entendido correctamente el juego, realizamos una partida de prueba. Tras esta partida, se volvió a explicar brevemente el significado de cada cara del dado de turno. No obstante, los sobres estaban preparados para poder consultarlos.

Una vez comprendida la actividad, los estudiantes, se mostraron motivados y entusiasmados con el juego. El equipo que comenzó a tirar los dados fue aquel en el que se encontraba el componente más pequeño de edad del grupo, en este caso, fue un integrante del equipo “Zuma”. Se siguieron el sentido de las agujas del reloj para establecer el turno. Además, cada vez lanzaba los dados un integrante diferente dentro del mismo equipo.

Durante el juego, el equipo “Sani Basnitan” trabajaba conjuntamente en la realización de la actividad, mientras que, en los otros dos equipos, en ocasiones, había un participante que adoptaba un papel más activo que el otro. Por ello, era importante incidir en la realización grupal

de la actividad. Cada vez que se completaba un desafío, los estudiantes movían su ficha en el tablero y se anotaba en el ordenador los puntos que han obtenido para realizar el recuento final.

### **Ilustración 15**

*Los jóvenes jugando al juego de mesa por equipos*



En una de las partidas, cuando el dado lanzado cayó en la cara de la estrella, a modo de sugerencia, se indicó que todavía no habían jugado con el desafío de la escalera por si el alumno que ha lanzado los dados quiere elegirla. De esta manera, el alumno eligió ese desafío en el cual cada equipo era libre de elegir una carta verde o amarilla. Sin embargo, los puntos serán diferentes en caso de ganar la partida con una carta verde (1 punto) o una carta amarilla (2 puntos).

Posteriormente, se preguntó a los estudiantes si les gustaría jugar una ronda con las tarjetas amarillas, ya que las tarjetas verdes (de baja dificultad) las resuelven en un periodo corto de tiempo. Los estudiantes autorizaron el cambio y se realizó el cambio.

Una de las dificultades que se ha observado en todos los equipos es, sobre todo, la fijación de colocar una pieza en un lugar concreto y de no cambiarla en caso de que no se cubra correctamente la tarjeta, es decir, mantiene la misma posición a pesar de cambiar el resto de las figuras. Por ello, la ayuda que han requerido es el cambio de posición de esa figura.

Otra dificultad que ha surgido, pero en menor medida, es la selección de las figuras necesarias para cubrir la tarjeta, es decir, en ocasiones, era necesario recordar que primero debían seleccionar las figuras antes de cubrir la carta porque los estudiantes omitían ese paso y elegían

cualquier poliminó. Sin embargo, en cada partida se supervisaba esta acción, por lo que, no supuso un problema durante el juego.

Por otra parte, me ha llamado la atención una jugada de uno de los integrantes del equipo “Zuma”, ya que el dado del turno había caído en la cara de la estrella, por lo que, éste podría elegir en qué cara colocar el dado. El alumno A eligió la cara del pódium, en el cual todos los equipos reciben puntos, asegurándose así una puntuación para su equipo, el cual se encontraba en el segundo puesto para obtener la victoria. Me ha parecido interesante su forma de pensar y de asegurar algún punto para su equipo, ya que podría haber elegido la cara de la copa en la cual únicamente consiguen 3 puntos un equipo, mientras que el resto, no obtiene ningún punto.

Para dar más expectación al juego, en la última partida, se decidió barajar el montón de cartas verdes junto a las cartas amarillas, de tal forma que, con los ojos cerrados, los estudiantes debían elegir una carta al azar. Sin embargo, para evitar que los estudiantes comiencen el juego antes de tiempo, el tutor y la auxiliar eligieron las cartas al azar guardándolas hasta que los 3 equipos tuviesen la tarjeta.

Por último, tras finalizar la partida, los jóvenes realizaron la suma de sus respectivos puntos de manera mental y el equipo ganador leyó el mensaje de los marcianos. El mensaje contenía una petición de ayuda para buscar un terreno para los marcianos. De esta forma, los estudiantes enseguida buscaron opciones para el terreno como, por ejemplo, el campo, un chalet, etc. Sin embargo, se les indicó que los marcianos son de un tamaño muy pequeño, por lo que, su hogar debía ser como las piezas del “Polyminix”.

*Evaluación de la segunda sesión a partir de la guía de descripción diseñada:*

#### 1. Partida “Polyminix”

- a. ¿Los estudiantes entienden bien la tarea?

Para asegurarnos de que los estudiantes han entendido el juego, se realizó una partida de prueba. Tras su realización, podemos afirmar que los jóvenes han entendido la actividad.

- b. Describe cómo han jugado los participantes y todo aquello que te parezca de interés. ¿Qué dificultades han surgido? ¿Requieren de la ayuda del adulto?

Primeramente, hubo un percance con uno de los alumnos debido a su enfado por querer sentarse con otro compañero, en lugar de su pareja de trabajo. Sin embargo, posteriormente, participó en la actividad. Durante el juego, el equipo “Sani Basnitan” trabajaba conjuntamente en la realización de la actividad, mientras que, en los otros dos equipos, en ocasiones, había un participante que adoptaba un papel más activo que el otro. Por ello, era importante incidir en la realización grupal de la actividad. Al trabajar de manera grupal, los estudiantes apenas han requerido ayuda del adulto.

Cabe destacar que uno de los alumnos, tuvo la oportunidad de colocar el dado de turno en la cara que éste deseara. Por lo que, decidió colocarla en el pódium para asegurar un punto para su equipo.

Una de las dificultades que se ha observado en todos los equipos es, sobre todo, la fijación de colocar una pieza en un lugar concreto y de no cambiarla en caso de que no se cubra correctamente la tarjeta, es decir, mantiene la misma posición a pesar de cambiar el resto de las figuras. Por ello, la ayuda que han requerido es el cambio de posición de esa figura. Otra dificultad que ha surgido, pero en menor medida, es la selección de las figuras necesarias para cubrir la tarjeta, es decir, en ocasiones, era necesario recordar que primero debían seleccionar las figuras antes de cubrir la carta

c. ¿Realizan comentarios que sean interesantes? (Sobre algún concepto, etc.)

No han surgido comentarios interesantes sobre algún concepto.

d. ¿Les resulta fácil la actividad? ¿Les parece interesante?

Teniendo en cuenta las dificultades surgidas, considero que les resulta fácil esta actividad a los jóvenes, ya que han trabajado en la sesión anterior con las tarjetas y los poliminós. Además, el hecho de que sea una pequeña competición por equipos, leer los retos que estaban en los sobres, proponer retos como intentar resolver una tarjeta amarilla, etc., hace que les motive y les resulte interesante.

Las dos primeras sesiones forman una unidad que es jugar con las formas del plano para teselar una superficie. Se ponen en juego unos contenidos matemáticos que no se trabajan de manera explícita. Es decir, a través de la propia actividad lúdica subyacen unas matemáticas que

los jóvenes no son conscientes de que están aprendiendo. Por ejemplo, en ambas sesiones se conoce el concepto de poliminó, ya que es un material imprescindible para llevar a cabo todas las sesiones. Sobre esta experiencia que es corpórea y sensorial, los alumnos irán generando la idea más abstracta de “forma”, y se puede abrir la puerta a un estudio formal futuro de lo que son los giros, las traslaciones y las simetrías. El objetivo del juego “cubrir totalmente una superficie dada”, es una acción concreta, sobre la que posteriormente se puede trabajar el concepto de teselación del plano.

### *Sesión 3*

La tercera sesión del taller tuvo lugar el lunes 23 de mayo de 10:15 a 11:15 aproximadamente debido a que parte de los estudiantes del aula se encontraban realizando otra actividad fuera del aula. El número total de alumnos que participaron en la tercera sesión del taller fueron 6 alumnos, ya que el alumno F no había acudido al centro. En esta sesión nos acompañó el tutor del aula.

Se comenzó la sesión preguntando a los jóvenes si recordaban la nueva misión que encomendaron los marcianos en la anterior misión. Los estudiantes no lo recordaban, por lo que, se tomó la carta de los marcianos y uno de ellos la leyó en voz alta. En esta nueva misión se les pide a los estudiantes que encuentren un terreno en el cuál puedan vivir los marcianos. Para ello, será necesario el cálculo del área de las diferentes figuras.

Mientras se repartían los kits de poliminós a cada uno de los estudiantes, se preguntó si recordaban el número total de figuras que había y cómo se clasificaban. Sin embargo, los jóvenes no lo recordaban, por lo que, se dedicó unos minutos para que contaran las figuras. Una vez obtenido el número total de las figuras, se les recordó cómo se podían clasificar los poliminós y sus respectivos nombres. Por ello, los estudiantes no activaron conocimientos previos.

Tras recordar el número total de figuras y su clasificación, se les preguntó si conocían el significado del área. Los estudiantes no conocían ese concepto, por lo que, se tomaron unos minutos para explicarles lo que es: el área es la superficie de algunos objetos como, por ejemplo, la mesa. Para ello, se les indicó que en las figuras de los poliminós hay diferentes cuadrados y el número total de cuadrados es la medida del área de esa figura. A continuación, se les indicó que

se les repartiría una hoja cuadriculada en la cual, debían dibujar las diferentes figuras y escribir su área.

La cuadrícula entregada presenta unos cuadrados de menor tamaño que los cuadrados de los poliminós, por lo que, los estudiantes debían observar atentamente la figura para dibujarla. Una de las dificultades observadas en uno de los jóvenes (alumno D), es la falta de habilidad para dibujar siguiendo una línea recta. Para ello, se le ayudó a dibujar las figuras, colocando los puntos por los que tenía que pasar, ya que sino dibujaba círculos al azar.

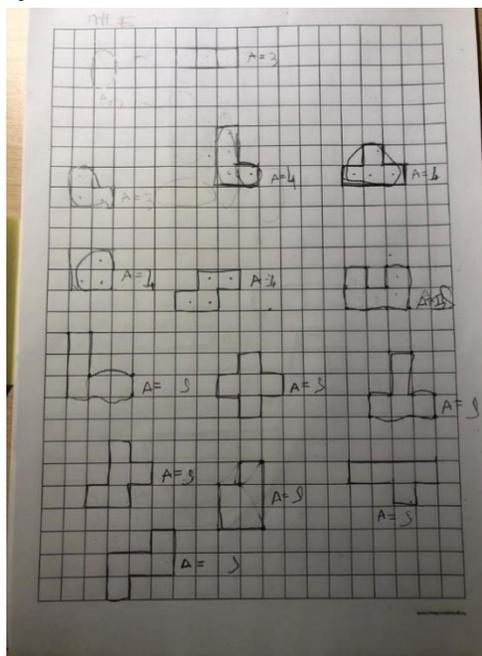
Otra dificultad observada, de manera global, es la falta de organización en el espacio a la hora de dibujar las figuras, ya que algunas de ellas se encuentran solapadas con otras, no se sigue un orden específico, etc. Son jóvenes que no han recibido una formación geométrica

previa y les cuesta trabajar en el plano. No obstante, todos los estudiantes han sido capaces de identificar el área de todas las figuras con nuestra supervisión. Además, todos han escrito la abreviatura de área, es decir,  $A=X$ . De esta forma, se hace hincapié en que el concepto que se está trabajando es el área.

Posteriormente, se les indica que para comprobar que han entendido la actividad, se proyectará una presentación donde aparecerán unas figuras y, en silencio, deberán buscarlas y calcular el área. Estaba previsto que los alumnos dibujaran las figuras en una hoja cuadriculada, pero debido a la falta de tiempo, lo hacemos de manera oral. Todos los estudiantes han identificado la figura y han respondido correctamente sobre el área de las figuras presentadas, por lo que, han comprendido la actividad.

### Ilustración 16

*Dificultad del alumno D al dibujar en el plano*



A continuación, se plantea un juego por parejas. Para ello, se les indica que uno de los integrantes debe construir un terreno con las figuras, mientras su compañero se tapa los ojos, ya que después deberá adivinar el área de la figura construida. Los alumnos comenzaron uniendo muchas piezas para construir una figura nueva, por lo que, se les indicó que comiencen utilizando dos poliminós y, posteriormente, que empleen más. De esta manera, se observó que cuando se emplean dos figuras para crear un terreno, los estudiantes utilizan la suma del área de cada figura para calcular el área total. Sin embargo, cuando se emplean más figuras, realizan un conteo, es decir, cuentan todos los cuadrados interiores cuadrado-unidad por cuadrado-unidad para obtener el área total. Por tanto, se observa que las sumas de dos cifras las realizan de manera mental, mientras que, si hay más de dos cifras, recurren al conteo.

### **Ilustración 17**

*Alumno usando el conteo para calcular el área*



Esta actividad, no se realizó a modo de competición, ya que únicamente con pedir a los estudiantes que se cubran los ojos, se generó cierta incertidumbre y expectación por saber qué figura formaría su compañero.

Tras unos minutos realizando el juego, se volvió a presentar un power-point con diferentes figuras compuestas para que los estudiantes calcularon su área. Se les indicó que debían construir la figura que aparece, dibujarla en una hoja cuadrículada y calcular su área. Las dos primeras figuras proyectadas, estaban compuestas por dos poliminós, por lo que, se observó si los estudiantes volvían a realizar un conteo del número total de cuadrados formados o si realizaban la suma. Por ello, se explicó que existen dos formas de resolver la actividad, una a través del conteo y otra a través de la suma, de esta manera, se quería hacer hincapié en el uso de la suma para calcular el área.

Los estudiantes, utilizaban la suma cuando la figura formada estaba compuesta por dos poliminós. Sin embargo, debido a la falta de tiempo, no proyectamos una figura compuesta por 3 poliminós, pero los estudiantes insistieron porque querían asumir el reto. En el momento en el que se proyectó la figura, los estudiantes mostraron una actitud de asombro y entusiasmo por completar el reto. Las dificultades que se observaron, de manera general, fueron a la hora de reproducir la

figura y de calcular el área. Por ello, con nuestra ayuda y supervisión, consiguieron dibujar la figura, pero utilizaron el conteo de los cuadrados para obtener el área total.

Por último, se presentó el vídeo del marciano en el cual se indicaba el desafío final de esta sesión. Cuando se presentó el video, uno de los estudiantes (alumno A) indicaba que los marcianos no existían, modificando así el clima del aula y adoptando una actitud de desinterés. Sin embargo, el resto de los estudiantes, al escuchar el desafío marciano, se mostraron entusiasmados por resolver el reto. El desafío consistía en crear un terreno de área 6. Para ello, se les dio una pista a los jóvenes indicándoles que había 5 posibilidades. Sin embargo, los alumnos pretendían resolver mediante el ensayo-error la actividad, lo cual les resultaba frustrante, por tanto, viendo la agitación que presentaban, se les indicó que los poliminós de área 5 se pueden descartar debido a que no tenemos una figura de un único cuadrado cuya suma nos dé el área deseada. De esta manera, con el resto de las figuras, los estudiantes fueron capaces de encontrar todas las formas posibles. Finalmente, se presentó el nuevo mensaje marciano, que indicaría la próxima misión. *Véase Anexo XIII.*

*Evaluación de la tercera sesión a partir de la guía de descripción diseñada:*

1. Área de las figuras. Describe todo aquello que te parezca de interés

a. ¿Los estudiantes activan conocimientos previos respondiendo correctamente a las cuestiones planteadas?

No recordaban el número total de poliminós que había y tampoco su clasificación, por lo que, se dedicaron unos minutos para recordarlo.

b. ¿Los estudiantes presentan alguna dificultad a la hora de identificar el área de todas las figuras?

No presentan ninguna dificultad a la hora de identificar el área de las figuras. Sin embargo, algunas dificultades que se han observado son: falta de habilidad para dibujar en línea recta en la cuadrícula, falta de organización en el espacio y el solapamiento de figuras.

c. ¿Son capaces de identificar la figura del power-point, dibujarla y calcular su área?

Estaba previsto que los alumnos dibujaran las figuras en una hoja cuadriculada, pero debido a la falta de tiempo, lo hacemos de manera oral. Todos los estudiantes han identificado la

figura y han respondido correctamente sobre el área de las figuras presentadas, por lo que, han comprendido la actividad.

2. Suma de áreas. Describe todo aquello que te parezca de interés.

a. ¿Los estudiantes consiguen calcular el área de la figura que ha creado su compañero?

Los estudiantes consiguen calcular el área de la figura que ha creado su compañero a partir de diferentes técnicas.

b. ¿Lo realiza contando la unidad-cuadrado o suma el área de las 2/3 figuras?

Se observó que cuando se emplean dos figuras para crear un terreno, los estudiantes utilizan la suma del área de cada figura para calcular el área total. Sin embargo, cuando se emplean más figuras, realizan un conteo, es decir, cuentan todos los cuadrados interiores cuadrado-unidad por cuadrado-unidad para obtener el área total. Por tanto, se observa que las sumas de dos cifras las realizan de manera mental, mientras que, si hay más de dos cifras, recurren al conteo.

c. ¿Comprenden que el área total es la suma del área de cada figura?

Considero que los estudiantes han comprendido este concepto, pero necesitarían de más sesiones para interiorizarlo.

3. Tercera parte. Describe todo aquello que te parezca de interés.

a. ¿Las figuras que crean libremente sin un número concreto de poliminós forman una figura geométrica concreta, por ejemplo, un cuadrado, rectángulo, etc.?

No se ha observado ninguna figura.

b. ¿Los estudiantes son capaces de encontrar todas las posibles figuras que tengan área 6?

Primeramente, se les dio una pista a los jóvenes indicándoles que había 5 posibilidades. Sin embargo, los alumnos pretendían resolver mediante el ensayo-error la actividad, lo cual les resultaba frustrante, por tanto, viendo la agitación que presentaban, se les indicó que los poliminós de área 5 se pueden descartar debido a que no tenemos una figura de un único cuadrado cuya suma nos dé el área deseada. De esta manera, con el resto de las figuras, los

estudiantes fueron capaces de encontrar todas las formas posibles. Finalmente, se presentó el nuevo mensaje marciano, que indicaría la próxima misión.

#### *Sesión 4*

La última sesión del taller tuvo lugar el miércoles 25 de mayo de 12:30 a 13:45 aproximadamente.

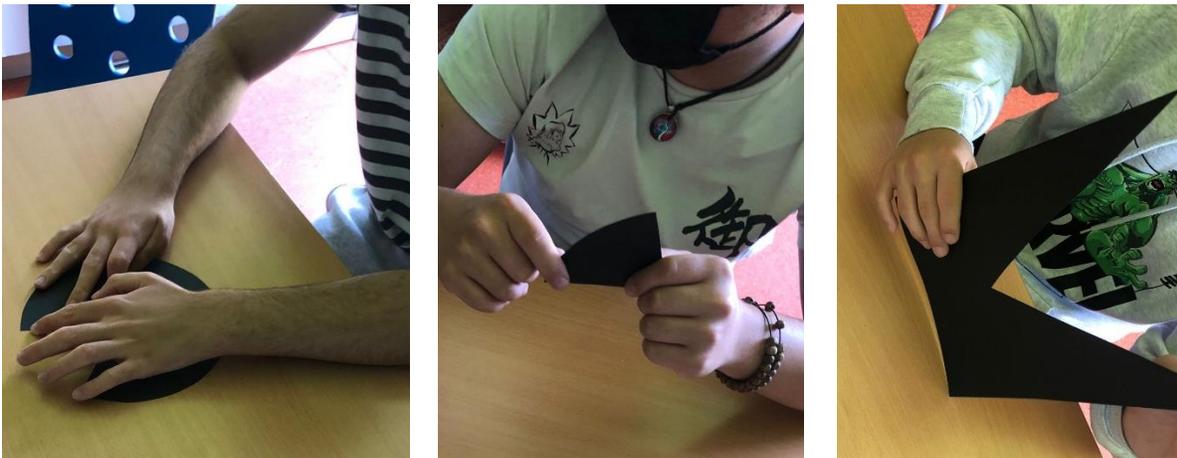
Se comenzó recordando lo que se realizó en la sesión anterior debido a que uno de los participantes no asistió a la sesión 3. Para ello, se preguntó a los jóvenes: “¿Qué hicimos en la anterior sesión?”. Uno de los alumnos (alumno E) recordó la secuencia didáctica e indicó que “buscamos un terreno para los marcianos”. De esta manera, se preguntó a los estudiantes qué concepto utilizábamos para referirnos a los terrenos, que además empleábamos una letra del abecedario. No obstante, los alumnos no lo recordaban, por tanto, se les explicó que era el área y su significado.

Posteriormente, se les preguntó si recordaban la nueva misión de los marcianos para esta sesión. Los estudiantes no lo recordaban por lo que, se les dijo que los marcianos les pedían una valla para colocar alrededor de su terreno. Para acercar a los estudiantes a un ejemplo más cercano, se habló sobre la valla que rodea el colegio. De esta manera, se explicó que el perímetro es como una valla, es decir, es la longitud que rodea una superficie.

A continuación, en lugar de llevar objetos, se presentaron diferentes formas geométricas regulares e irregulares, con y sin entradas de cartulina para que los estudiantes rodeasen las figuras con el dedo, es decir, su perímetro. Sin necesidad de ninguna indicación, los estudiantes rodearon todo el perímetro de la figura, incluso aquellas que presentaban entradas y salientes. Se fueron rotando las figuras para que todos los alumnos manipulasen diferentes formas. No se observaron ninguna dificultad a la hora de rodear los objetos, sino todo lo contrario, los estudiantes enseguida entendieron la dinámica de la actividad. Nuevamente, una experiencia corpórea ayuda a los chicos con discapacidad intelectual a entender mejor las ideas.

## Ilustración 18

*Los jóvenes rodeando las diferentes figuras de cartulina*



Posteriormente, se procedió a calcular el perímetro de los diferentes terrenos de los marcianos, es decir, de los polimínos. Para ello, se entregó a cada alumno un kit individual y se pidió que extendiesen las figuras en la mesa. Tras esto, se aprovechó para repasar contenidos anteriores como, por ejemplo, “¿cuál es la figura más pequeña?”, los alumnos rápidamente encontraron la figura compuesta por dos cuadrados y se les preguntó cuál era su área. Todos ellos, contestaron que su área es igual a 2. De esta manera, se pudo comprobar que el concepto de área lo asimilaban correctamente, aunque no recordaban la palabra. Lo mismo ocurrió con el resto de las figuras.

Después, se procedió a explicar el concepto de medida de perímetro de las figuras. Para ello, se les indicó que, para medir el perímetro de un polimínó, utilizaremos el lado externo de los cuadrados. No era un procedimiento fácil, así que hicimos un ejemplo con el dominó. Para ello, se indicó a los estudiantes que tomaran la figura más pequeña del kit para que todos juntos, calculásemos su perímetro. Para mejorar la comprensión de la actividad, se dibujó en la pizarra la figura con los dos cuadrados internos y se marcaron los lados externos que rodean la figura, marcando el número de cuadrados. También, se pregunta por el área de la figura, para que interrelacionaran las dos medidas.

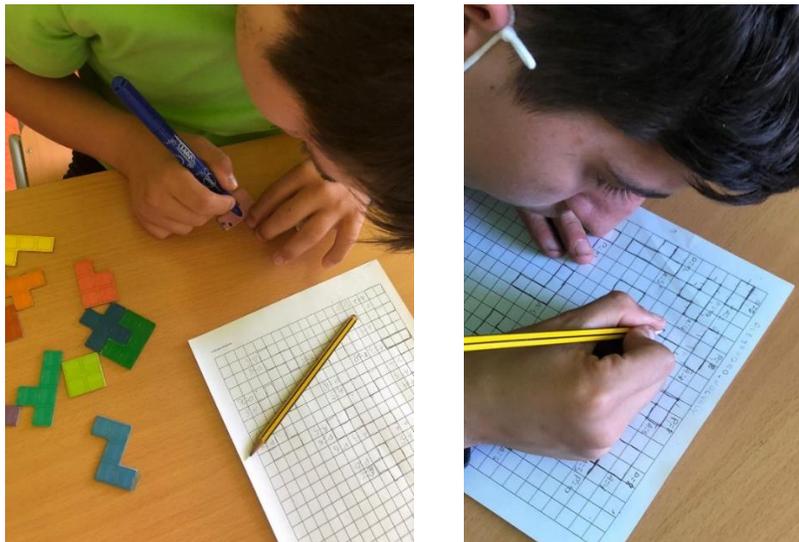
Tras el ejemplo, se indicó a los alumnos que se repartiría la hoja que completaron en la sesión anterior donde calcularon el área de las figuras con el fin de obtener su perímetro. Una vez

repartidas las fichas, la dificultad que se observó, principalmente, fue que algunos alumnos al no tener las figuras ordenadas espacialmente en la hoja cuadriculada se confundían contando los cuadrados. La medida del perímetro usando el lado externo del cuadrado resultó más difícil de aplicar que contar los cuadrados enteros, por lo que, esta actividad requirió de más tiempo del establecido para que los estudiantes entendiesen bien el concepto antes de pasar a otra actividad. Se realizaron varias modificaciones del diseño de la sesión para ello. *Véase Anexo XIV.*

En primer lugar, observando las dificultades individuales a la hora de calcular el perímetro de las figuras, se indicó que, en lugar de hacerlo de manera individual, se realizaría el cálculo de manera grupal. Para ello, se pidió a los alumnos que escogiesen un rotulador y tuviesen las figuras delante. Se trataba de marcar todos juntos en los polígonos los lados externos que dan lugar al perímetro de la figura. Sin embargo, los alumnos que tenían las figuras organizadas en la cuadrícula, les resultó más sencillo contar los lados en la ficha. De esta manera, cada alumno decidió sobre su propia forma de trabajar para resolver la tarea a partir de las opciones que tenían, es decir, escogieron entre marcar en la figura con rotulador los lados o contar sobre su propio papel.

