

Poliedros en la Educación Secundaria en España (1955-1960): construcción de modelos matemáticos

Polyhedra in Secondary Education in Spain (1955-1960): construction of mathematical models

Josefa Dólera Almaida

Universidad de Murcia (España)

<http://orcid.org/0000-0003-4876-8193>

Dolores Carrillo Gallego

Universidad de Murcia (España)

<https://orcid.org/0000-0002-5170-2550>

Encarna Sánchez Jiménez

Universidad de Murcia (España)

<https://orcid.org/0000-0001-5689-366X>

Fecha de recepción del original: mayo 2023

Fecha de aceptación: abril 2023

Resumen

Este trabajo analiza algunos de los modelos matemáticos que se propusieron para el estudio de los poliedros, en la educación secundaria, entre 1955 y 1960. Se consideran las propuestas elaboradas por Puig Adam, catedrático del Instituto San Isidro (Madrid), y otras inspiradas en ellas, como las de Puig