### **Ilustración 19**

*Los estudiantes realizando dos formas diferentes para resolver la actividad*



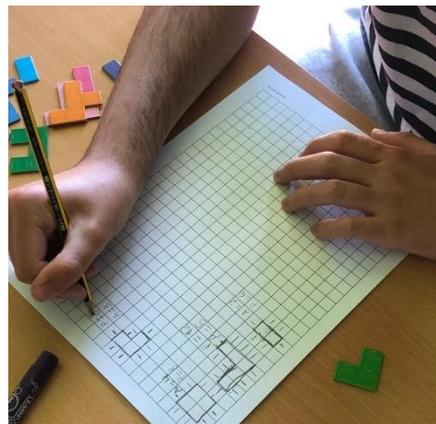
En el caso del alumno D, se le ofreció una ayuda constante para resolver la actividad. Para ello, se marcó con rotulador los lados de las figuras en su propia hoja cuadriculada para que el

alumno contase el número de marcaciones y obtener el perímetro. Además, se marcaba el inicio con un color diferente para que el alumno recordase donde comenzaba a contar y de esta manera, no confundirse. El alumno B también requirió de nuestra ayuda, él también lo marcaba en su hoja.

**Ilustración 20**

*Alumno F*

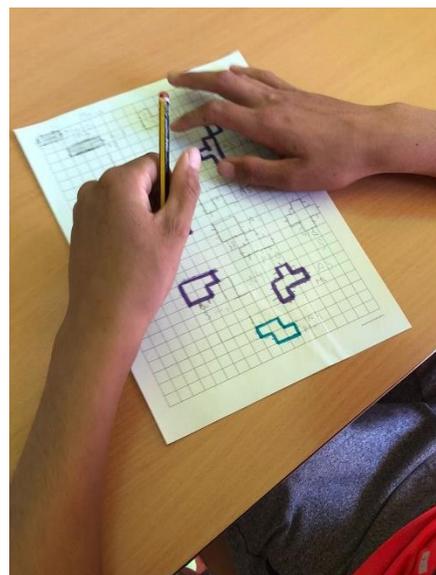
Cabe destacar que el alumno F, no asistió a la sesión anterior, por lo que, el estudiante no había trabajado el concepto de área y tampoco había calculado el área de los polígonos. Sin embargo, se le explicó brevemente este concepto y cómo calcularlo y rápidamente comprendió la actividad. De igual manera, ocurrió con el perímetro. Para este alumno, también le resultaba más sencillo contar los lados externos en su cuadrícula. El estudiante, realizó la actividad sin ayuda apenas.



**Ilustración 21**

*Alumno G*

Uno de los estudiantes (alumno G) se encontraba indispuerto, por lo que, se le permitió salir del aula para que la enfermera del centro le examinase. Cuando el estudiante se encontraba mejor, volvió al aula y se le preguntó si quería participar en la actividad, a lo que éste contestó que sí. Por tanto, se le explicó el concepto de perímetro y cómo calcularlo. Este estudiante también captó el concepto rápidamente y realizó la actividad sin apenas ayuda. Utilizó su hoja cuadrículada en lugar de marcar con rotulador en las propias figuras los lados externos.



Debido a la complejidad de la medida y las dificultades surgidas durante la sesión, esta actividad se alargó en el tiempo, por lo que, se reordenó la sesión, omitiendo la siguiente actividad, es decir, no se realizó el juego por parejas en el que uno de los componentes realizaba una figura compuesta y el otro integrante, debía calcular el perímetro, sino que se pasó directamente a la proyección del Power-Point.

La actividad del Power-Point se había diseñado con el fin de que los estudiantes creasen con sus poliminós la figura compuesta que aparece proyectada, se dibujase en una hoja cuadrículada y se calculase el perímetro. Sin embargo, se acordó con el tutor del aula, la realización de esta actividad de manera oral, ya que la actividad anterior resultó extenuante para los alumnos. Por ello, se proyectó la presentación y uno de los estudiantes salió a la pizarra para resolver la actividad. Se pidió al resto de alumnos que formasen las figuras con sus propios poliminós para que también calculasen su perímetro. Además, constantemente preguntamos de manera directa el área de las figuras proyectadas. Cabe destacar que, cuando las figuras compuestas están formadas por dos poliminós, los estudiantes realizan el cálculo del área a partir de la suma del área de cada figura, pero cuando las figuras están formadas por 3 o más poliminós, los jóvenes recurren al conteo, sin utilizar ninguna estrategia intermedia.

Con el fin de hacerles ver que cuando se modifica la posición de una figura compuesta, su área no varía, pero su perímetro sí, se proyectó la misma figura compuesta variando su posición. La primera vez que se proyecta esta figura, se les explica de manera oral los sucesos ocurridos, haciéndoles ver la diferencia. Sin embargo, cuando se proyecta otro caso, se les pregunta si el área de esta figura que está formada por las mismas figuras de la anterior diapositiva va a ser la misma. Los estudiantes responden que sí y, a continuación, se les pregunta lo mismo con el perímetro, a lo que los estudiantes responden que no va a ser el mismo. Por lo que, se procede a comprobar su hipótesis, siendo correcta.

De esta manera, a mi modo de ver, los estudiantes comprenden que, si se modifica la posición de una figura compuesta, su área va a ser la misma, pero su perímetro no. Sin embargo, considero que esta comprensión es momentánea. Se trata de la comprensión de la relación entre dos conceptos, y esto requiere de más tiempo de trabajo y asimilación.

Para finalizar la sesión, se pregunta al tutor si considera oportuna la realización de una última actividad que engloba todos los contenidos trabajados debido a que, al tratarse de la última hora de la jornada lectiva, los estudiantes se podrían encontrar agotados tras el paso del día y tras las actividades realizadas anteriormente. No obstante, el tutor indicó que se puede intentar, pero adaptando la actividad.

Por tanto, para adaptar la actividad, la cual consistía en realizar un cuadrado de área 9 y calcular su perímetro, se descartaron las figuras que no conforman las distintas posibilidades. Los

estudiantes asumieron el desafío y crearon los cuadrados requeridos. Los jóvenes han utilizado los diferentes movimientos para formar los cuadrados. Los que resultaron más sencillos de realizar y que, además, los estudiantes llevaron a cabo en el menor tiempo posible fueron:



Sin embargo, para obtener las otras dos posibilidades restantes, requirieron de nuestra ayuda. Se realizó hincapié en el cálculo del área de las figuras compuestas, de manera que, los estudiantes lo realizaban de manera directa. Para obtener las figuras, se ha utilizado el método del ensayo y el error, en lugar de buscar las áreas que sumen 9.

Los estudiantes omitieron el cálculo del perímetro de los cuadrados, por lo que, no se insistió más debido a que los alumnos se mostraban agotados. Tampoco, se realizó la formación de los rectángulos de área 6. De modo que, se proyectó el documento que expone todas las posibilidades, tanto del cuadrado, como del rectángulo. Por último, se mostró el último mensaje marciano y se entregó un obsequio a cada alumno por su participación.

*Evaluación de la cuarta sesión a partir de la guía de descripción diseñada:*

1. Perímetro de las figuras. Describe todo aquello que te parezca de interés.
  - a. ¿Los estudiantes presentan dificultades a la hora de rodear los objetos? ¿Y los poliminós?

Sin necesidad de ninguna indicación, los estudiantes rodearon todo el perímetro de la figura, incluso aquellas que presentaban entradas y salientes. Se fueron rotando las figuras para que todos los alumnos manipulasen diferentes formas. No se observó ninguna dificultad a la hora de rodear los objetos, sino todo lo contrario, los estudiantes enseguida entendieron la dinámica de la actividad. Posteriormente, se entregó un kit de poliminós a cada estudiante para calcular su perímetro.

- b. ¿Son capaces de calcular el perímetro de cada figura del kit?

Primero, se realizó un ejemplo y después, se repartió la hoja que completaron en la sesión anterior donde calcularon el área de las figuras con el fin de obtener su perímetro. Una vez repartidas las fichas, la dificultad que se observó, principalmente, fue que algunos alumnos al no tener las figuras ordenadas espacialmente en la hoja cuadriculada se confundían contando los cuadrados. La medida del perímetro usando el lado externo del cuadrado resultó más difícil de aplicar que contar los cuadrados enteros, por lo que, esta actividad requirió de más tiempo del establecido para que los estudiantes entendiesen bien el concepto antes de pasar a otra actividad. Se realizaron varias modificaciones del diseño de la sesión para ello como, por ejemplo, el cálculo de manera grupal de la medida del perímetro. Se sugirió la marcación en el propio polímino o en la hoja, pero cada alumno decidió sobre su forma de trabajar. La resolución de esta actividad llevó más tiempo del esperado.

2. Cálculo de perímetros de figuras compuestas. Describe todo aquello que te parezca de interés.
  - a. ¿Los estudiantes consiguen calcular el perímetro de la figura que ha creado su compañero?

Debido a la gran duración de la actividad anterior, se omitió esta actividad.

- b. ¿Comprenden que, si se mueve una pieza de la figura compuesta a otro lugar, su perímetro puede variar?

Tras plantear la hipótesis y resolver dos ejemplos, los estudiantes comprenden que, si se modifica la posición de una figura compuesta, su área va a ser la misma, pero su perímetro no. Sin embargo, considero que esta comprensión es momentánea. Se trata de la comprensión de la relación entre dos conceptos, y esto requiere de más tiempo de trabajo y asimilación.

3. Creación de cuadrados y rectángulo. Describe todo aquello que te parezca de interés.
  - a. ¿Utiliza los diferentes movimientos para construir la figura que se pide?
  - b. ¿Requiere de ayuda para construir las figuras?
  - c. ¿Se da cuenta de que para obtener un cuadrado de área 9, necesita escoger un tetraminó y un pentaminó porque  $4+5=9$ ?
  - d. ¿Calcula correctamente el área?

Se ofreció una pequeña ayuda descartando las figuras que no son necesarias para construir un cuadrado de área 9. Los jóvenes han utilizado los diferentes movimientos para resolver la actividad. La mayoría de los estudiantes construyeron las figuras más sencillas en el menor tiempo posible, por lo que, sí requirieron nuestra ayuda para encontrar las otras dos posibilidades. Los jóvenes no han hecho uso del cálculo de la suma de dos áreas cuyo resultado de 9 para obtener la figura, sino que han usado el ensayo y el error. También, omitieron el cálculo del perímetro de los cuadrados, por lo que, no se insistió más debido a que los alumnos se mostraban cansados. Tampoco, se realizó la formación de los rectángulos de área 6.

### 7.3.2. C.E.E. Ángel Rivière

#### *Sesión 1*

La primera sesión del taller se realizó el jueves 12 de mayo de 09:30 a 10:30, es decir, al comienzo de la jornada lectiva. El lugar donde se realizó la primera sesión y donde se realizarán las próximas sesiones, fue en el comedor del centro debido a que las aulas son pequeñas para trabajar con dos clases a la vez, por tanto, el espacio no dispone de recursos materiales y audiovisuales. No obstante, esto no fue un inconveniente para esta sesión, debido a que se proporcionaron los materiales necesarios. Los participantes del taller fueron del aula 7: alumno H, alumno I, alumna J y alumno K y los participantes del aula 8 fueron: alumna M, alumna N, alumna Ñ, alumna P y alumno Q.

Los estudiantes del aula 8 acudieron antes de tiempo. Una de las alumnas integrantes de la clase no participa en la actividad, pero asistió al final de la sesión para observar a sus compañeros. Sin embargo, otra alumna, participante del taller, no asistió al colegio ese día. Por tanto, durante el tiempo de espera a los estudiantes del aula 7 se formaron los equipos y el lugar de trabajo, ya que una de las alumnas presenta una discapacidad motora.

Posteriormente, acudieron al comedor los estudiantes del aula 7. Participaron 4 jóvenes, dos de ellos, presentan una discapacidad motora. Una de las alumnas de la clase, no participó en la sesión porque estaba ausente del centro y tampoco participó otro alumno porque como indicó su tutora “no se encuentra disponible en estos momentos”.

Una vez organizados, se formaron los equipos y se les entregó una nota adhesiva donde debían escribir el nombre. Los equipos que se formaron fueron: “Maluma” (alumna J y alumno L), “Ordenador” (alumno H y alumno I), “Romboide team” (alumna M y alumna N) y “PEP-OT-521” (alumna O, alumna P y alumno Q).

A continuación, se comenzó explicando que las sesiones que se iban a impartir no iban a ser precisamente de matemáticas relacionadas con operaciones básicas, sino que iban a ser diferentes. Para ello, se preguntó a los estudiantes si ellos suelen jugar a la play y a qué juegos, con el fin de explicarles que esos juegos vienen determinados por una historia y que, para pasar de un nivel a otro, deben superar unos niveles, lo mismo que ocurre con nuestro taller.

Posteriormente, se leyó la historia de los marcianos. En esta se indica que proceden del planeta “Geometrix”, por tanto, se les preguntó qué forma creen que tienen. Los estudiantes del aula 8 han trabajado anteriormente con las formas geométricas, por lo que, tienen conocimientos previos sobre ello. Señalaron que los marcianos podrían tener forma de cuadrado, rectángulo, círculo, rombo, triángulo, etc.

A continuación, se comentó que los marcianos habían creado un juego de mesa llamado “Polyminix”, pero previamente debemos establecer las normas y reglas durante el juego. Para ello, se preguntó a los jóvenes qué normas establecerían ellos. Sin embargo, los estudiantes apenas participaron, por lo que, con nuestra intervención y ayuda, se consiguieron establecer las normas. Las tutoras dieron mucha importancia a este apartado ya que, en algunos juegos, los estudiantes tienden a saltarse alguna norma como no hacer trampa o prestar atención a la actividad. También, se presentó el cartel de “mensajes positivos” que los estudiantes, leyeron en voz alta. Posteriormente, se colgó en la pared para tenerlo presente a lo largo de la sesión.

Tras establecer las normas, se comentó a los estudiantes que antes de jugar y conocer el mensaje de los marcianos debemos conocer las fichas. Para ello, se mostraron las fichas y se preguntó a qué juego les recuerda. Las maestras ayudaron a los estudiantes indicando la primera sílaba: “Te...”. De esta forma, los estudiantes asociaron las figuras con el juego del tetris. Posteriormente, se entregaron las piezas a los estudiantes y se les indicó que las esparcieran por la mesa. Comenzaron a manipular las piezas, a encajarlas, intentando crear diferentes formas.

## Ilustración 22

*Los jóvenes de manera natural, intentando encajar las piezas*



Tras unos minutos de manipulación libre, se procedió a preguntar cuestiones cómo: ¿Cuántas figuras hay en total? ¿Cuál es la pieza más pequeña? ¿Cuántos cuadrados tiene? Los estudiantes respondieron correctamente a estas cuestiones. Se aprovechó las dos últimas cuestiones para introducir el nombre de “dominó” y se explicó que el juego del dominó recibe este nombre debido a que está compuesto por dos cuadrados.

A continuación, se indicó a los alumnos que debían buscar una figura formada por 3 cuadrados. Una vez encontrada, se preguntó si había alguna más. Se repitió lo mismo con los tetraminós y los pentominós. Asimismo, se les indicó el nombre que reciben las figuras de 3, 4 y 5 cuadrados.

Tras conocer las figuras, se indicó a los estudiantes que íbamos a jugar con las cartas. Se explicaron los símbolos que señalan las figuras que se pueden o no usar, es decir, la exclamación azul, la roja y la prohibición. Se les indicó que se iba a jugar con la exclamación azul y la roja. A continuación, se repartió la misma carta a cada equipo y se les indicó que debían cubrir la forma con los poliminós que señala la exclamación azul.

Durante el juego, los equipos resolvieron los desafíos correctamente. En ocasiones requerían de más tiempo para resolver alguna carta, pero al final conseguían resolverla. Algunos equipos apenas requerían de nuestra ayuda. La alumna que presenta una discapacidad motora que también afecta a sus extremidades superiores, pudo participar, ya que es capaz de manipular las figuras y colocarlas encima de la carta.

### Ilustración 23

*El equipo “Romboide team” ayudado por su maestra, resuelven una de las tarjetas verde.*



La actitud de los jóvenes durante el juego ha sido muy diferente de unos equipos a otros. Algunos participantes se mostraban más animados con la actividad que otros. Sin embargo, todos resolvieron la actividad.

Además, en alguna ocasión, los jóvenes preguntaron si podían realizar la actividad con la prohibición, actividad que no estaba prevista. Por lo que, se les dejó intentar resolver la carta con ese desafío. En algunas ocasiones, la frustración invadía el ambiente del juego porque algunos equipos como, por ejemplo, “Romboide team”, no podían resolver la carta con este método, sin embargo, se les recordó uno de los mensajes positivos: “voy a intentarlo” indicándoles que no ocurre nada si no pueden resolverlas con este método, ya que se trata de aprender y jugar.

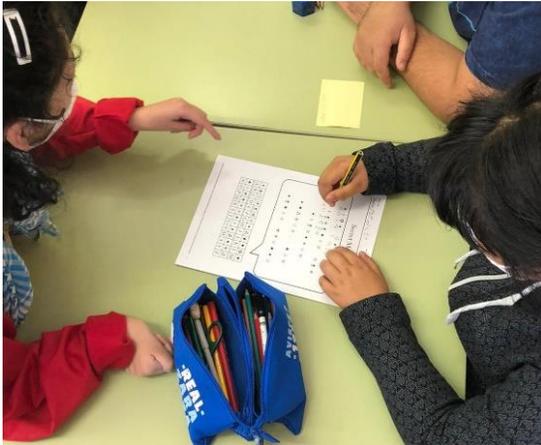
Por lo general, los estudiantes se mostraron activos y participativos, unos equipos requerían de más supervisión que otros, pero con ayuda de las tutoras y la directora, se cubrieron todas las necesidades que pudiesen surgir. En ocasiones, la única ayuda que se proporcionaba a los estudiantes era el recordatorio de trabajar en equipo, es decir, indicarles que cada uno seleccione una pieza de las que se indica en la exclamación o que cada uno coloque una pieza en la tarjeta.

Tras varias rondas de trabajo con las cartas, se destinaron 5 minutos para resolver el mensaje encriptado. Para ello, se entregó a cada equipo un folio con el mensaje y se les hizo una sugerencia para resolverlo y es que un componente del equipo puede buscar la letra y otro participante escribirla e ir cambiando los roles. De esta forma, todos los equipos resolvieron el mensaje trabajando grupalmente y adoptando diferentes roles.

El cambio de actividad completamente diferente a la que se estaba realizando no supuso un inconveniente para los estudiantes, es decir, continuaron mostrando una actitud positiva y participativa y no tuvieron ninguna dificultad para resolver el mensaje.

#### **Ilustración 24**

*Uno de los equipos resolviendo el mensaje encriptado*



*Evaluación de la primera sesión a partir de la guía de descripción diseñada:*

#### 1. Presentamos la historia

- a. ¿Los estudiantes se sienten atraídos por la actividad y la historia? Explica cómo ha sido su actitud ante ello.

La actitud de los estudiantes ante la historia ha sido de desconcierto. No se ha observado apenas atracción por la historia. Sin embargo, mantuvieron una actitud adecuada y de escucha.

#### 2. Acordamos las normas

- a. ¿Los estudiantes participan de manera activa estableciendo las normas?

Han requerido de nuestra ayuda para establecer las normas del juego porque apenas hubo participación.

- b. ¿Son conscientes de aquello que es correcto o no durante el juego?

Sí son conscientes de aquello que es correcto o aquello que no, ya que una de las tutoras ha manifestado que es necesario recordar las normas debido a que algunos estudiantes, en otras actividades, tienden a saltarse las normas.

### 3. Conocemos las piezas

- a. Fase de exploración: describe cómo ha transcurrido y cuál ha sido la actitud de los estudiantes, si se han mostrados activos o no.
  - i. ¿Identifican la pieza más pequeña?
  - ii. ¿Tienen dificultades para contar los cuadrados interiores?
  - iii. ¿Clasifican las figuras según el número de cuadrados que lo forman?

En el primer momento que se entregan los poliminós, los estudiantes manipularon las piezas y las encajaban, intentando formar figuras. Son capaces de identificar la pieza más pequeña y no presentan ninguna dificultad a la hora de contar los cuadrados interiores del resto de figuras. Se les indica que debemos clasificar las figuras. Los estudiantes son capaces de clasificar las figuras según el número de cuadrados

### 4. Jugamos

- a. Fase de desarrollo: describe cómo ha transcurrido y cuál ha sido la actitud de los estudiantes ante el juego.
  - i. ¿Son capaces de elegir las fichas que indica la exclamación roja/azul y discriminar el resto?
  - ii. ¿Han realizado rotaciones, simetrías y traslaciones?
  - iii. ¿Por lo general, les lleva mucho tiempo cubrir la tarjeta?
  - iv. ¿Trabajan adecuadamente en equipos?

Además de estas cuestiones, indica todo aquello que te ha llamado la atención del desarrollo de la actividad.

Los equipos resolvieron los desafíos correctamente. En ocasiones requerían de más tiempo para resolver alguna carta, pero al final conseguían resolverla. Algunos equipos apenas requerían de nuestra ayuda. La alumna que presenta una discapacidad motora que también afecta a sus extremidades superiores, pudo participar, ya que es capaz de manipular las figuras y colocarlas encima de la carta. Era necesario el recordatorio de apartar las figuras

que no se debían utilizar para que el alumnado no se confundiese. Han realizado las isometrías del plano para cubrir la carta.

La actitud de los jóvenes ha sido muy diferente de unos equipos a otros, pero por lo general, se han mostrado activos. En ocasiones, era necesario recordar que estaban trabajando por equipos para que todo el alumnado pudiese participar.

Se realizó el mensaje encriptado al finalizar la sesión y los estudiantes adoptaron diferentes formas de organizarse para resolverlo, por lo que, no tuvieron ninguna dificultad. Cabe destacar que los alumnos del aula 7 han realizado en alguna ocasión una actividad similar a ésta.

### *Sesión 2*

La segunda sesión del taller tuvo lugar el martes 17 de mayo de 9:30 a 10:20. Se redujo el tiempo de la sesión debido a que los estudiantes tenían una actividad fuera del centro, por lo que, requerían de 10 minutos de la sesión.

En esta sesión, hubo menos participantes de lo esperado debido a diferentes faltas de asistencia de los alumnos. Sin embargo, esto no supuso ningún inconveniente para el desarrollo de la actividad. Los estudiantes que participaron del aula 7 fueron: alumno H, alumno I, alumna K y alumno L, mientras que los participantes del aula 8 fueron: alumna M, alumna N y alumna O.

Conforme acudían los estudiantes al comedor, lugar donde se realiza el taller, se colocaban formando 3 equipos: dos parejas y un trío alrededor de la mesa: “Romboide Team” (alumna M y alumna N), “Pep-ot-521” (alumna K y alumna O) y “Edad Contemporánea” (alumno H, alumno I y alumno L). Es muy importante escoger las mesas adecuadas porque dos de nuestros alumnos presentan una discapacidad motora y requieren de una silla de ruedas.

Una vez situados y formados los equipos, se colocó sobre la mesa el material necesario para desarrollar la actividad: tablero, fichas, dados, cartas, sobres y un kit de poliminós para cada equipo. A continuación, se procedió a explicar el funcionamiento del juego, es decir, explicación del significado de las diferentes caras de los dados, movimiento de las fichas en el tablero, las cartas, etc.

Para asegurarnos de que los estudiantes han entendido correctamente el funcionamiento del juego realizamos una partida de prueba. Para ello, se preguntó qué jugador es el más pequeño, ya que será el encargado de lanzar los dados por primera vez. Tras el primer lanzamiento, las caras de los dados marcaban la copa roja y la exclamación roja, por tanto, los estudiantes debían resolver la carta con las figuras que indica la exclamación roja y la copa indica que aquel equipo que primero resuelva el reto obtendrá 3 puntos, mientras que, los demás equipos no ganan ninguno. En esta primera prueba, los adultos que acompañamos a los estudiantes, supervisamos que realizaban correctamente los pasos, es decir, se les indica que primero deben seleccionar las piezas que indica la exclamación y después intentar resolver la tarjeta. Cuando el equipo “Pep-OT-521” compuesto por una alumna del aula 8 y otra alumna del aula 7, cubrieron la tarjeta las primeras, se paró el juego, ya que únicamente obtenían puntos un equipo, debido a la cara de la copa roja.

Tras esta prueba, se preguntó a los estudiantes si comprendían correctamente el juego. A continuación, se comentó que a partir de este momento comienza el juego de verdad y el conteo de puntos.

Los jóvenes eran los encargados de tirar los dados y de leer el desafío guardado en cada sobre, según la cara que marque el dado. De esta manera, se fomenta la responsabilidad y protagonismo de los estudiantes, dejándoles ser ellos quienes lean el desafío delante del resto de sus compañeros.

Durante el juego, se apreció cierta competitividad entre los equipos, sobre todo, entre los equipos de chicas. Sin embargo, esta competitividad no desencadena ningún conflicto, sino todo lo contrario, era una forma de automotivación para seguir intentándolo. Los jóvenes se mostraban muy contentos cuando ganaban una ronda.

## Ilustración 25

*Vemos como los equipos resuelven la tarjeta para poder moverse en el tablero*



Por otra parte, como en todos los trabajos en equipo, una parte predomina sobre la otra, es decir, uno de los participantes asume más un papel de líder que otro integrante. Sin embargo, gracias a la supervisión constante de los adultos, se impulsó la participación activa de todos los integrantes del equipo. No obstante, cabe destacar la disposición personal que tenga cada estudiante en ese momento, es decir, por ejemplo, uno de los jóvenes que presenta Trastorno del Espectro Autista, en un momento concreto, tuvo que abandonar la sesión porque “no se encontraba disponible” (término usado anteriormente y señalado por la tutora). Otro ejemplo, es la disposición de otra alumna que, durante un periodo corto de tiempo, no deseaba realizar la actividad porque no le apetecía en ese momento. Sin embargo, terminó ayudando a su compañera.

De manera más específica, una de las dificultades observadas en una de las alumnas (alumna M) fue la realización de simetrías respecto al eje X, es decir, no era capaz de voltear la figura para poder colocarla en la posición adecuada.

Una de las actitudes que me asombraron fue que, cuando el dado del turno cayó en la cara de la escalera, todos los equipos decidieron resolver el reto con una carta amarilla, es decir, con una carta de una dificultad mayor que la carta verde con la que se estaba jugando en ese instante. Por ello, para dar más emoción y expectación, viendo los buenos resultados trabajando con las cartas verdes, se les indicó que la siguiente ronda sería con una tarjeta amarilla para complicarlo un poco, ya que lo estaban haciendo muy bien.

### **Ilustración 26**

*Resolución del reto con una carta amarilla*



Finalmente, hubo un empate, por tanto, se decidió realizar un desempate con una tarjeta verde. Los estudiantes estaban muy animados y deseosos de realizar el desempate. Tras el desempate se declaró el equipo ganador: “Romboide team” con un total de 13 puntos y fueron las alumnas que leyeron el mensaje marciano.

De manera global, el clima del aula fue muy bueno, ya que todos los estudiantes trabajaron muy bien. Además, una de las alumnas que presenta un Trastorno del Espectro Autista trabajó con otra alumna de otra aula, es decir, una alumna que no pertenece a su aula de referencia. Se le motivó para que se sentara con ella: “Venga, equipo de chicas”, etc., y su comportamiento durante el juego fue muy favorable, algo que sorprendió a la tutora ya que, en ocasiones, esto no ocurre.

En definitiva, a mi modo de ver que los estudiantes tengan el apoyo de un adulto les da seguridad. Por ejemplo, el equipo formado por dos alumnos con discapacidad física ha podido participar activamente, gracias a nuestra supervisión y actuación.

*Evaluación de la segunda sesión a partir de la guía de descripción diseñada:*

1. Partida “Polyminix”

- a. ¿Los estudiantes entienden bien la tarea?

Se realizó una partida de prueba tras la explicación del juego para que asegurarnos de que los estudiantes han entendido correctamente la actividad. En esta prueba, los adultos supervisamos los pasos a seguir. Tras la prueba, se preguntó a los estudiantes si han comprendido la dinámica del juego, los cuales respondieron que sí.

- b. Describe cómo han jugado los participantes y todo aquello que te parezca de interés. ¿Qué dificultades han surgido? ¿Requieren de la ayuda del adulto?

Durante el juego, se apreció cierta competitividad entre los equipos, sobre todo, entre los equipos de chicas. Sin embargo, esta competitividad no desencadena ningún conflicto, sino todo lo contrario, era una forma de automotivación para seguir intentándolo. Los jóvenes se mostraban muy contentos cuando ganaban una ronda. Como cabe esperar en un trabajo en equipo, uno de los participantes asume más un papel de líder que otro integrante. Sin embargo, gracias a la supervisión constante de los adultos, se impulsó la participación activa de todos los integrantes del equipo.

De manera más específica, una de las dificultades observadas en una de las alumnas (alumna M) fue la realización de simetrías respecto al eje X, es decir, no era capaz de voltear la figura para colocarla en la posición adecuada.

El clima del aula fue muy bueno, ya que todos los estudiantes trabajaron muy bien. Además, una de las alumnas que presenta un Trastorno del Espectro Autista trabajó con otra alumna de otra aula, es decir, una alumna que no pertenece a su aula de referencia.

- c. ¿Realizan comentarios que sean interesantes? (Sobre algún concepto, etc.)

No han surgido comentarios interesantes sobre algún concepto, pero me gustaría destacar la dificultad de la alumna M (mencionada anteriormente), la cual me resultó muy

interesante señalar, ya que el “volteo” de la figura le resultó muy complicado, mientras que las rotaciones y las traslaciones las ejecutaba sin ninguna complicación.

d. ¿Les resulta fácil la actividad? ¿Les parece interesante?

Teniendo en cuenta el clima de aula observado y la actuación de los estudiantes, considero que la actividad les ha resultado fácil e interesante, ya que había cierta competitividad que generaba más motivación a los equipos. El juego les ayudó a implicarse.

### *Sesión 3*

La tercera sesión del taller tuvo lugar el miércoles 18 de mayo de 10:00 a 11:00 aproximadamente. El número total de participantes fue de 8 estudiantes, debido a que algunos jóvenes no participan en el taller, pero están de oyentes y observadores y otros no han acudido al centro. Los participantes fueron: alumno I, alumna J, alumna K, alumno L, alumna M, Alumna N, alumna Ñ y alumna O.

Como la segunda sesión, tuvo lugar el día anterior, los estudiantes tenían las actividades recientes. No obstante, una de las alumnas que se encontraba en la tercera sesión, no estuvo en la anterior sesión (alumna Ñ), por lo que, se recordó brevemente qué se realizó y cuál era la nueva sesión.

A continuación, mientras se repartía un kit de poliminós a cada estudiante, se preguntó cuál era el número total de figuras y cómo se podían clasificar. Algunos jóvenes indicaron números al azar, los cuales se encontraban muy cerca de la respuesta, pero se preguntó a un alumno en concreto (alumno I) y éste, respondió rápidamente indicando correctamente el número total de figuras. Después, se preguntó cómo se podían clasificar los poliminós. Los jóvenes respondieron correctamente, pero se les recordó el nombre específico de la clasificación.

Tras este breve repaso, se preguntó a los estudiantes si conocían el significado de área. Los estudiantes del aula 8 sí conocían su significado debido a que era un concepto que habían trabajado previamente en el aula. Sin embargo, los jóvenes de la otra aula, no lo conocían. Por tanto, se les explicó brevemente el significado de área. A continuación, se les indicó que en las figuras de los poliminós hay diferentes cuadrados, lo cual, el número total de cuadrados es el área de esa figura.

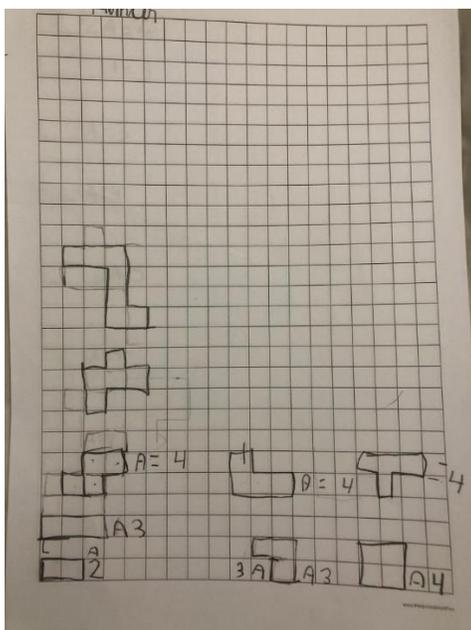
Después, se les indicó que se les repartiría una hoja cuadriculada en la cual, debían dibujar las diferentes figuras y escribir su área.

La cuadrícula entregada presenta unos cuadrados de menor tamaño que los cuadrados de los polígonos, por lo que, los estudiantes debían observar atentamente la figura para dibujarla.

Una de las dificultades observadas, en algunos casos, es la falta de organización espacial a la hora de dibujar las figuras, ya que algunos jóvenes no siguen un orden específico para aprovechar el espacio de la cuadrícula.

### Ilustración 27

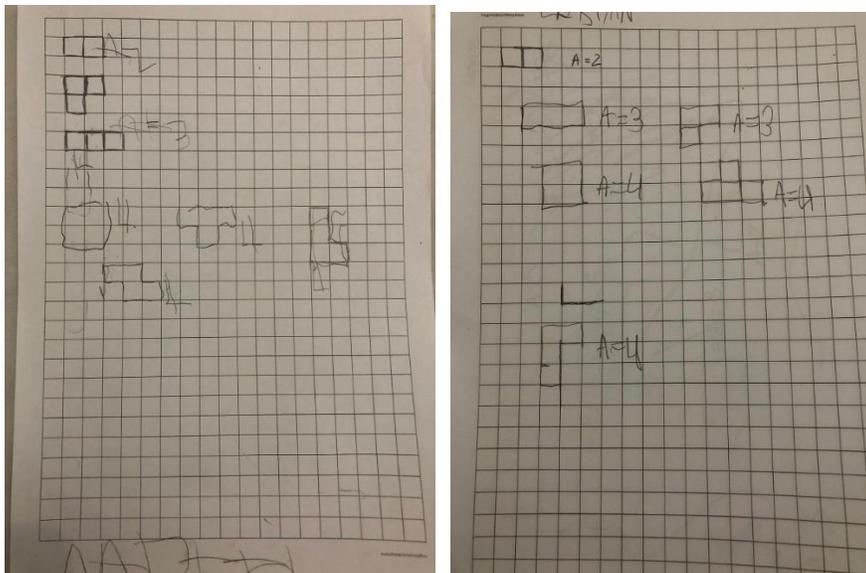
*Primera dificultad señalada*



Otra dificultad observada en algunos jóvenes es el dibujo de la figura en el papel debido a que presentan una discapacidad física. No obstante, gracias a nuestra ayuda y supervisión, los estudiantes pudieron identificar el área de todas las figuras.

## Ilustración 28

*Otra de las dificultades mencionadas*



Se hizo hincapié en el significado de la abreviatura A, para que los alumnos sean conscientes de que esa letra significa área. Cabe destacar que los estudiantes no consiguieron completar todas las figuras, por lo que, se pasó a la siguiente actividad, porque como no se iba a realizar la cuarta sesión, no requerían de esta hoja.

Posteriormente, se les indica que para comprobar que han entendido la actividad, se proyectará una presentación donde aparecerán unas figuras y, en silencio, deberán buscarlas y calcular el área. Estaba previsto que los alumnos dibujen las figuras en una hoja cuadrículada, pero debido a la falta de tiempo, se ha hecho de manera oral. Todos los estudiantes han identificado la figura y han respondido correctamente sobre el área de las figuras presentadas, por lo que, han comprendido la actividad.

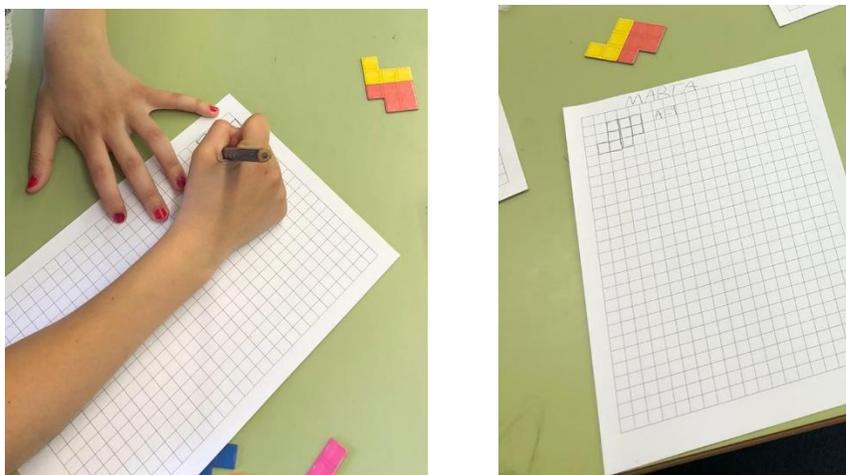
A continuación, se plantea un juego por parejas. Para ello, se les indica que uno de los integrantes debe construir un terreno con las figuras, mientras su compañero se tapa los ojos, ya que después deberá adivinar el área de la figura construida. Esta actividad generó mucha emoción entre algunos jóvenes, ya que se mostraban impacientes por conocer la figura que ha creado su compañero y su nivel de dificultad. Algunos jóvenes, utilizaron la suma de áreas para calcular el

área total de la figura, pero otros utilizaban el conteo. Esta última es usada, sobre todo, cuando la figura está formada por más de dos polígonos.

Tras unos minutos realizando el juego, se volvió a presentar un power-point con diferentes figuras compuestas para que los estudiantes calculen su área. Se les indicó que debían construir la figura que aparece, dibujarla en una hoja cuadrículada y calcular su área. Las dos primeras figuras proyectadas, estaban compuestas por dos polígonos, por lo que, se observó si los estudiantes volvían a realizar un conteo del número total de cuadrados formados o si realizaban la suma.

### **Ilustración 29**

*Resolución de la actividad del power-point*



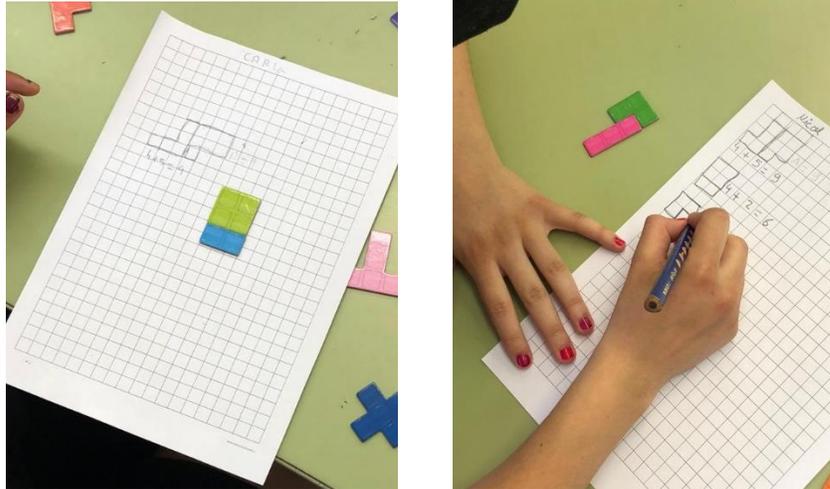
Tras observar la forma que tenían los estudiantes de calcular el área de las figuras, la cual se basaba en el conteo, se les indicó que otra forma de calcular el área, era mediante la suma. Por tanto, con nuestra supervisión, se rectificó el cálculo de las figuras.

Por último, se les indicó que los marcianos no podían acudir al centro, pero que tenían un mensaje para ellos. Se presentó el vídeo del marciano en el cual se indicaba el desafío final de esta sesión. En ese momento se creó un clima de aula lleno de interés y atención por conocer su mensaje. Los estudiantes se mostraron muy emocionados. El desafío consistía en crear un terreno de área 6. Para ello, se les dio una pista a los jóvenes indicándoles que había 5 posibilidades. Realizaron la actividad en la misma cuadrícula donde resolvieron la suma de áreas. No obstante, la mayoría de los estudiantes demandaron nuestra ayuda, porque no podían resolver la tarea. Además, al tratarse de la última actividad antes de salir del recreo, la atención en ese momento se

encontraba dispersa, pero con nuestra ayuda y supervisión consiguieron encontrar algunos terrenos. Véase Anexo VI.

### Ilustración 30

*Cálculo de figuras compuesta de área 6*



Finalmente, se entregó un obsequio por parte de los marcianos como agradecimiento por ayudarles a completar las misiones.

*Evaluación de la tercera sesión a partir de la guía de descripción diseñada:*

1. Área de las figuras. Describe todo aquello que te parezca de interés
  - a. ¿Los estudiantes activan conocimientos previos respondiendo correctamente a las cuestiones planteadas?

Los jóvenes indicaron números al azar para responder a las cuestiones planteadas. Sin embargo, se le dio el turno de palabra a un alumno en concreto y éste respondió correctamente a las cuestiones. Por lo que, podemos señalar que el único que activó conocimientos previos fue este alumno.

- b. ¿Los estudiantes presentan alguna dificultad a la hora de identificar el área de todas las figuras?

Los estudiantes no tuvieron dificultades a la hora de identificar el área de todas las figuras, además, se volvieron a clasificar para dibujarlas. Las dificultades surgieron cuando se

trataba de trasladar las figuras a la hoja cuadriculada ya que, en algunos casos, los estudiantes presentaban una falta de organización espacial.

Otra dificultad observada en algunos jóvenes es el dibujo de la figura en el papel debido a que presentan una discapacidad física. No obstante, gracias a nuestra ayuda y supervisión, los estudiantes pudieron identificar el área de todas las figuras.

c. ¿Son capaces de identificar la figura del power-point, dibujarla y calcular su área?

Estaba previsto que los alumnos dibujen las figuras en una hoja cuadriculada, pero debido a la falta de tiempo, se ha hecho de manera oral. Todos los estudiantes han identificado la figura y han respondido correctamente sobre el área de las figuras presentadas, por lo que, han comprendido la actividad.

2. Suma de áreas. Describe todo aquello que te parezca de interés.

a. ¿Los estudiantes consiguen calcular el área de la figura que ha creado su compañero?

Los estudiantes consiguen calcular el área de la figura que ha creado su compañero.

b. ¿Lo realiza contando la unidad-cuadrado o suma el área de las 2/3 figuras?

Dependiendo de la figura compuesta, los estudiantes recurrían a la suma de las áreas o al conteo de los cuadrados-unidad.

c. ¿Comprenden que el área total es la suma del área de cada figura?

Se realizó hincapié en este concepto, sin embargo, los estudiantes necesitan un periodo de maduración y asimilación para comprender que el área total es la suma de las áreas de cada figura.

3. Tercera parte. Describe todo aquello que te parezca de interés.

a. ¿Las figuras que crean libremente sin un número concreto de polígonos forman una figura geométrica concreta, por ejemplo, un cuadrado, rectángulo, etc.?

No se ha observado ninguna figura en concreto.

b. ¿Los estudiantes son capaces de encontrar todas las posibles figuras que tengan área 6?

Para realizar esta actividad, la mayoría de los estudiantes han requerido de nuestra ayuda para encontrar las figuras, a pesar de indicarles que existían 5 posibilidades. Además, al tratarse de la última actividad antes de salir al recreo, la atención en ese momento se encontraba dispersa.

#### *Sesión 4*

Cabe señalar que, en el C.E.E. Ángel Rivière, no se realizó la última sesión del taller debido a la temporalización propia del centro.

#### **7.4. Conclusiones de la intervención**

Tras llevar a cabo la implementación de la propuesta didáctica diseñada en dos centros de Educación Especial podemos concluir lo siguiente en cuanto a los objetivos planteados.

En primer lugar, en cuanto al *grado de implicación que el juego produce en los alumnos*, podemos concluir que este objetivo se ha cumplido porque es un juego que invita a la acción, la geometría subyacente implica jugar, construir, crear, etc. esto lo hemos observado en la motivación y expectación de los estudiantes surgida durante el juego cuando conseguían completar una tarjeta o se encontraban en la primera posición en el tablero. Además, el ambiente de las sesiones ha sido favorable y los tutores también han indicado el gusto que han observado en sus estudiantes.

Por otra parte, ambientar las sesiones en una historia concreta da lugar a que las actividades matemáticas que se realizan en las dos últimas sesiones tengan sentido para los estudiantes. Se trata de trabajar esos contenidos con un fin concreto, ofrecer un terreno para los marcianos. Los estudiantes, enseguida asociaron diferentes posibilidades para cumplir con la misión, pero se les tuvo que reconducir hacia el uso de los poliminós como terreno. De esta manera, en estas dos sesiones se trabajó exclusivamente con los poliminós, dejando de lado las cartas y el tablero.

En cuanto a su *comprensión intuitiva de los movimientos de traslación, giro y volteo (simetría) para cumplir el objetivo del juego*, podemos señalar que, de forma natural, los estudiantes realizaron los movimientos sin necesidad de preguntar si se podían o no realizar. Sin embargo, se observó que la alumna M, presentaba dificultades con la simetría, pues este es el único movimiento que no se desarrolla en el plano. También, hubo mucha fijación por dejar una figura en un sitio concreto del plano y de no moverla a pesar de no poder cubrir la tarjeta. No obstante,

por lo general, esto sorprendentemente, ha sido bueno, no se ha observado ninguna diferencia en como comprenden estos niños con aquellos niños que no tienen ningún tipo de discapacidad.

En lo referido a su *grado de comprensión de lo que significa teselar un plano*, podemos concluir que los estudiantes reconocían muy bien las figuras, por lo que, claramente se encuentran en el primer nivel de Van-Hiele, ya que eran capaces de identificar las figuras como un todo. Además, rápidamente entendieron que teselar era encajar y no hubo ningún niño que intentase superponer las figuras, ni dejar huecos, pero en ocasiones las colocaban saliéndose del plano que debían cubrir. Sin embargo, cuando se trata de utilizar el plano para hacer una representación gráfica se han observado más dificultades. Algunos niños en lugar de utilizar todo el espacio del papel para dibujar las figuras se concentraban en la parte inferior. Además, en ocasiones, solapaban las figuras dibujadas, compartiendo así uno de los lados. Cabe destacar que es un tema que no se ha trabajado a fondo con ellos y, por tanto, ha surgido esta dificultad, por lo que, trabajar más con este tipo de juegos con el plano, hemos detectado que también puede ayudarles a mejorar su escritura, ya que ésta se desarrolla en un plano, dándole una utilidad más práctica y no solamente, ofrecer su carácter formativo.

En cuanto al último objetivo que hemos planteado: *La utilidad del juego para comprender los conceptos de área y perímetro de una superficie plana y sus relaciones*, concluimos que, tras la realización de las actividades, hemos podido percibir que los jóvenes diferencian lo que es el área y lo que es el perímetro. Para medir el área no han tenido ninguna dificultad, ya que es un material que invita de forma natural a medir esa área y a contar los cuadrados. Sin embargo, el perímetro ha traído más problemas, y que posiblemente sean derivadas del propio material, por ejemplo, cuando una figura tenía entrantes, los jóvenes omitían algunos lados y no los contaban, por lo que, para trabajar el perímetro con jóvenes con discapacidad intelectual, se debería realizar alguna modificación.

Para trabajar las relaciones entre el área y el perímetro de las figuras, simplemente, les hemos mostrado algunas pinceladas, pero no hemos podido evaluar la actividad. Parece que no tenían dificultad en entenderlo, pero una sesión es escasa para poder asimilarlas. Es un trabajo prometedor para ampliar la investigación.

En cuanto a aspectos generales de la actividad realizada, algo que es imprescindible que todo docente tenga en cuenta, es que la planificación de las sesiones es una simple preparación a

*priori*. Debemos ser conscientes de que se pueden producir modificaciones durante la intervención debido al contexto del aula del día de la intervención, las dificultades que se han generado, etc., que nos hacen cambiar algunas actividades previamente diseñadas, metodologías, objetivos, etc. Aquí es donde entra la capacidad de flexibilización y adaptación del docente para intentar solventar las dificultades surgidas de la mejor manera posible y dar respuesta a las necesidades de los alumnos. Esto ha ocurrido, por ejemplo, en la cuarta sesión realizada en el C.E.E. Jean Piaget, donde los estudiantes tuvieron más dificultades en el cálculo del perímetro de la figura, por lo que, nos detuvimos más en una actividad y hasta que no se dominó, no se pasó a otra.

También, en ocasiones, aquellas actividades que consideramos que no van a resultar muy atractivas para el alumnado, terminan siendo todo lo contrario y son un éxito como, por ejemplo, cuando se juega por parejas donde uno de los integrantes debe taparse los ojos para después calcular el área total del terreno que ha construido su compañero. Los estudiantes de ambos centros se mostraron muy entusiasmados porque podían retar a sus compañeros, creando una gran expectación por realizar la actividad.

La diversidad de aulas nos permite observar de qué forma responde cada alumno a la misma actividad. Cada joven participante posee unas características que les hacen únicos. Algunas de estas características pueden ser limitantes en algunos aspectos como es el caso de los estudiantes con alguna discapacidad motora. Sin embargo, en nuestro taller, todos los jóvenes han podido realizar las tareas propuestas con o sin ayuda, sin ser excluidos de la actividad.

Cabe destacar que, en una primera propuesta, se había destinado la tercera sesión para trabajar el perímetro de las figuras y la cuarta para trabajar el área. Sin embargo, esta secuencia se modificó porque se preveía que el concepto de perímetro resultaría más difícil para los estudiantes. Por tanto, a modo de autocrítica, teniendo en cuenta esta dificultad, se deberían haber diseñado una mayor cantidad de actividades, para asegurar la comprensión de los estudiantes sobre este concepto.

Para concluir, por lo general, la implementación del taller en ambos centros ha dado lugar a unos resultados favorables e incluso, en ocasiones, sorprendentes como, por ejemplo, la forma jugada del alumno A cuando eligió la cara del pódium asegurándose puntos para su equipo. A pesar de ser jóvenes que no están acostumbrados a trabajar con la geometría, he podido observar que esta disciplina, de forma natural, les invita a participar y les implica a trabajar.

## 8. CONCLUSIONES Y VALORACIÓN PERSONAL

Las matemáticas son una disciplina considerada socialmente complejas y difíciles de comprender. Sin embargo, la metodología utilizada es muy importante a la hora de enseñar matemáticas. Aprender matemáticas partiendo de la experiencia de los alumnos y aprovechando el carácter lúdico que tiene la propia materia para plantear retos interesantes, despierta el interés de los estudiantes que se benefician de esos contenidos trabajados de manera implícita durante la actividad lúdica, abriendo la puerta a la posibilidad de un aprendizaje simbólico posterior.

Es usual pensar que las personas con discapacidad intelectual no son capaces de aprender y entender matemáticas, por lo que, los docentes, familias, etc., apenas estimulan ese tema en los niños, infravalorando su importancia y utilizando metodologías clásicas, basadas en la repetición desde la convicción de que es la única manera de asentar conocimientos. Con la intervención que hemos llevado a cabo, podemos concluir que limitar las posibilidades de aprender de estos estudiantes es un camino erróneo. La comprensión es un derecho de todos los alumnos y hemos comprobado como los jóvenes con los que hemos trabajado se han implicado y han aprendido contenidos geométricos que se suelen descuidar durante la etapa escolar.

La elección del juego de mesa “Polyminix” ha sido una decisión importante para la realización de este Trabajo de Fin de Grado. Es un juego de reciente creación, por lo que, apenas existen estudios y actividades basadas en su uso a diferencia de, por ejemplo, el juego del “Tangram”, el cual se ha trabajado mínimamente alguna vez en los centros escolares, ya sea en el área de plástica o de matemáticas. De esta manera, trabajar con un juego innovador otorga un interés natural al trabajo y cierta expectación por los resultados obtenidos. Apenas existen experiencias que indiquen la potencialidad didáctica de dicho juego y mucho menos, experiencias llevadas a cabo con personas con discapacidad. Por tanto, considero que esta elección, acordada con la directora del T.F.G., ha sido clave para que este trabajo pueda aportar una novedad a la investigación didáctica. Hemos ratificado que ligar conceptos abstractos de las matemáticas como las isometrías del plano, la teleselación del mismo y el área y perímetro a acciones concretas, ayuda a la comprensión también de los estudiantes con discapacidad intelectual y es una buena forma de eludir aprendizajes memorísticos y repetitivos. Claramente la dimensión lúdica de las matemáticas se puede utilizar también en beneficio del aprendizaje como habíamos señalado en el marco teórico.

Tras la puesta en práctica del taller hemos podido confirmar las virtudes que tiene el juego, así como la utilidad de una visión formativa de las matemáticas para las personas con discapacidad intelectual. Las matemáticas son para todos. De esta manera, podemos afirmar que todas las personas con o sin algún tipo de discapacidad pueden aprender matemáticas, basta con plantear actividades que resulten interesantes y se alejen de lo tradicional. Por ello, el juego es una herramienta óptima para desarrollar dicha disciplina. Además, contribuye a desarrollar habilidades de la vida diaria como es la socialización, el respeto de normas y de turnos, etc. y fomenta diferentes virtudes que caracterizan al ser humano como la paciencia, la capacidad de concentración, la confianza en la lucha, etc.

Durante la aplicación de la propuesta, he podido aprender tanto de la propia experiencia, como de los estudiantes ya que, a pesar de plantear las mismas sesiones en ambos centros, las respuestas de cada estudiante son completamente diferente, así como sus necesidades. Por lo que, es necesario evaluar constantemente nuestro papel y actuar acorde a cada situación. De esta manera, he podido conocerme a mí misma como docente en contextos completamente diferentes y, sobre todo, en centros de educación especial, ya que nunca había tenido experiencias previas en este tipo de centros. Las prácticas de la mención de Pedagogía Terapéutica las cursé en un centro ordinario, por lo que, ha sido la primera toma de contacto en un colegio de Educación Especial. Sin embargo, la disposición de los estudiantes y de los maestros, han facilitado la consecución del taller.

Con el fin de mejorar la propuesta didáctica *a posteriori*, considero oportuno, primeramente, ampliar la duración de las sesiones, ya que muchos factores externos a la actividad didáctica como, por ejemplo, el cambio de clase puede ralentizar la sesión. Asimismo, es necesaria la continuidad en el tiempo del taller, ya que quizás ciertos contenidos no se han asimilado/comprendido todavía, como es el caso del perímetro de una figura plana y su relación con el área. Para ello, se podría establecer algunas actividades previas para la comprensión del concepto.

Ha supuesto también, un reto personal porque no existen apenas bases que sirvan de ejemplo para el diseño de una propuesta didáctica. Gracias a este trabajo fin de grado, como futura docente y especialista en Pedagogía Terapéutica, he podido ampliar mi formación, experiencia y conocimiento sobre el aprendizaje de las matemáticas en jóvenes con discapacidad intelectual. De

esta manera, he podido enriquecer mi pensamiento y replantearme muchos aspectos de la educación que se imparte en las aulas, dándome cuenta de que es posible ofrecer otro tipo de educación, siempre y cuando, exista una mayor implicación por parte del docente.

Este trabajo puede servir de base para otros profesionales interesados en trabajar contenidos matemáticos a través de la actividad lúdica. La secuencia propuesta podrá ser utilizada o modificada según el alumnado al que se vaya a aplicar, teniendo en cuenta la especificidad del aula.

Para finalizar, me gustaría agradecer a los centros que han participado en el Taller y a su personal por su disposición y ayuda, al programa Hipatia de la Facultad de Educación y a mi directora, Elena Gil Clemente, por la formación que me ha procurado durante el curso anterior, además de la ayuda que me ha otorgado y la orientación proporcionada para facilitarme la elaboración de este Trabajo de Fin de Grado.

## REFERENCIAS

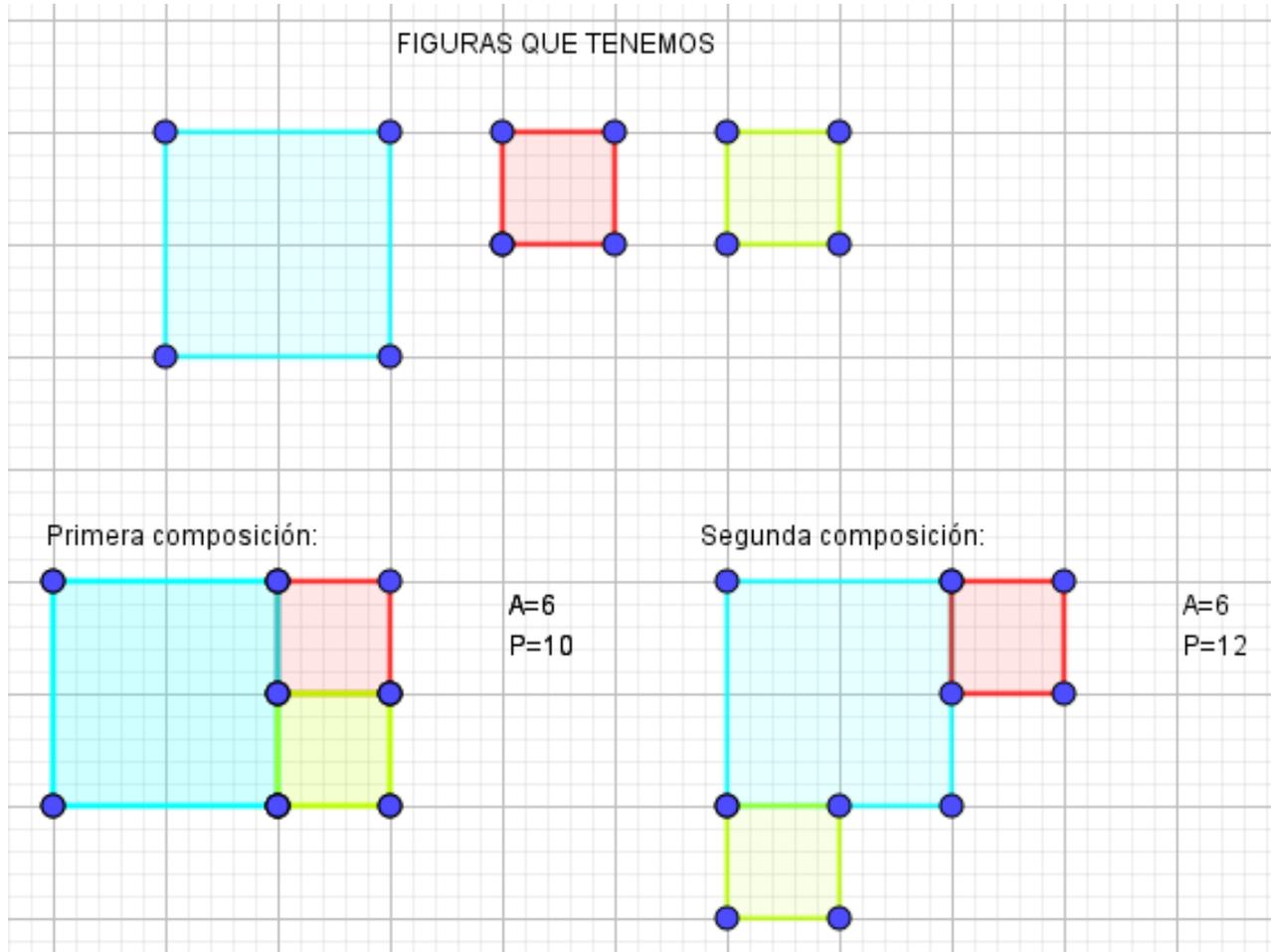
- AAIDD (2011). *Discapacidad Intelectual. Definición, Clasificación y Sistemas de Apoyo Social*. Alianza Editorial
- Alem, J. P. (1987). *Juegos de ingenio y entretenimiento matemático*. Gedisa.
- Alonso, P., Muñoz-Rodríguez, L. y J. Rodríguez-Muñoz, L. (2014). El uso de los juegos como recurso didáctico para la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas: estudio de una experiencia innovadora. *UNIÓN*, 39, 19-33.
- Andrés, L., Oanes, E., y Stefani, G. (2014). Transformaciones lúdicas. Un estudio preliminar sobre tipos de juego y espacios lúdicos. *Interdisciplinaria*, 31(1), 39-55.
- Aprendiendomatematicas. (s.f). *Tangram, el puzzle de figuras geométricas que o pasa de moda*. <https://aprendiendomatematicas.com/tangram-juego-geometrico/>
- Bishop, A. (1998). El papel de los juegos en educación matemática. *Uno*, 18, 9-19.
- Callejo, M<sup>a</sup>. L. (1994). *Un club matemático para la diversidad*. Narcea S.A. de ediciones.
- de Guzmán, M. (1984). Juegos matemáticos en la enseñanza. *Números*, 59, 5-38.
- de Guzmán, M. (1989). Jugos y matemáticas. *SUMA*, 4, 61-64.
- del Toro, V. (2012). El juego como herramienta educativa del Educador Social en actividades de Animación Sociocultural y de Ocio y Tiempo libre con niños con Discapacidad. *Revista RES*, 16, 1-13.
- Egan, K. (1988). *La comprensión de la realidad en la Educación Infantil y Primaria*. Morata.
- Faragher, R. y Clarke, B. (2014) *Educating learners with Down Syndrome*. Routledge.
- Fernández, J. y Rodríguez M<sup>a</sup>. I. (1989). *Juegos y pasatiempos para la enseñanza de la matemática elemental*. Síntesis.
- Ferrero, L. (1998). ¡Hagan juego! Juegos matemáticos para le educación primaria. *Uno*, 18, 39-46.
- Ferrero, L. (2004). *El juego y la Matemática*. La Muralla S.A.

- Garcés, L. (2015). *Katamino: un rompecabezas al estilo Tetris para uno u dos jugadores*. Consola y Tablero. <https://consolaytablero.com/2015/04/06/katamino-un-rompecabezas-al-estilo-tetris-para-uno-y-dos-jugadores/>
- Gil, E. (2020). *Matemáticas que suman*. Horsori Editorial S.L.
- Gil, E. y Marcuello, C. (2017). Dilemas en educación y discapacidad: ¿enseñar matemáticas a "idiotas"? *Panorama Social, Segundo Semestre* (26), 109-120.
- Gil E. y Millán, A. (2021). Geometry as “forceps of intelligence”: lines, figures, and the plane in Édouard Séguin’s educational thought. *Bolletino di Storia delle Scienze Matematiche*, 41(2), 315-339.
- Gil, E. (2022). *Talleres temáticos para la educación matemática de niños con discapacidad intelectual: guía multimedia*. Prensas Universitarias de Zaragoza. <https://doi.org/10.26754/uz.978-84-18321-33-7>.
- Gutiérrez, A., Jaime, A. y Fortuny, J. M<sup>a</sup>. (1991). An alternative paradigm to evaluate the acquisition of the Van Hiele levels. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(3), 237-251.
- Huizinga, J. (1972). *Homo ludens*. Alianza Editorial
- Kirkby, D. (1992). *Games in the teaching of mathematics*. Cambridge University Press
- Lorenzo, M<sup>a</sup>. E. (2018). *Juegos de estrategia en formato tecnológico y resolución de problemas en la ESO*. [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona] Archivo digital <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/665832/melf1de1.pdf?sequence=1>
- Martín, A. (2009). *El papel de los juegos en la educación matemática*. Jugandoqueesgerundio. <http://jugandoqueesgerundio.blogspot.com/2009/03/el-papel-de-los-juegos-en-la-educacion.html>
- Meneses, M. y Monge, M<sup>a</sup>. A. (2001). El juego en los niños: enfoque teórico. *Educación*, 25(2), 113-124.
- Millán Gasca, A. (2015). *Numeri e forme*. Zanichelli.

- Monari, E. (1998). Teenagers with Down syndrome study Algebra in high School. *Down Syndrome Research and Practice*, 5(1), 34-38.
- Peredo, R. A. (2016). Comprendiendo la discapacidad intelectual: datos, criterios y reflexiones. *Revista de Investigación Psicológica*, 15, 101-122.
- Poincaré, H. (1902). *La ciencia y la hipótesis*. Espasa-Calpe.
- Postic, M. y de Ketele, J.M. (1988). *Observer les situations éducatives* ( J, García, Trad.; 3.ª ed.). Narcea. (Original work published 1988).
- Ramírez, J. L. (2014). *Gamificación. Mecánicas de juegos en tu vida personas y profesional*. RC Libros.
- Real Academia Española: *Diccionario de la lengua española*, 23.ª ed., [versión 23.5 en línea]. <https://dle.rae.es>
- Séguin, E. (1866). *Idiocy: and its treatment by the physiological method*. Augustus M. Kelley.
- Spagnoletti, E. et al (2022). *Crece con las matemáticas: talleres experienciales de matemáticas para la formación de profesores de escuela infantil y primaria*. UPNA. <https://hdl.handle.net/2454/42412>
- Su, F. (2020). *Mathematics for Human flourishing*. Yale University Press.
- Thom, R. (1971). Modern Mathematics: an educational and philosophic error. *American Scientist*, 59, 695-699.
- Van Manen, M. (2003). *Investigación educativa y Experiencia vivida. Ciencia humana para una pedagogía de la acción y de la sensibilidad*. Idea Books.
- Vankús, P. (2005). History and present of didactical games as a method of mathematics' teaching. *Mathematics*, 5, 53-67.
- Wishart, J.G. (1996). Avoiding learning styles and cognitive development in young children. *New approaches to Down syndrome*, 173-205.

## ANEXOS

Anexo I. Figuras realizadas con Geogebra: Comprobamos cómo estas figuras compuestas tienen la misma área, pero diferente perímetro.



Anexo II. Tabla que indica el modo de juego en el “Juego 2: resuelve el problema”.

	!	!	?	?	⊘	A+B
						
						
						
						
						
						

 Construye un cuadrado de lado L

 Construye un rectángulo de área A

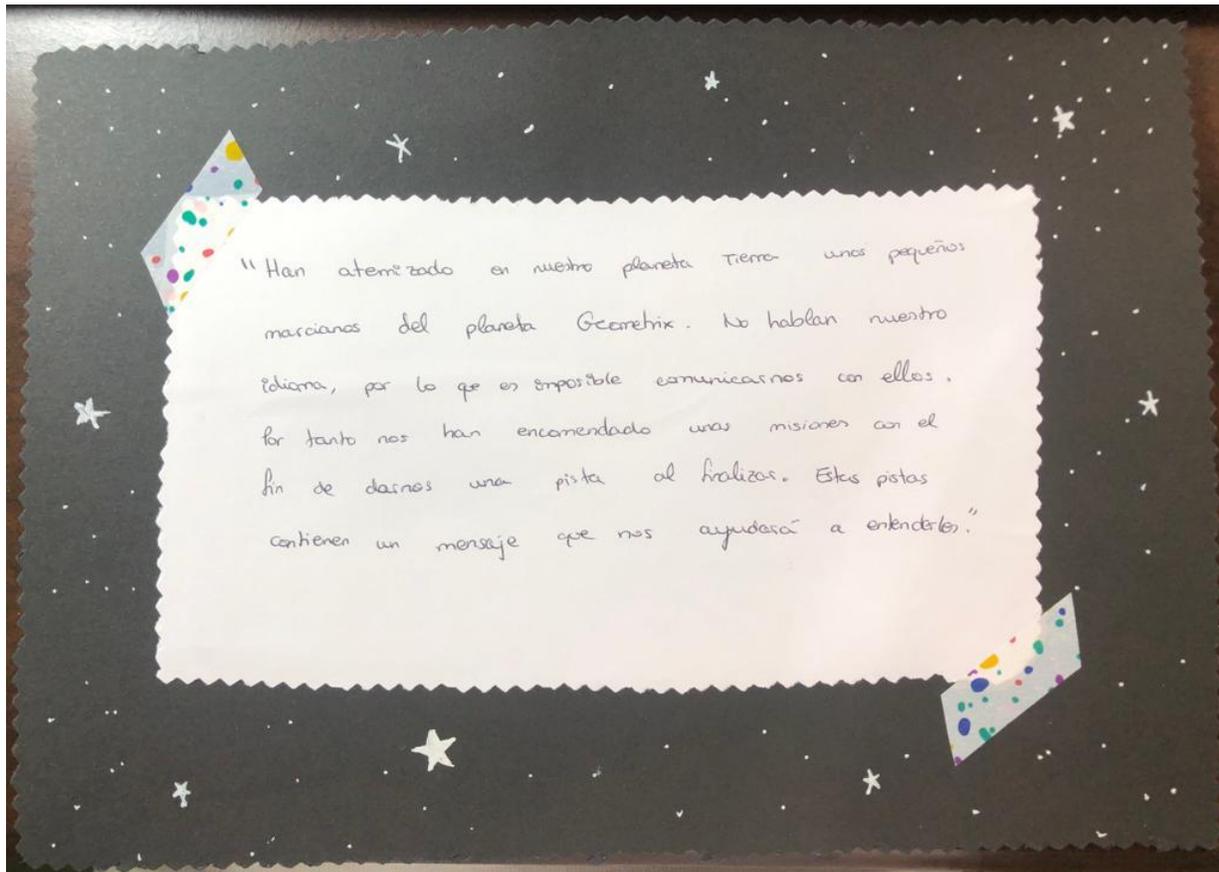
 Construye un rectángulo con perímetro P

 Construye una figura con área A y perímetro P (en este caso hay que cumplir con todos los requisitos).

 Construye una forma simétrica compuesta de N poliminós

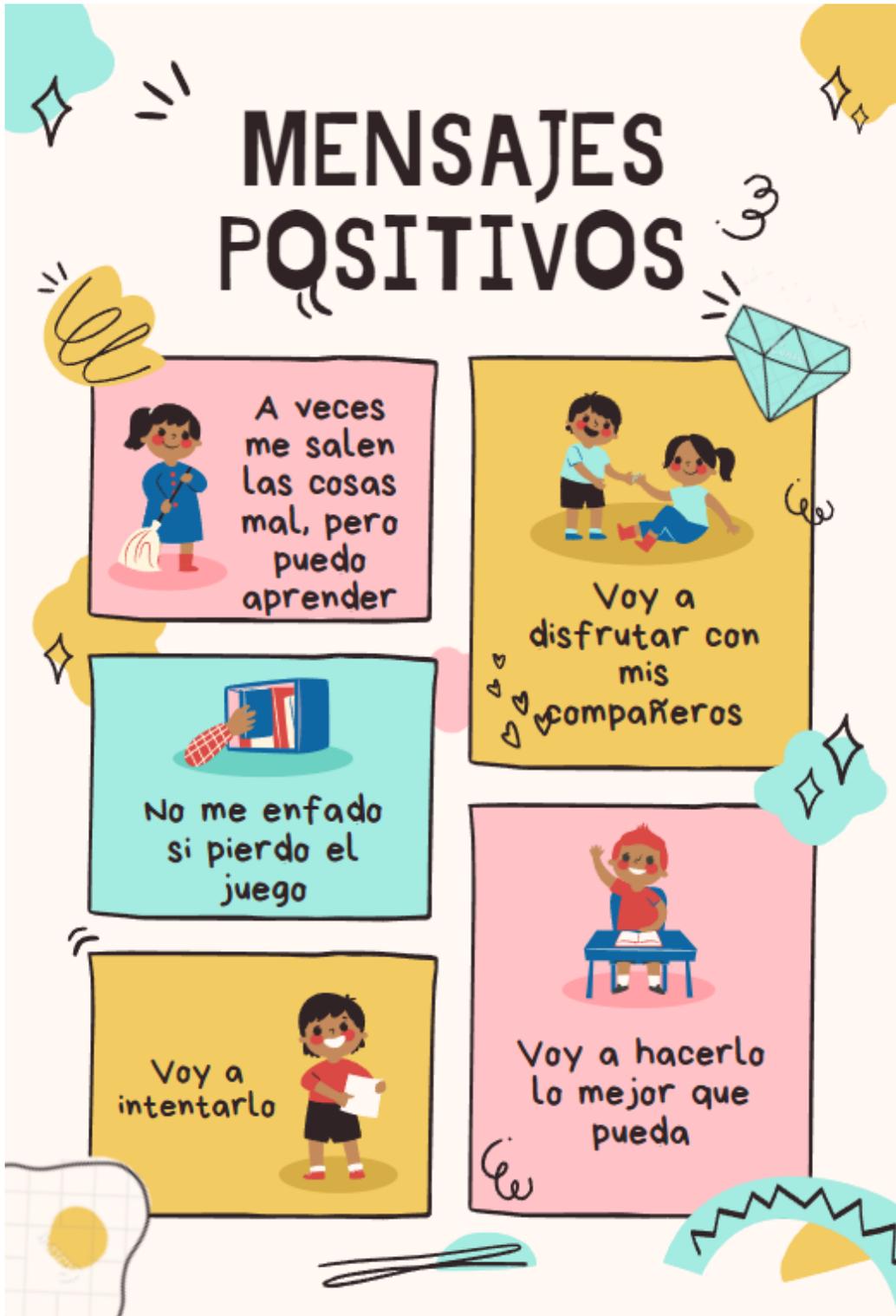
 Construye un cuadro de tamaño L (con 1, 2 o 4 agujeros simétricos)

### Anexo III. Mensaje marciano que se ha presentado a los estudiantes



"Han aterrizado en nuestro planeta Tierra unos pequeños marcianos del planeta Gecehix. No hablan nuestro idioma, por lo que es imposible comunicarnos con ellos. Por tanto nos han encomendado unas misiones con el fin de darnos una pista al finalizar. Estas pistas contienen un mensaje que nos ayudara a entenderlos."

Anexo IV. Cartel de mensajes positivos durante el juego



Anexo V. Mensaje encriptado 1ª misión.

Name: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

## Secret Message



♦	☀	☀	☀	♪	☐	❄	*	❄	♪	♥	☀	☀
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
♣	☆	❄	☀	❄	*	♦	♪	♠	♪	★	☀	♪
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

Creado con la página: <http://www.theteachersroom.net/secretmessage/secretmessage.html>

## Anexo VI. Guía de descripción de la “Sesión 1”.

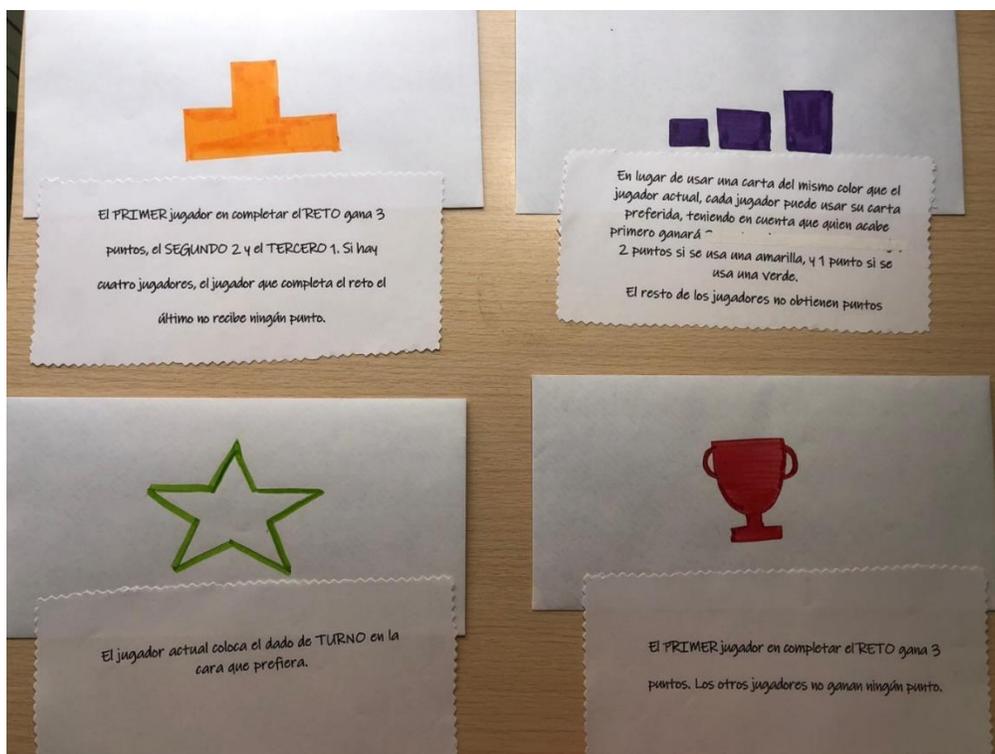
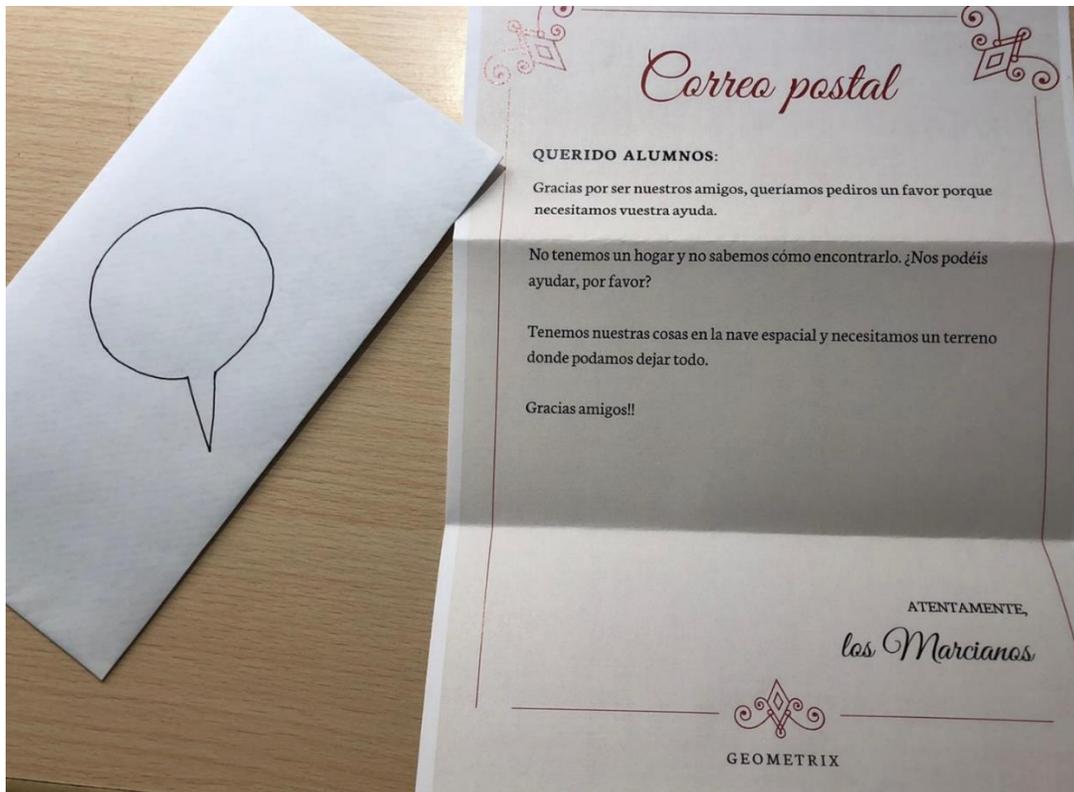
Para evaluar esta sesión, se llevará a cabo una observación directa y un registro anecdótico a través de una guía de descripción. En esta guía se describirá lo siguiente:

1. Presentamos la historia
  - a. ¿Los estudiantes se sienten atraídos por la actividad y la historia? Explica cómo ha sido su actitud ante ello.
2. Acordamos las normas
  - a. ¿Los estudiantes participan de manera activa estableciendo las normas?
  - b. ¿Son conscientes de aquello que es correcto o no durante el juego?
3. Conocemos las piezas
  - a. Fase de exploración: describe cómo ha transcurrido y cuál ha sido la actitud de los estudiantes, si se han mostrados activos o no.
    - i. ¿Identifican la pieza más pequeña?
    - ii. ¿Tienen dificultades para contar los cuadrados interiores?
    - iii. ¿Clasifican las figuras según el número de cuadrados que lo forman?
4. Jugamos
  - a. Fase de desarrollo: describe cómo ha transcurrido y cuál ha sido la actitud de los estudiantes ante el juego.
    - i. ¿Son capaces de elegir las fichas que indica la exclamación roja/azul y discriminar el resto?
    - ii. ¿Han realizado rotaciones, simetrías y traslaciones?
    - iii. ¿Por lo general, les lleva mucho tiempo cubrir la tarjeta?
    - iv. ¿Trabajan adecuadamente en equipos?

Además de estas cuestiones, indica todo aquello que te ha llamado la atención del desarrollo de la actividad.

Anexo VII. Material necesario y adaptado para la segunda sesión





## **Anexo VIII. Guía de descripción de la “Sesión 2”**

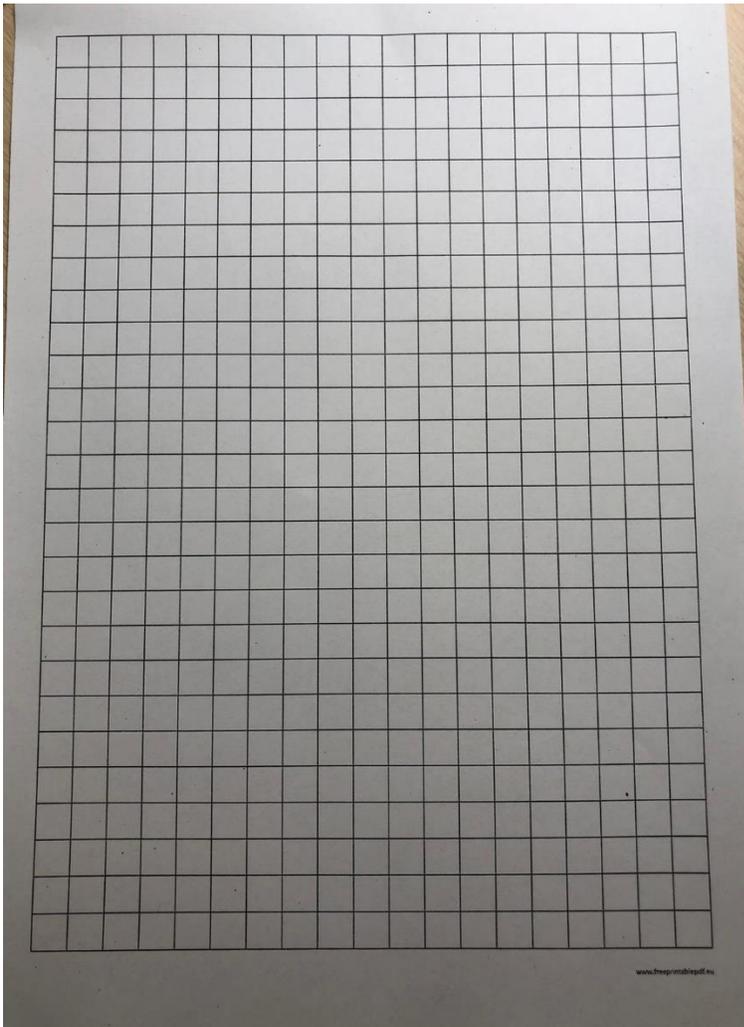
Para evaluar esta sesión, se llevará a cabo una observación directa y un registro anecdótico a través de una guía de descripción. En esta guía se describirá lo siguiente:

1. Partida “Polyminix”
  - a. ¿Los estudiantes entienden bien la tarea?
  - b. Describe cómo han jugado los participantes y todo aquello que te parezca de interés. ¿Qué dificultades han surgido? ¿Requieren de la ayuda del adulto?
  - c. ¿Realizan comentarios que sean interesantes? (Sobre algún concepto, etc.)
  - d. ¿Les resulta fácil la actividad? ¿Les parece interesante?

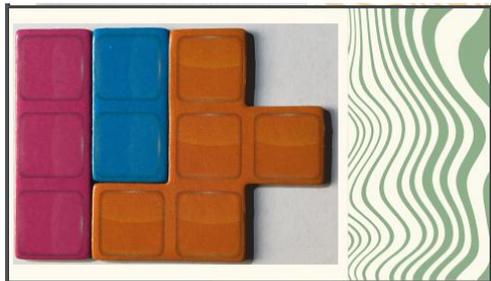
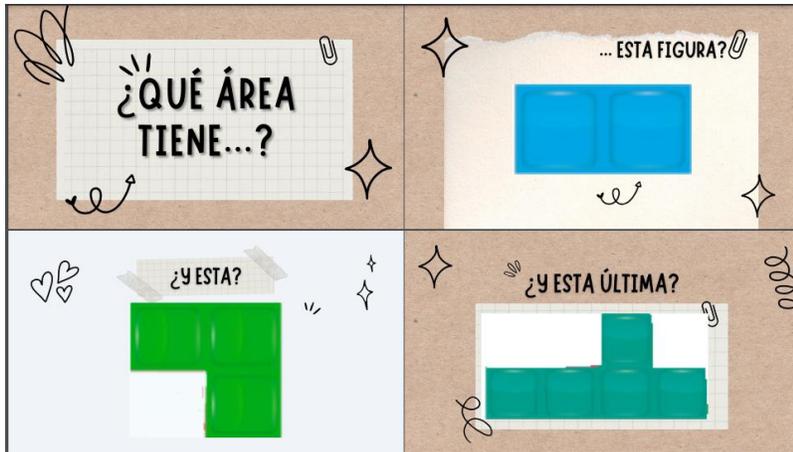
**Anexo IX. Materiales necesarios para la tercera sesión**



*Kit de poliminós individuales*



*Hoja cuadriculada*



*Power-Points*

<https://www.voki.com/site/pickup?scid=18963476&chsm=a9637b2c8722e56f567b479f133c1a7>

8

<https://www.voki.com/site/pickup?scid=18963507&chsm=59958c82ec2d56048a8a0f90bd71541>

a *Videos de los marcianos*

## Anexo X. Guía de descripción de la “Sesión 3”

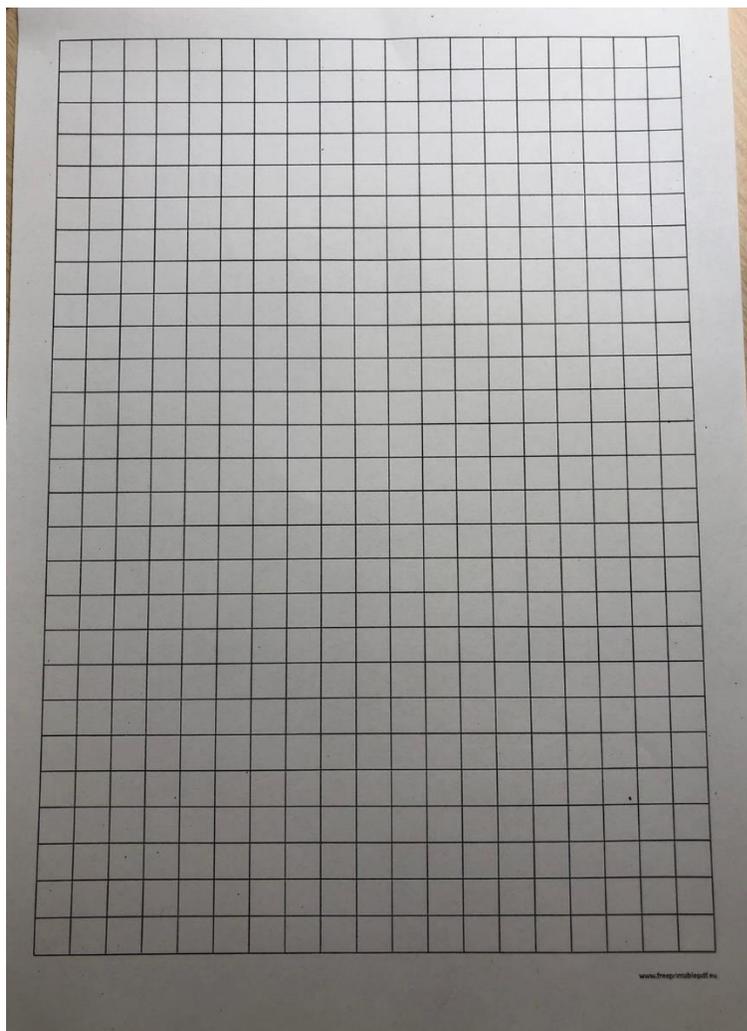
Para evaluar esta sesión, se llevará a cabo una observación directa y un registro anecdótico a través de una guía de descripción. En esta guía se describirá lo siguiente:

1. Área de las figuras. Describe todo aquello que te parezca de interés
  - a. ¿Los estudiantes activan conocimientos previos respondiendo correctamente a las cuestiones planteadas?
  - b. ¿Los estudiantes presentan alguna dificultad a la hora de identificar el área de todas las figuras?
  - c. ¿Son capaces de identificar la figura del power-point, dibujarla y calcular su área?
  
2. Suma de áreas. Describe todo aquello que te parezca de interés.
  - a. ¿Los estudiantes consiguen calcular el área de la figura que ha creado su compañero?
  - b. ¿Lo realiza contando la unidad-cuadrado o suma el área de las 2/3 figuras?
  - c. ¿Comprenden que el área total es la suma del área de cada figura?
  
3. Tercera parte. Describe todo aquello que te parezca de interés.
  - a. ¿Las figuras que crean libremente sin un número concreto de poliminós forman una figura geométrica concreta, por ejemplo, un cuadrado, rectángulo, etc.?
  - b. ¿Los estudiantes son capaces de encontrar todas las posibles figuras que tengan área 6?

## Anexo XI. Materiales necesarios para la cuarta sesión



*Kit de poliminós individuales*



*Hoja cuadriculada*



Figuras para rodear

CALCULAMOS PERÍMETROS

¿CUÁL ES EL PERÍMETRO DE ESTA FIGURA?

¿Y DE ESTAS DOS?

¿Y DE ESTAS?

Power-Point



*Diferentes posibilidades para la resolución de la actividad.*

## Anexo XII. Guía de descripción de la “Sesión 4”.

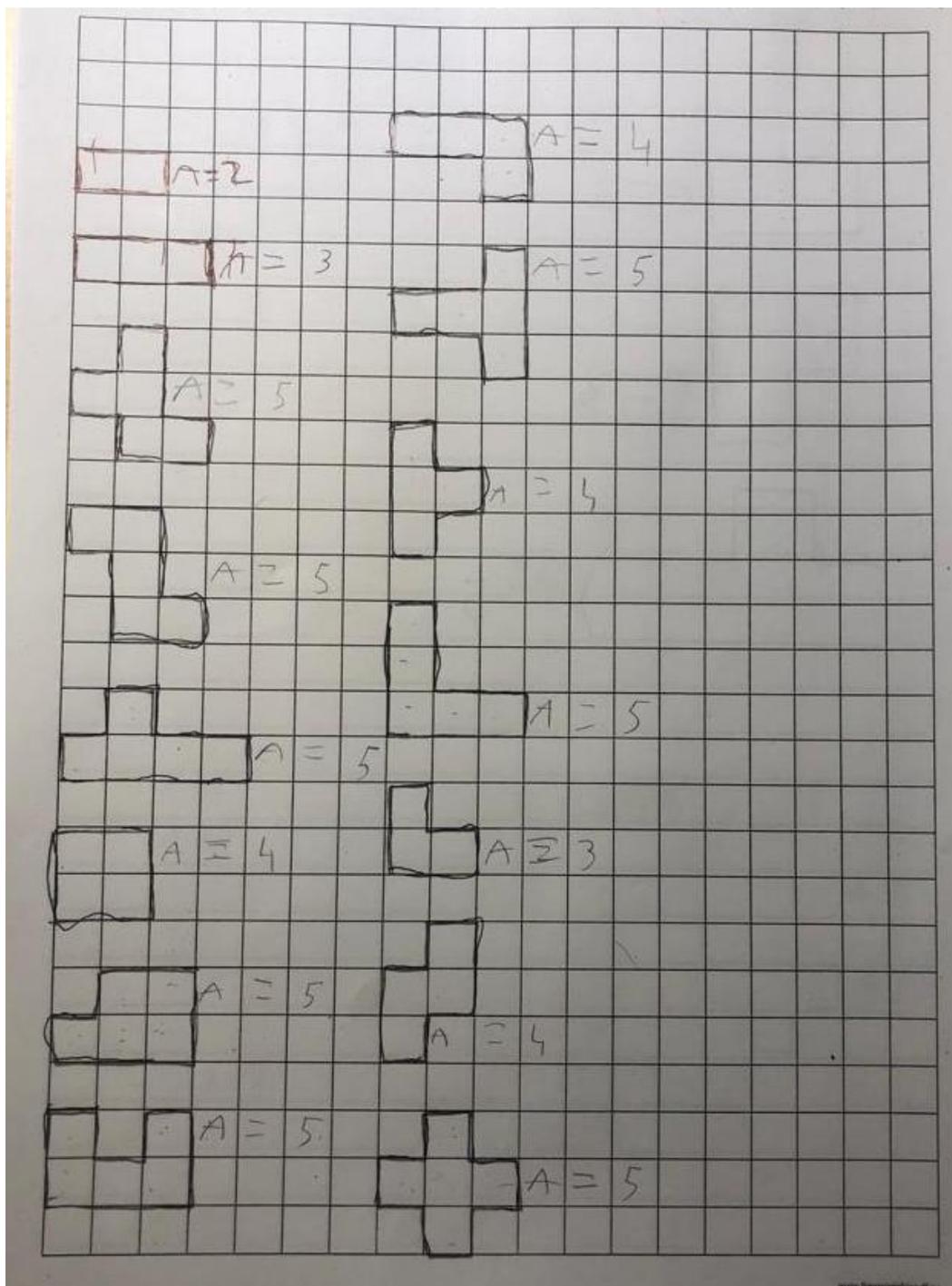
Para evaluar esta sesión, se llevará a cabo una observación directa y un registro anecdótico a través de una guía de descripción. En esta guía se describirá lo siguiente:

1. Perímetro de las figuras. Describe todo aquello que te parezca de interés.
  - a. ¿Los estudiantes presentan dificultades a la hora de rodear los objetos? ¿Y los poliminós?
  - b. ¿Son capaces de calcular el perímetro de cada figura del kit?
  
2. Cálculo de perímetros de figuras compuestas. Describe todo aquello que te parezca de interés.
  - a. ¿Los estudiantes consiguen calcular el perímetro de la figura que ha creado su compañero?
  - b. ¿Comprenden que, si se mueve una pieza de la figura compuesta a otro lugar, su perímetro puede variar?
  
3. Creación de cuadrados y rectángulo. Describe todo aquello que te parezca de interés.
  - a. ¿Utiliza los diferentes movimientos para construir la figura que se pide?
  - b. ¿Requiere de ayuda para construir las figuras?
  - c. ¿Se da cuenta de que para obtener un cuadrado de área 9, necesita escoger un tetraminó y un pentaminó porque  $4+5=9$ ?
  - d. ¿Calcula correctamente el área?

### Anexo XIII. Producciones de los jóvenes del centro Jean Piaget (sesión 3)

#### 1) Cálculo de áreas

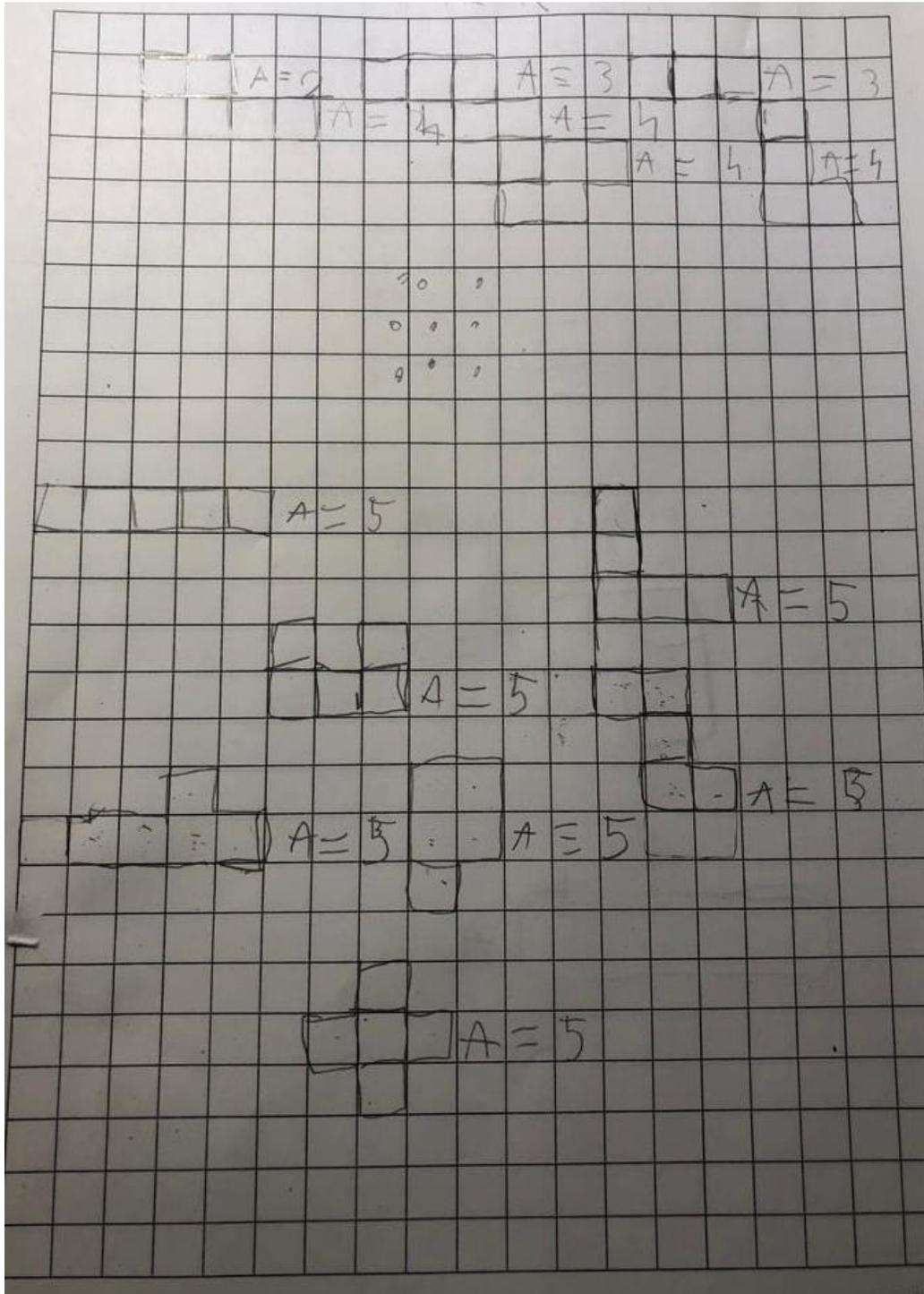
Alumno B:



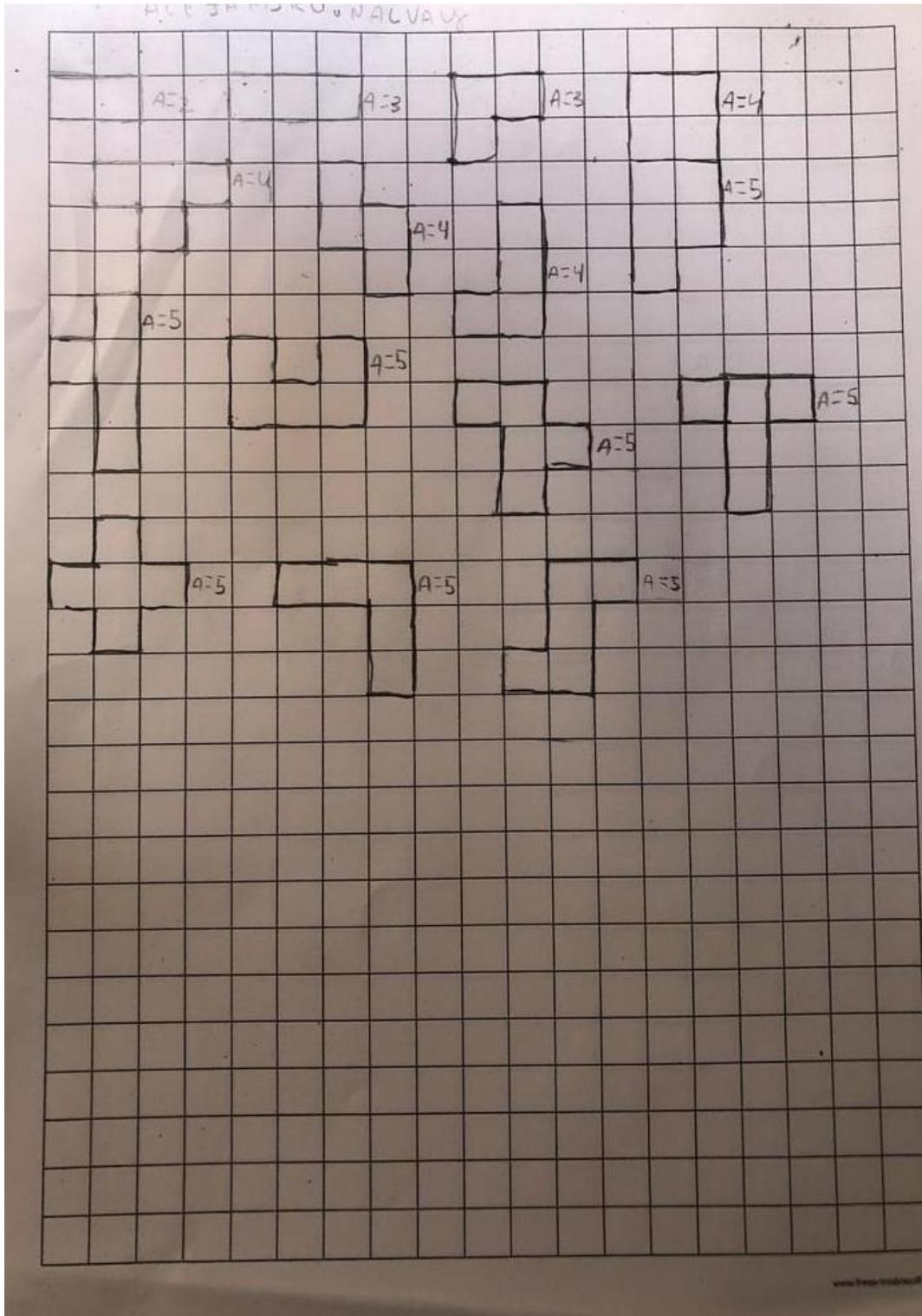




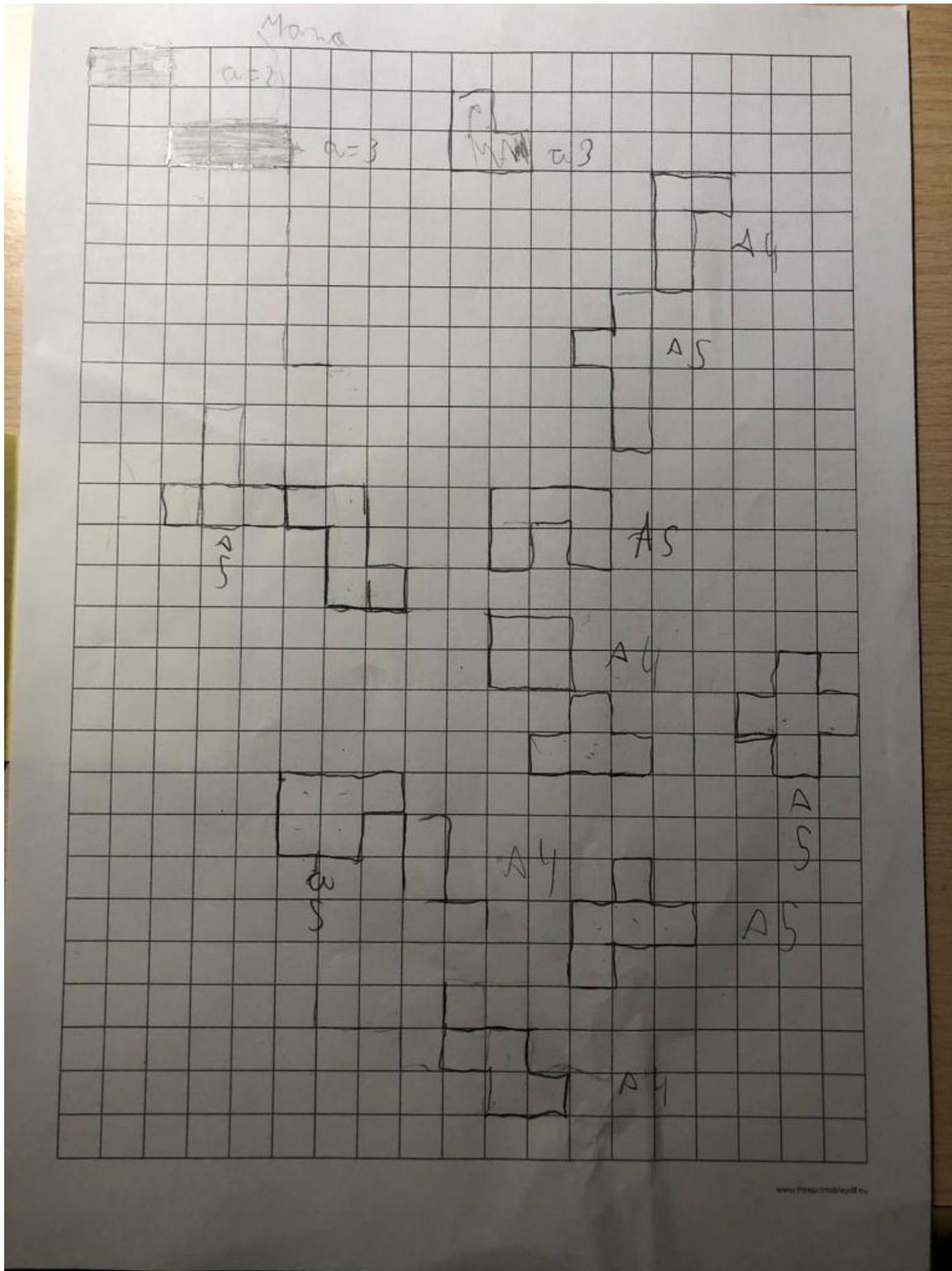
Alumno E:



Alumno A



Alumno G:



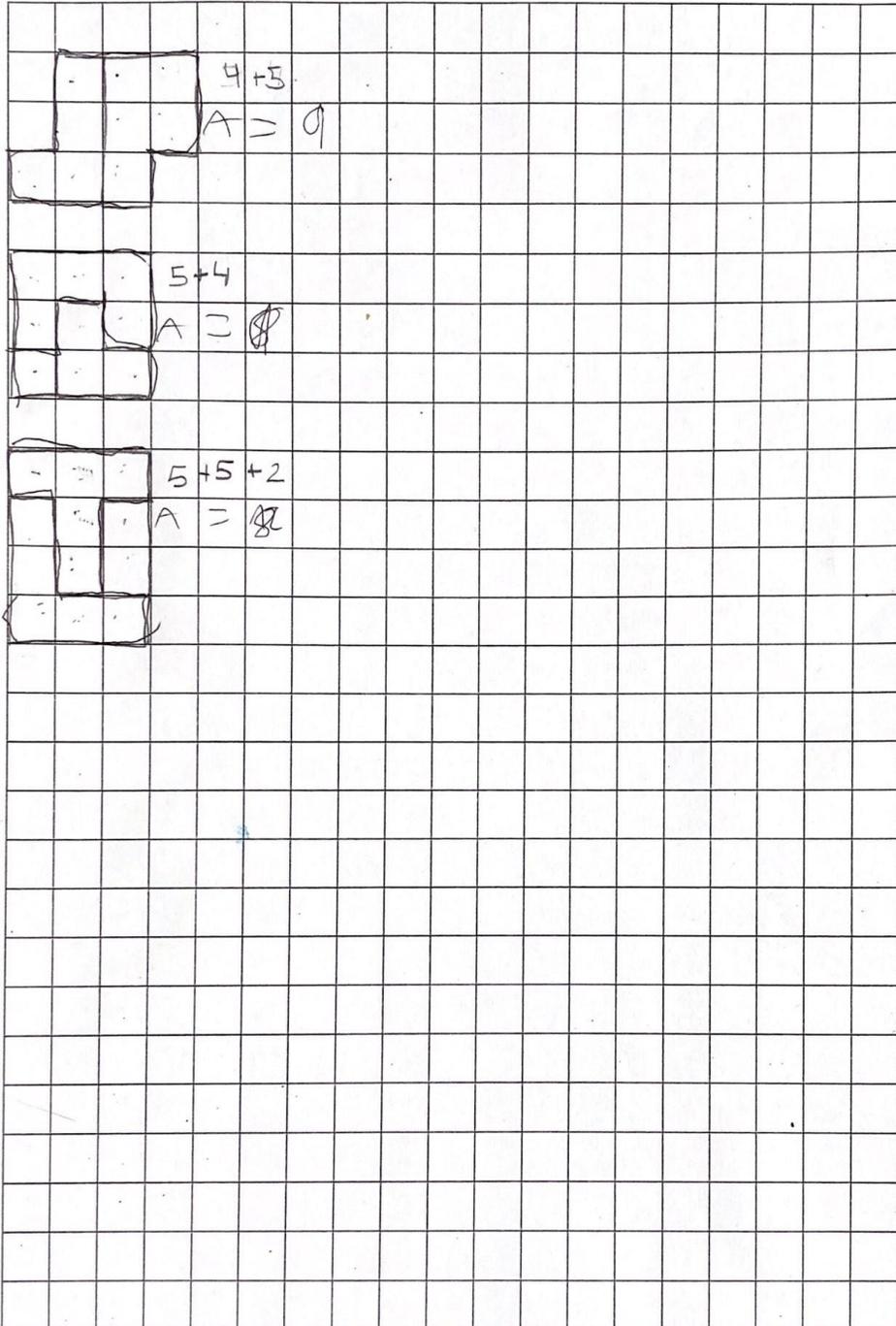
2) Suma de áreas

Alumno B:

CULEGA

con ayuda...

Quer Suma Areas



Alumno C:

www.treaprinting.com

$A=5$  #  $A=5+4=9$   
↓  
Eq |  $A=9$   
 $A=5+4=9$   
 $A=5+5+2=12$

Alumno E:

www.frepnablog.com

The student has drawn three rectangles on a grid. The first rectangle is 3 units wide and 3 units high, with the equation  $A = 9$  written to its right. Below it, the equation  $4 + 5 + 4 = 9$  is written. The second rectangle is 3 units wide and 3 units high, with a '4' written above it and a '5' written below it, and the equation  $A = 9$  written to its right. The third rectangle is 5 units wide and 3 units high, with the equation  $A = 13$  written to its right.

$A = 9$

$4 + 5 + 4 = 9$

4

5

$A = 9$

$A = 13$

↳ la ha coloreado en vez de dibujarla.

Alumno D:

con ayuda.

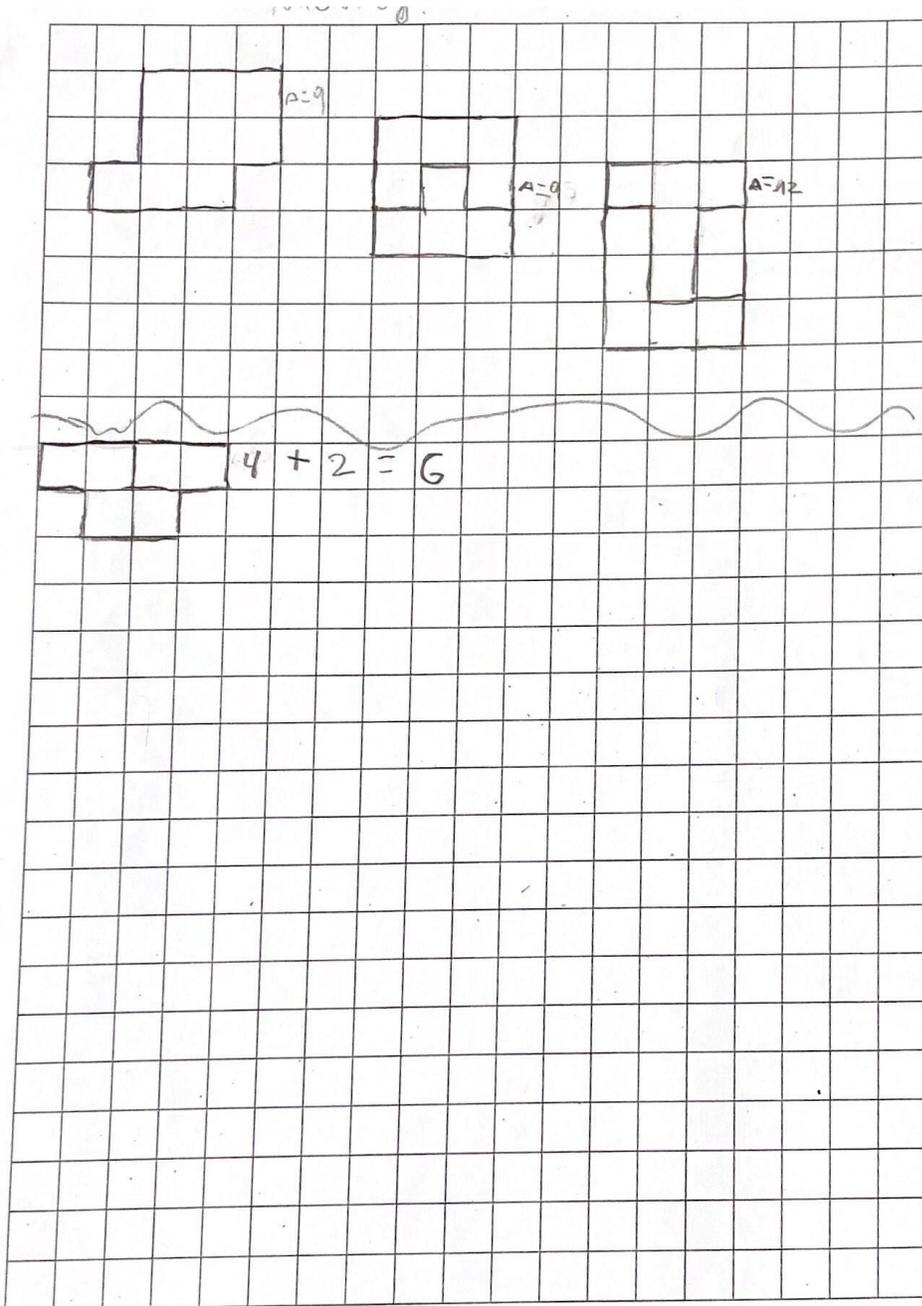
S.A

$A = 9 + 4 = 9$

$A = 9 + \frac{1}{4}$

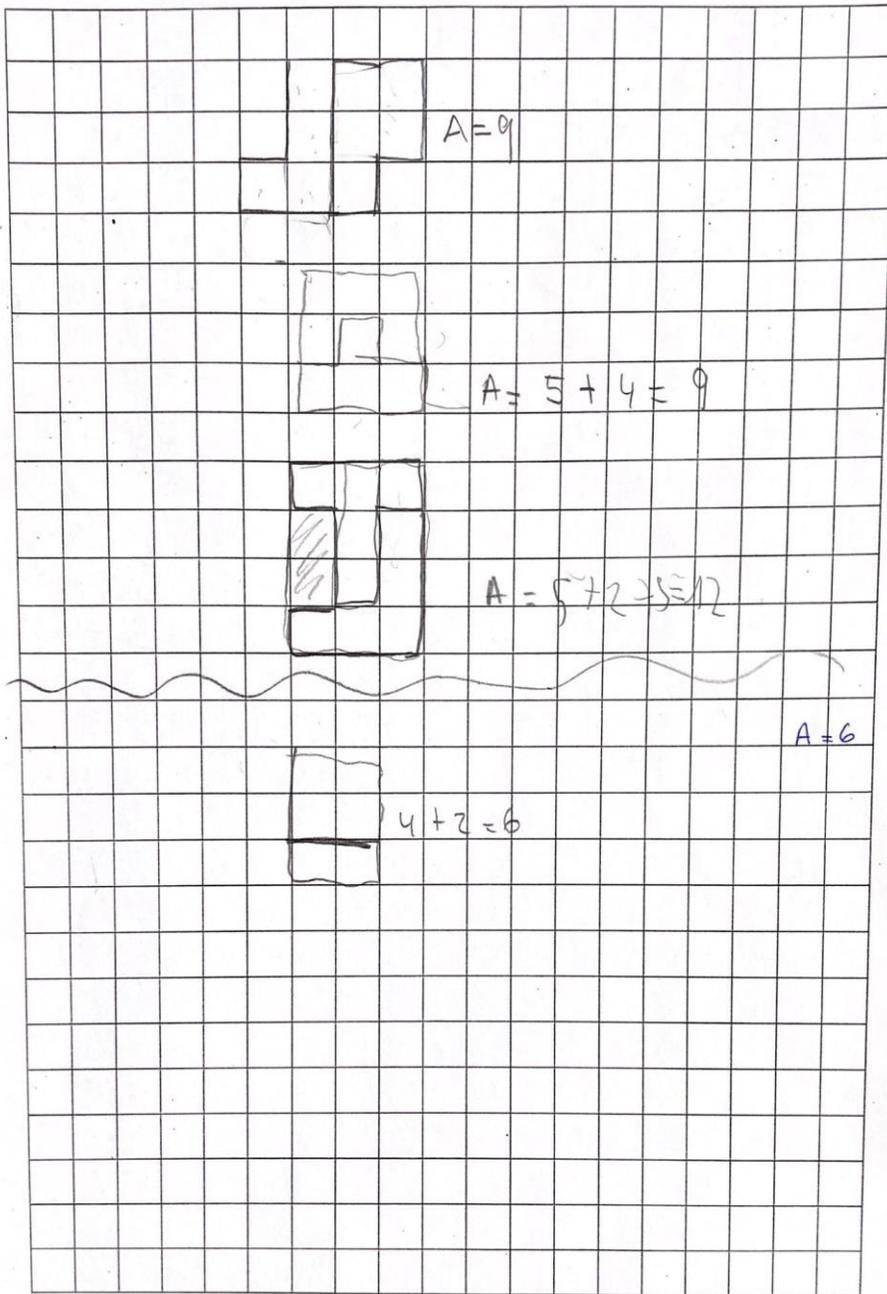
$A = \frac{1}{2}$

Alumno A:



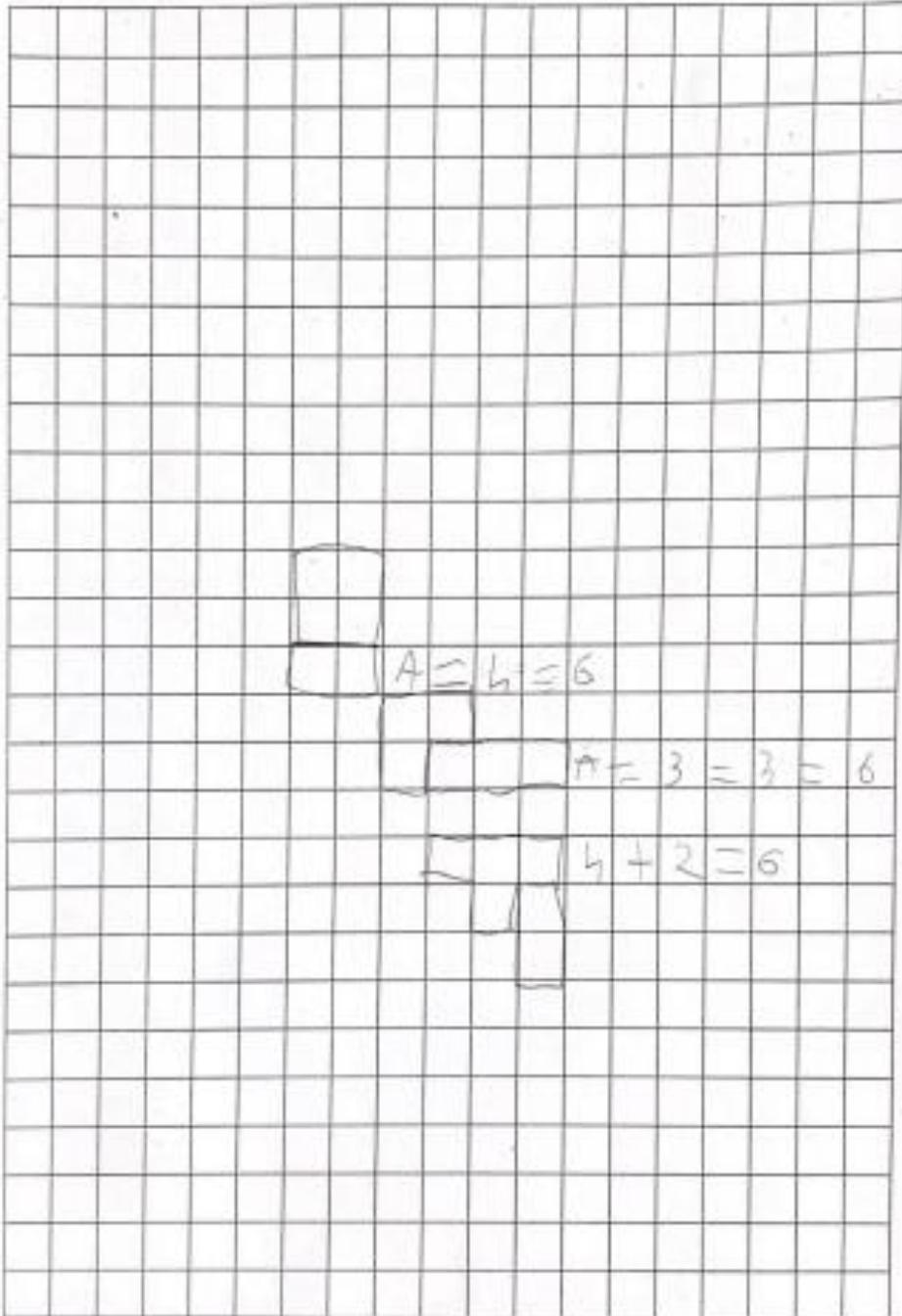
Alumno G:

www.frescobaldi.it



3) Encontrar composiciones de área 6

Alumno E:



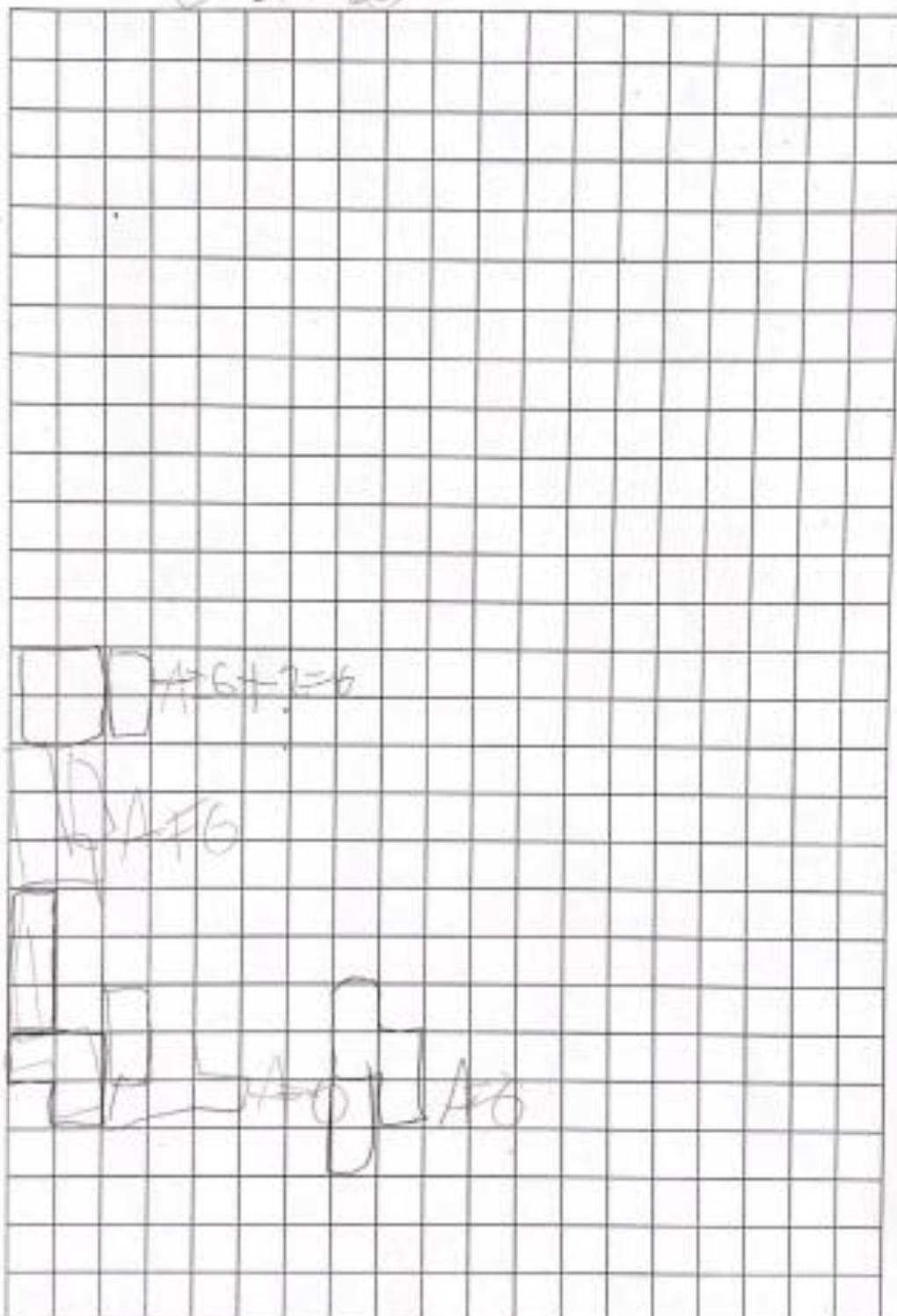
Alumno B:

COLEGA      Con ayuda      LANA

The image shows a grid with five hand-drawn examples of the number 6. Each example is labeled 'A=6'.

- Example 1: A vertical 6 with a horizontal bar at the top, positioned in the first column and second row.
- Example 2: A vertical 6 with a horizontal bar at the top, positioned in the second column and third row.
- Example 3: A vertical 6 with a horizontal bar at the top, positioned in the third column and fourth row.
- Example 4: A vertical 6 with a horizontal bar at the top, positioned in the fourth column and fifth row.
- Example 5: A vertical 6 with a horizontal bar at the top, positioned in the fifth column and sixth row.

Alumno C:



Alumno D:

7  $2+3$  con ayuda.  $A=6$

$2+4=A$

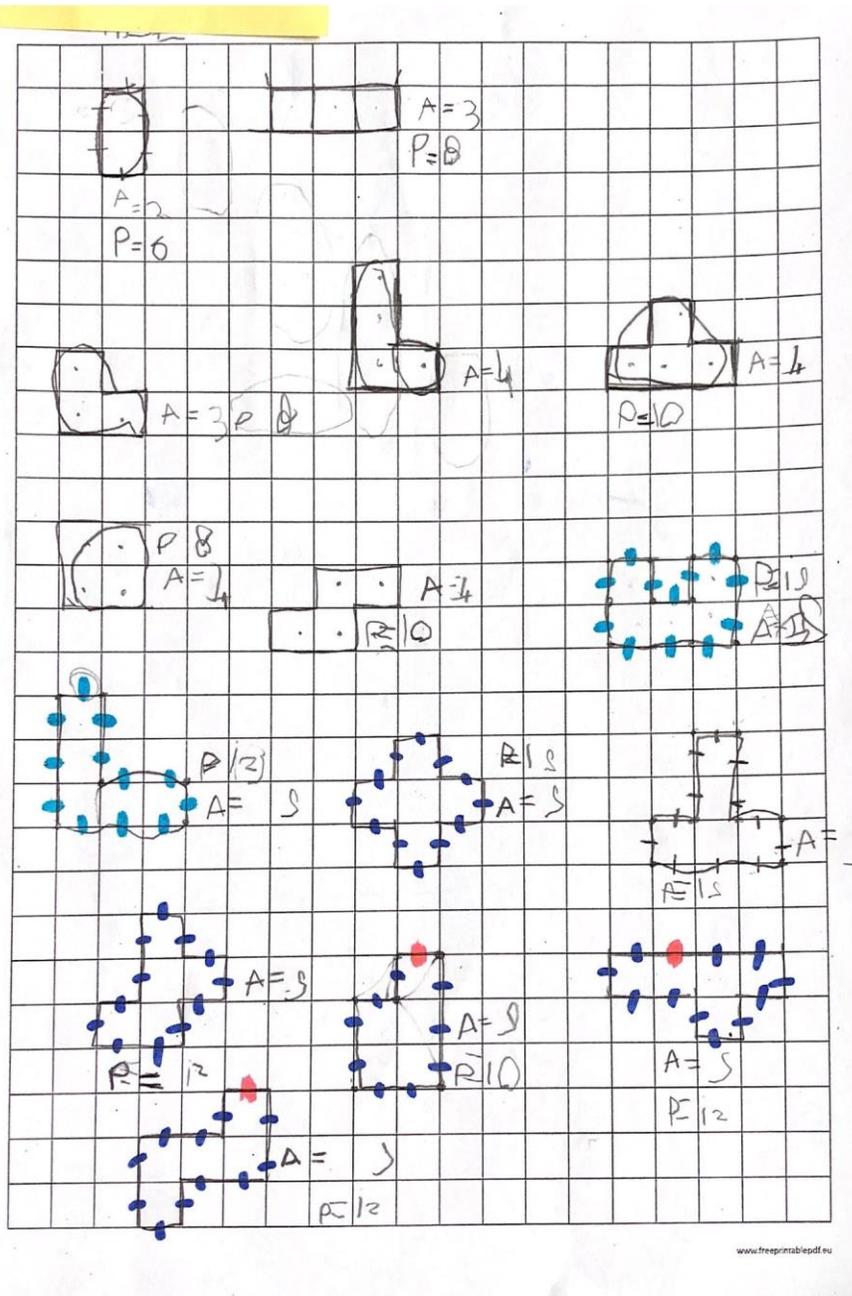
$A=4$

$A=4$

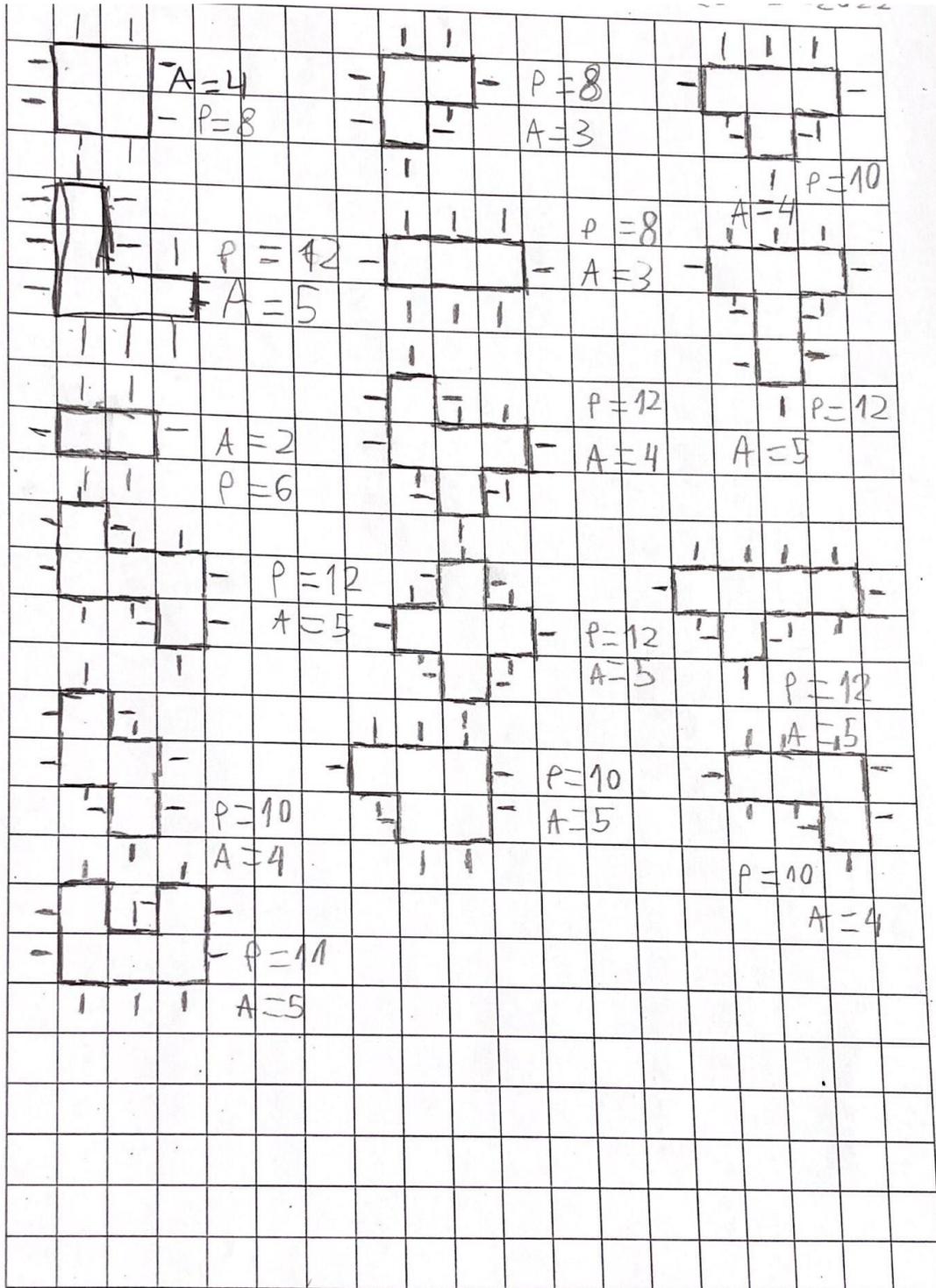
### Anexo XIV. Producciones de los jóvenes del centro Jean Piaget (Sesión 4)

Cálculo del perímetro utilizando la hoja completada en la sesión anterior.

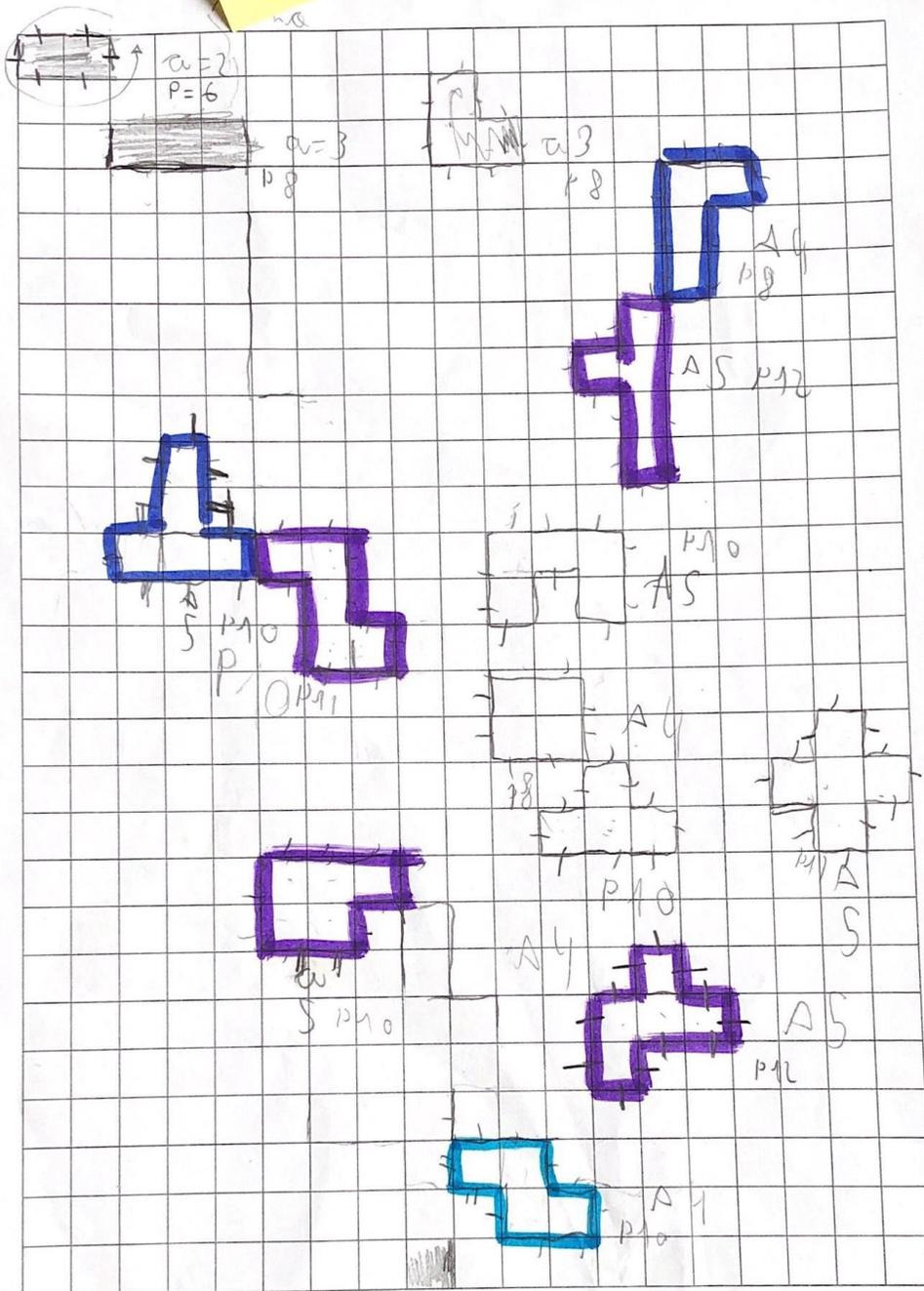
Alumno D:



Alumno F:

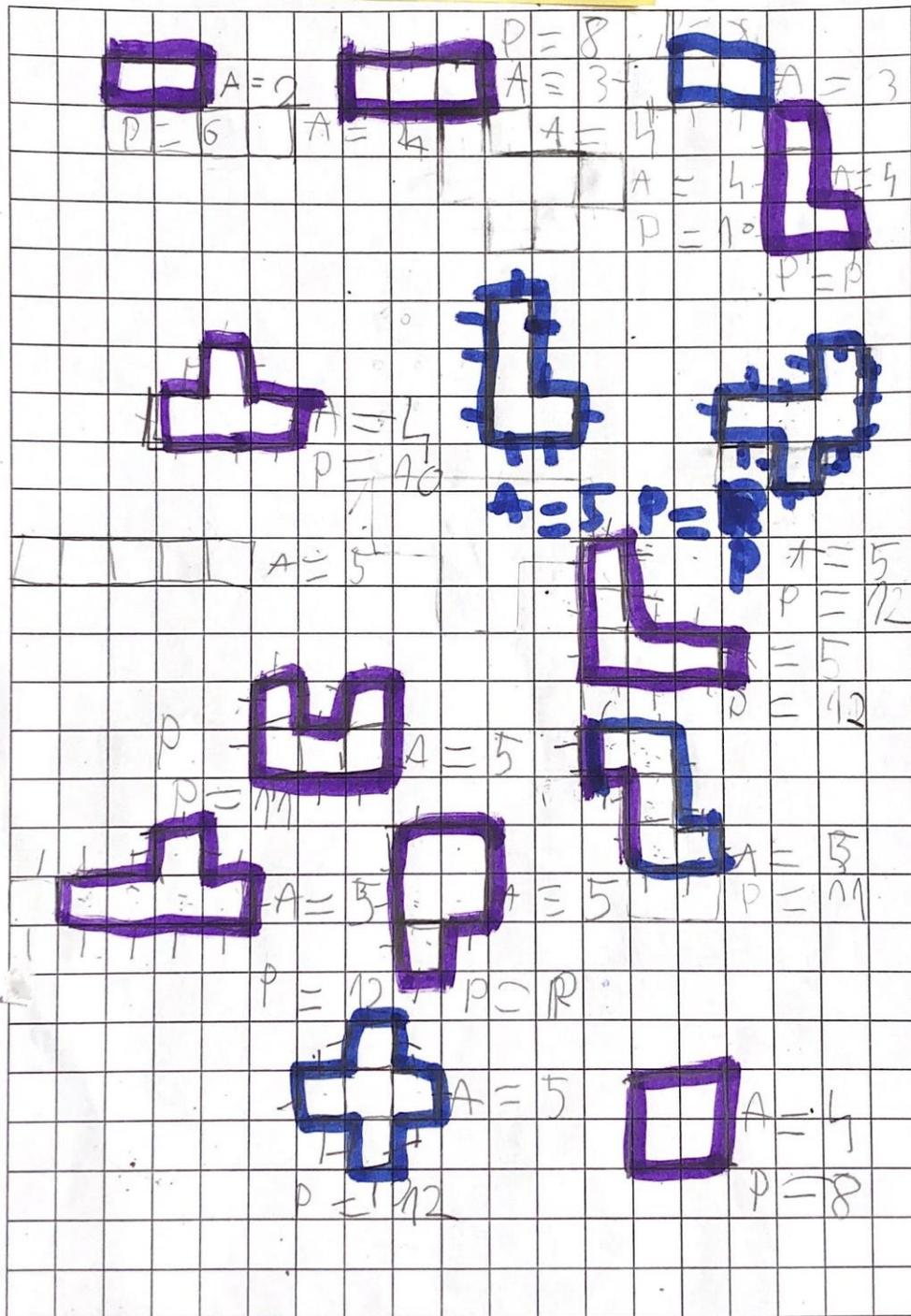


Alumno G:

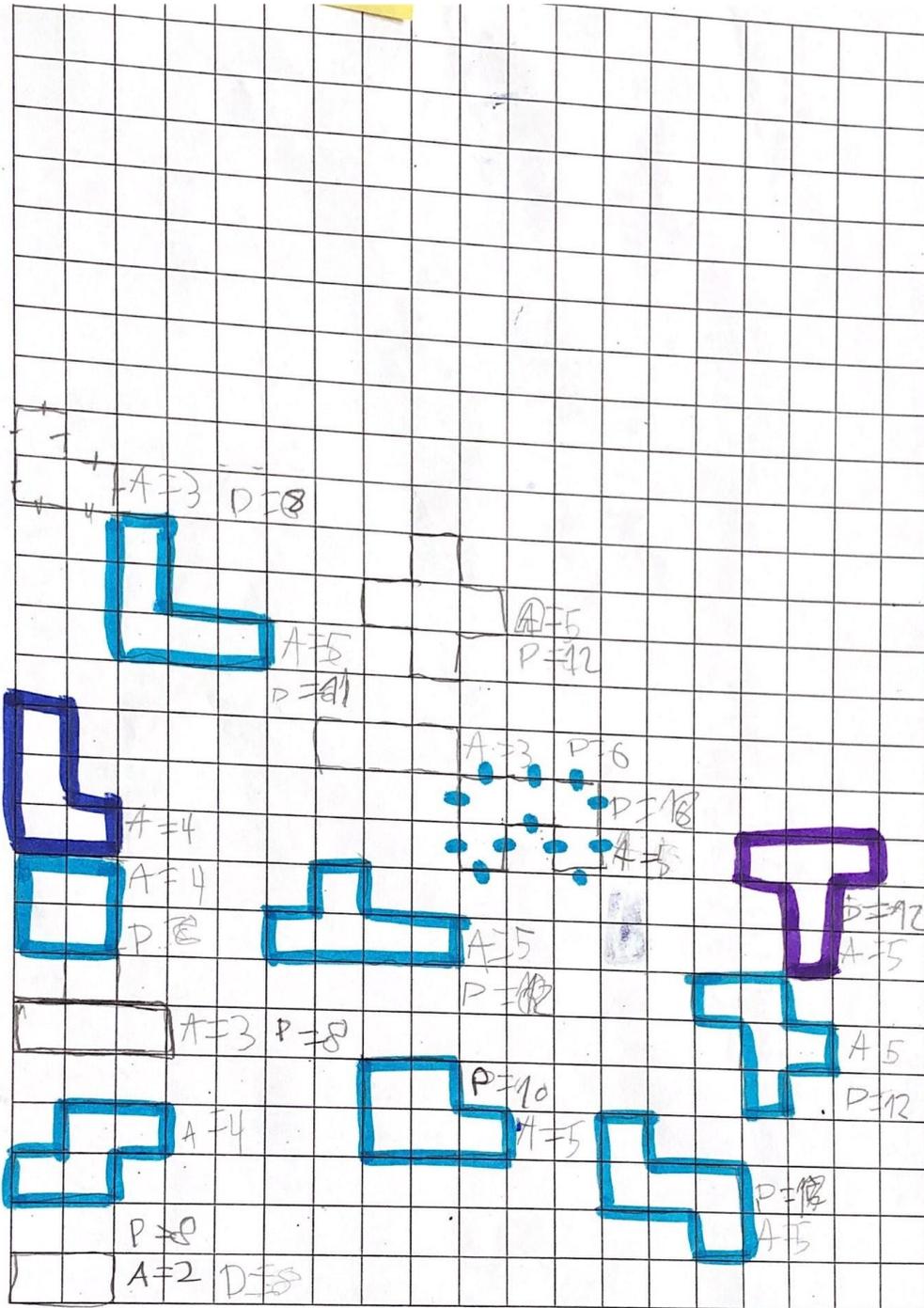


www.freeprintablepdf.eu

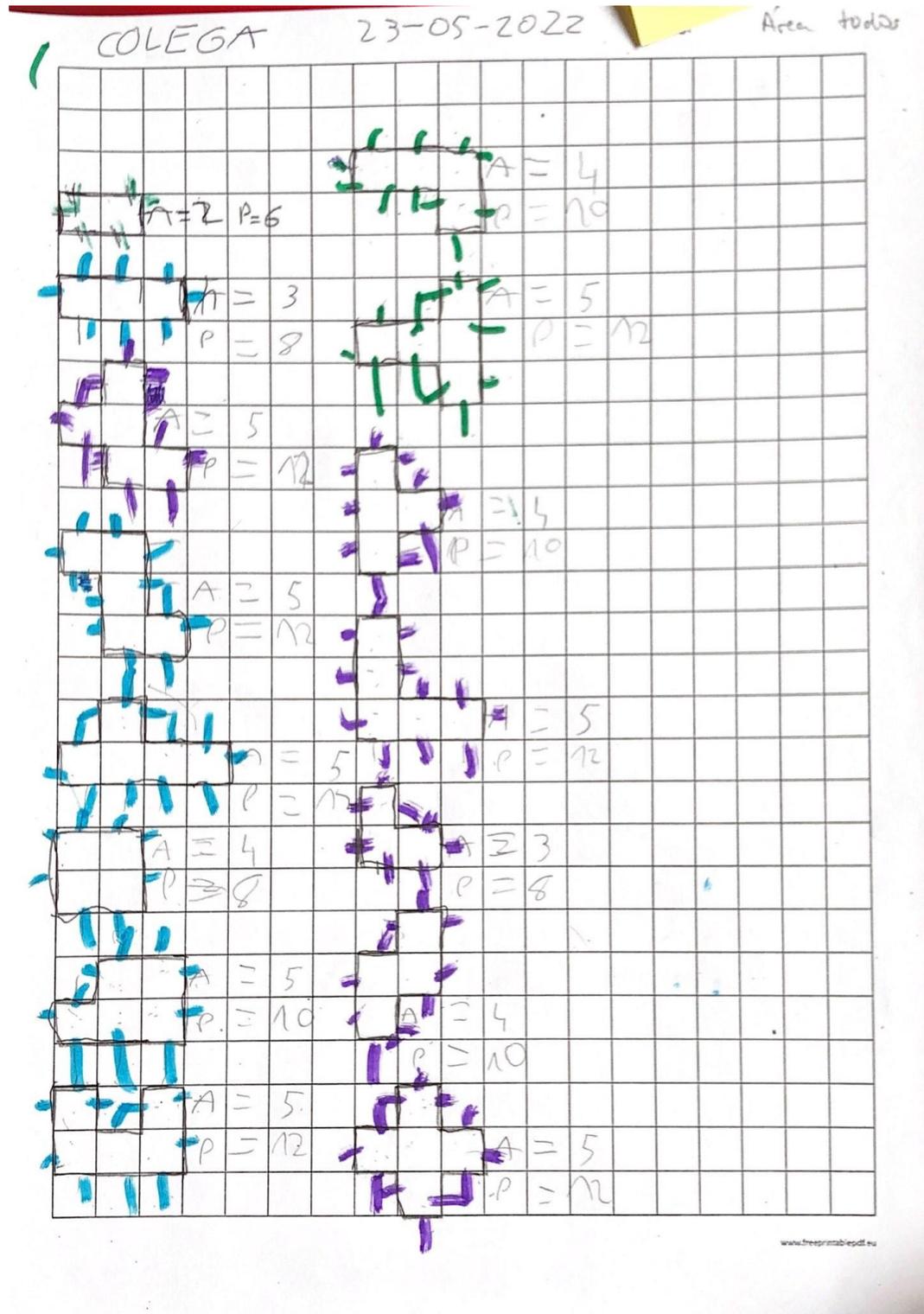
Alumno E:



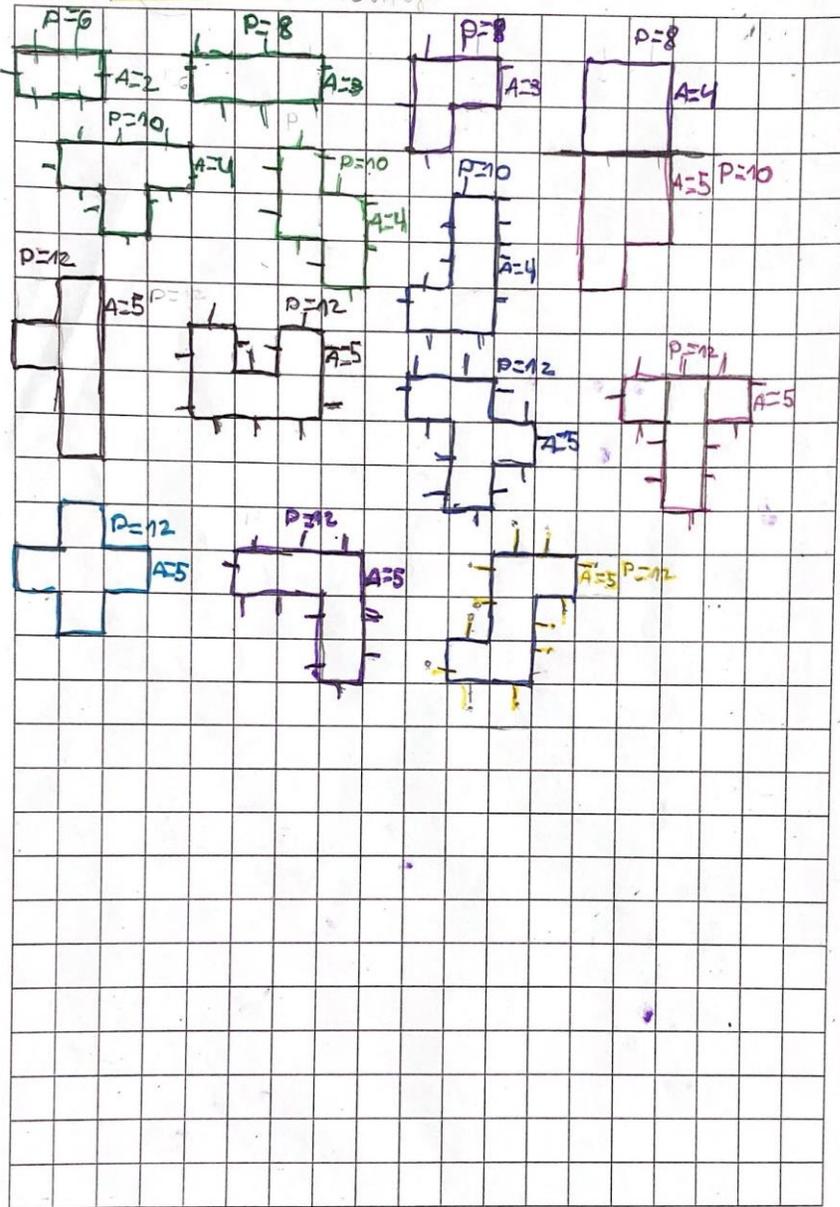
Alumno C:



Alumno B:



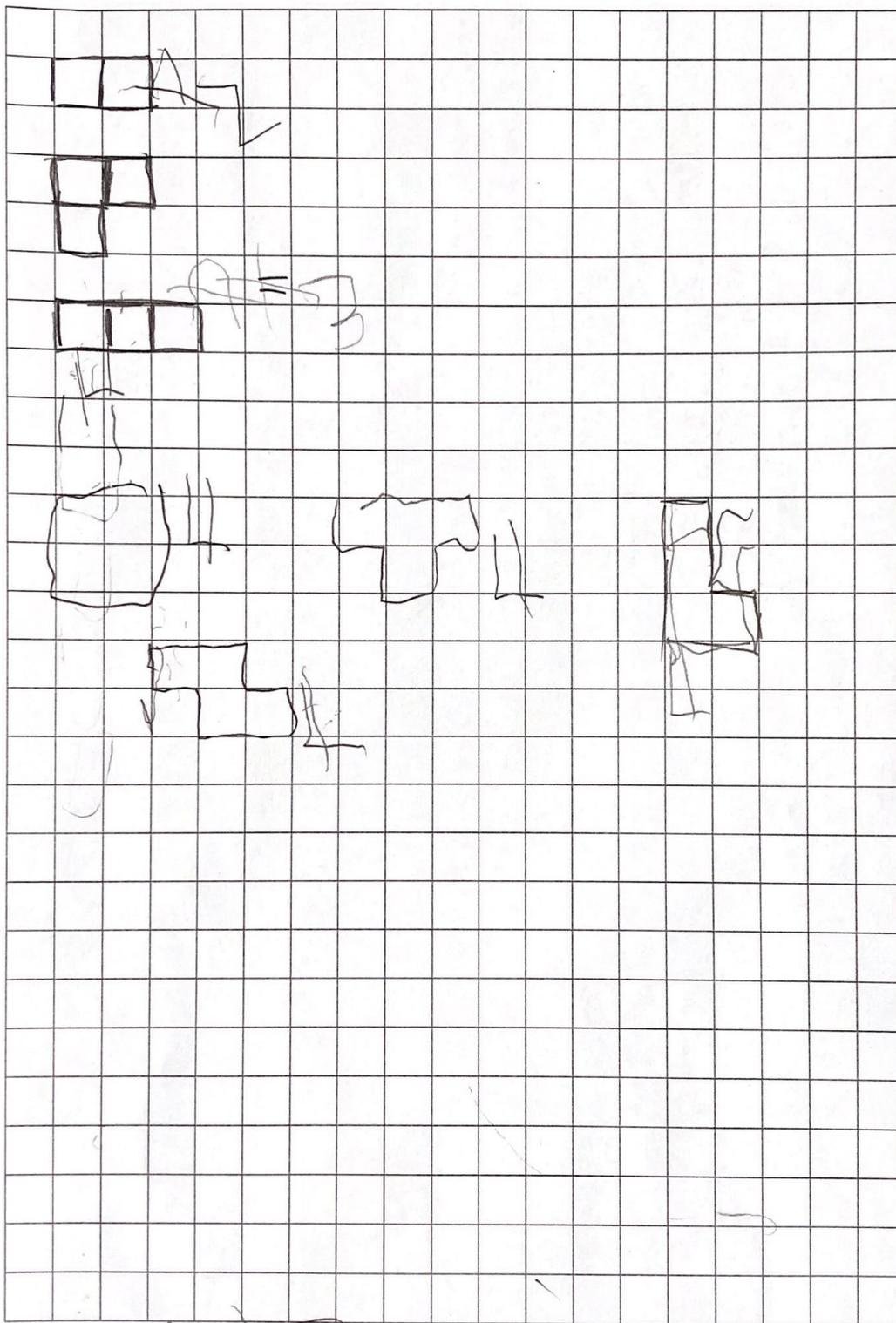
Alumno A:



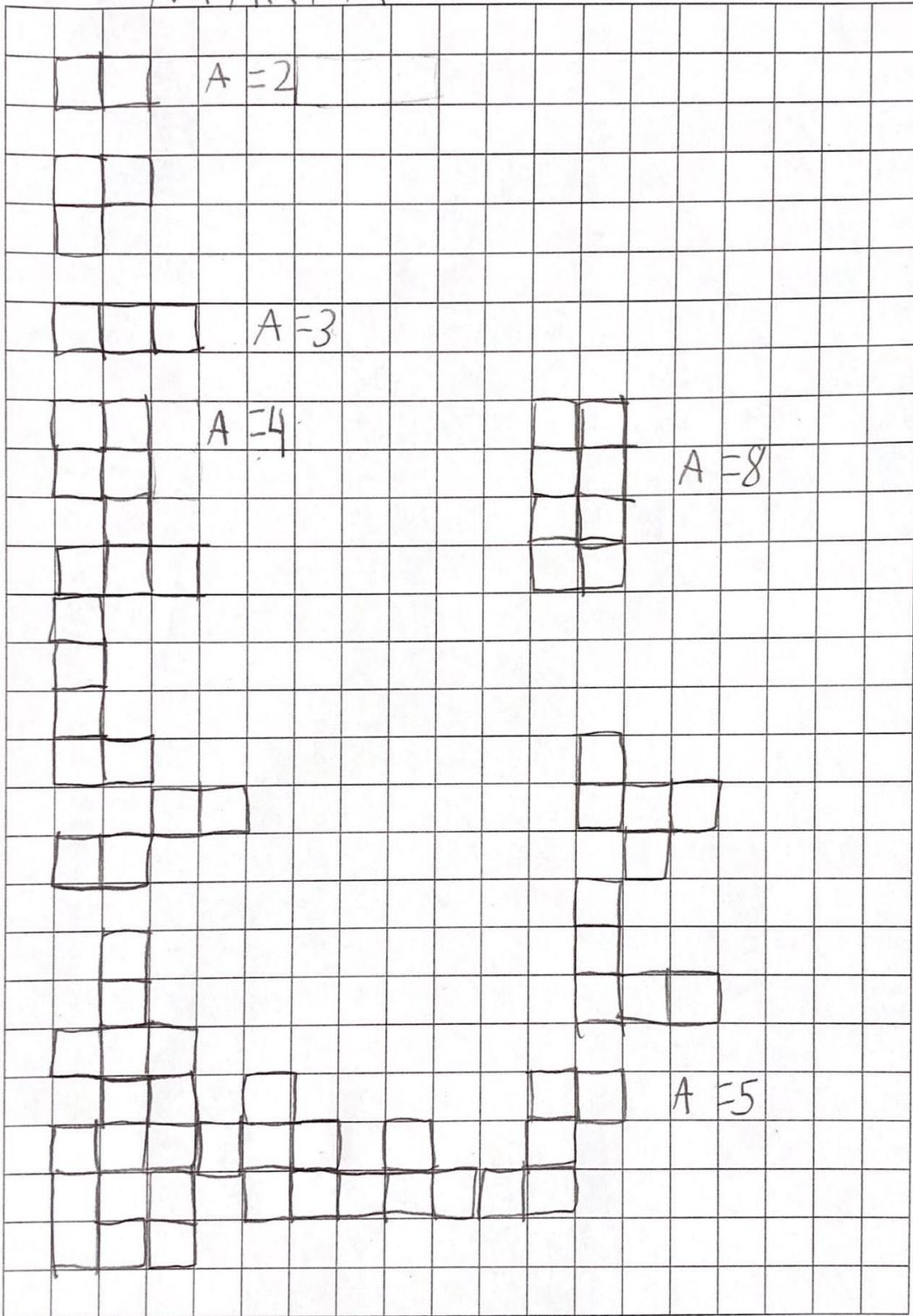
www.freeprintablepdf.es

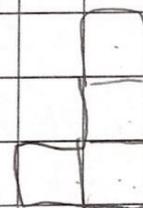
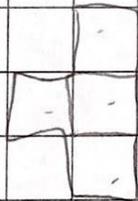
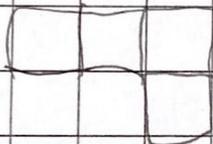
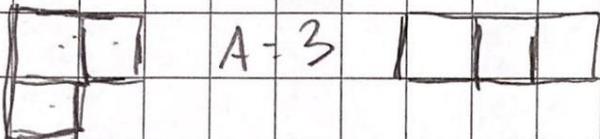
**Anexo XV. Algunas producciones de los jóvenes del centro Ángel Riviere (sesión 3)**

Cálculo de área:

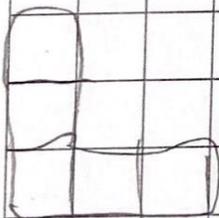
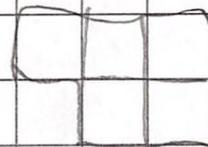
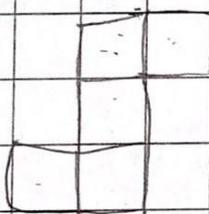
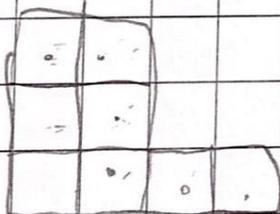
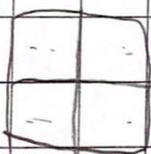


# MARTA



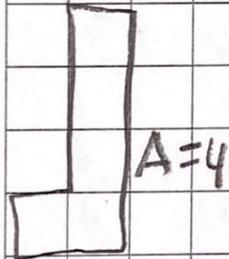
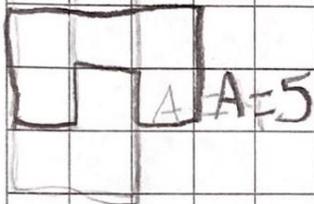
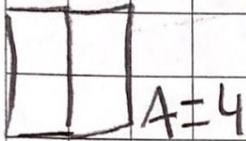
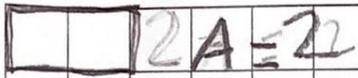


$A=4$



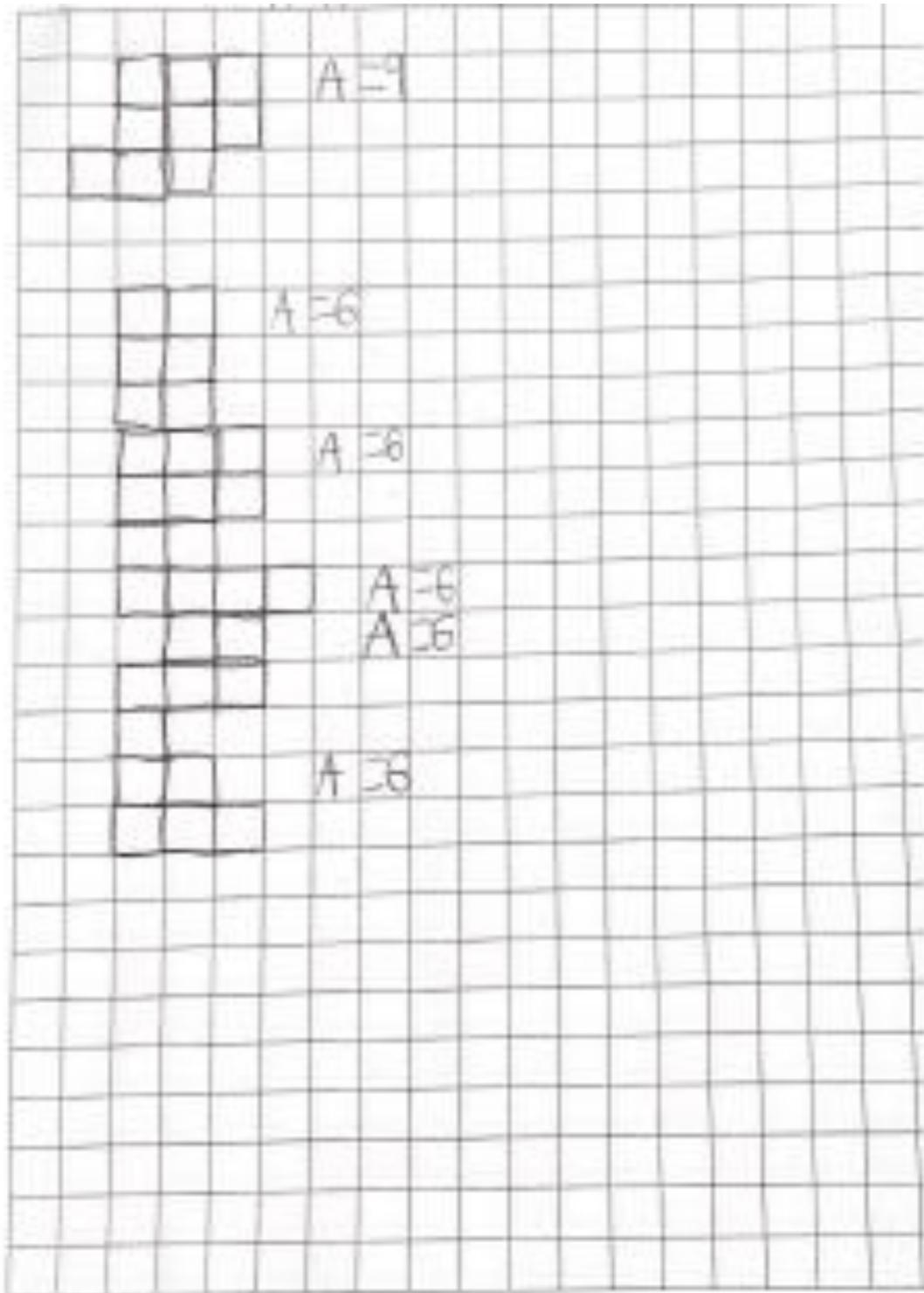


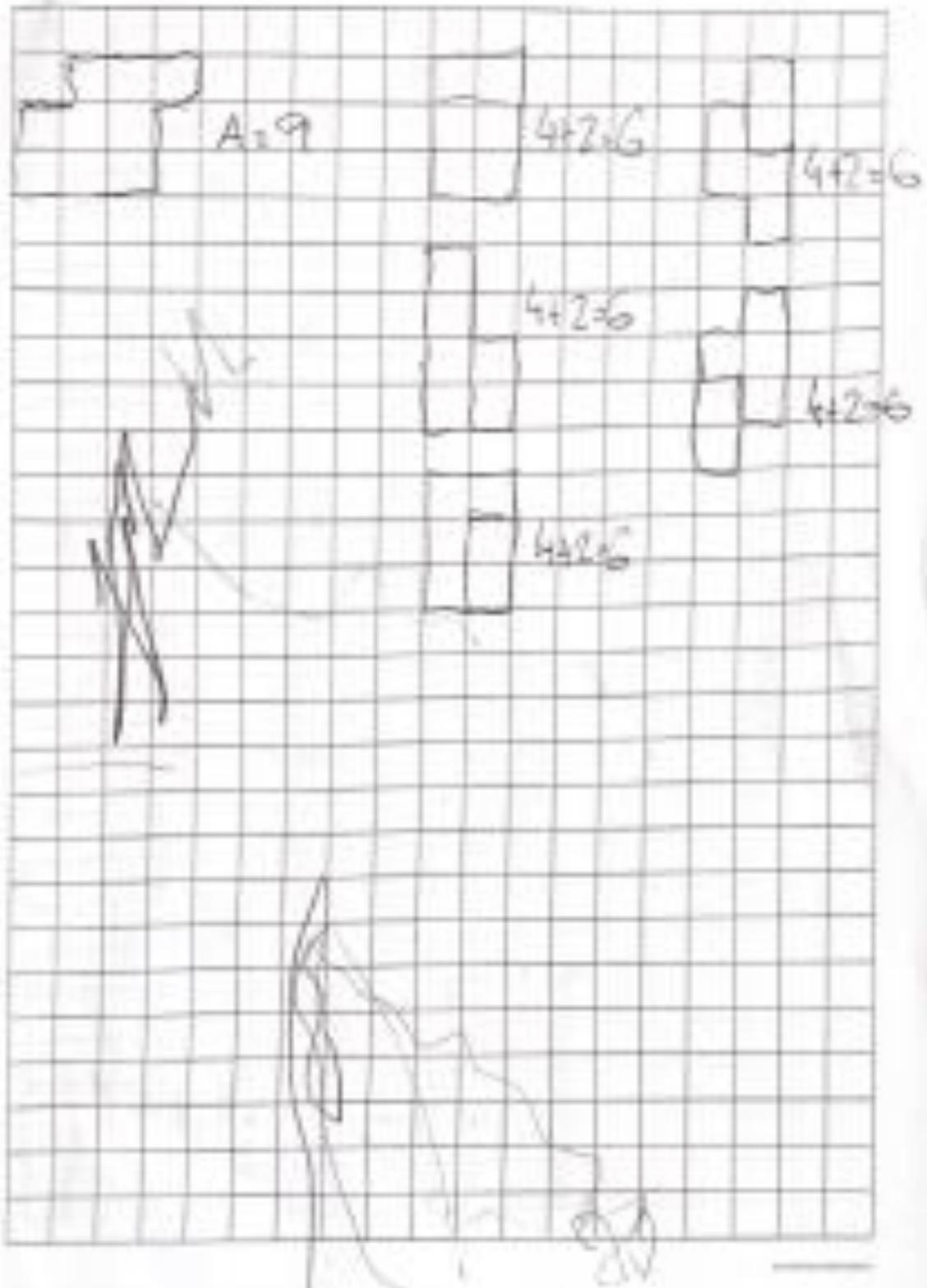
1/16/08

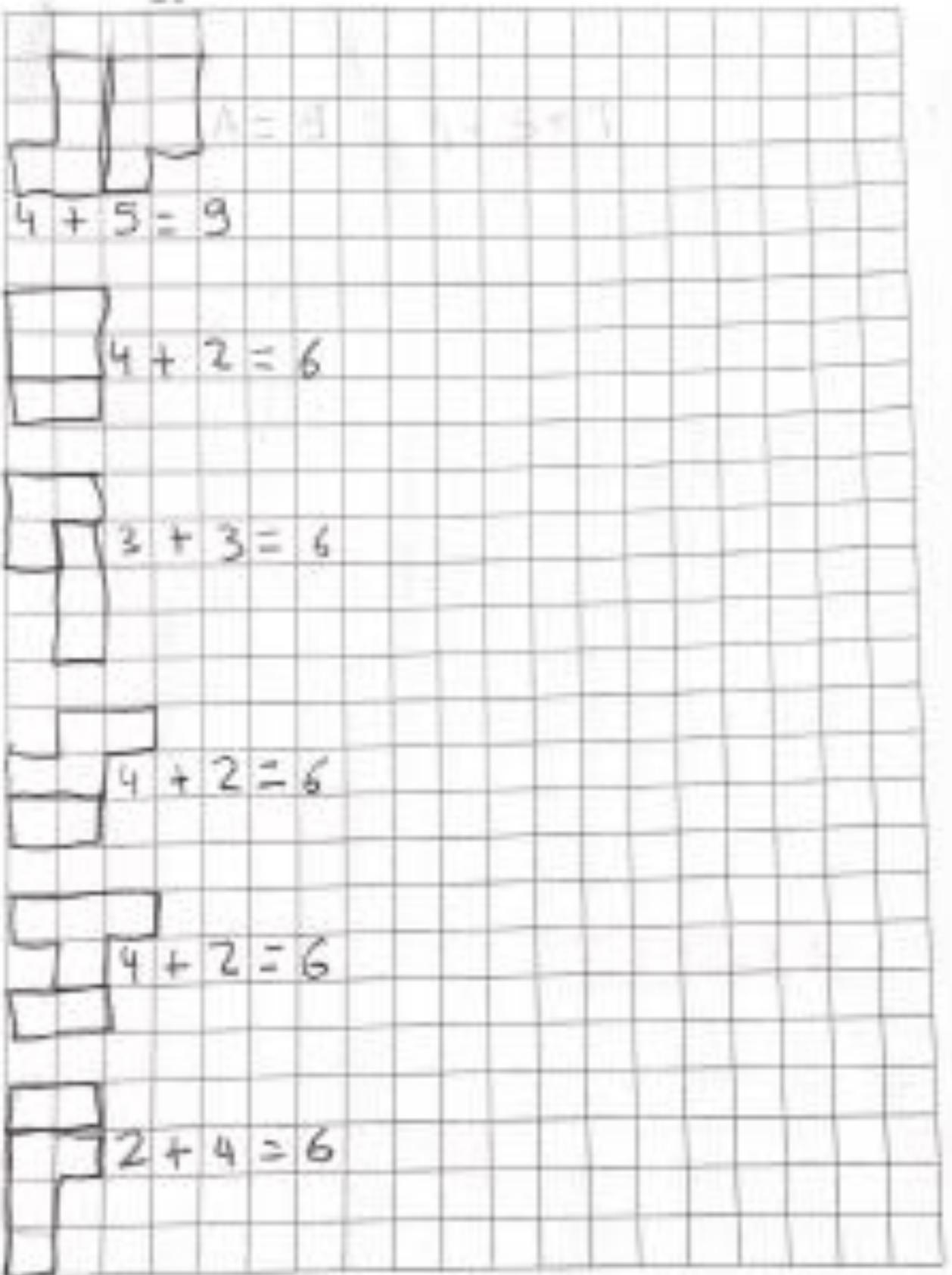


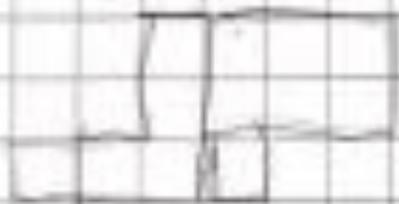


Obtener figura compuesta de área 6:

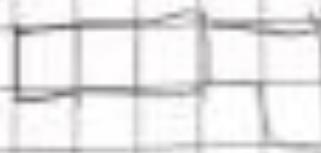








$$4 + 5 = 9$$

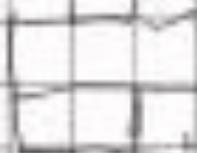


$$4 + 2 = 6$$

$$4 + 2 = 6$$



$$4 + 2 = 6$$



$$4 + 2 = 6$$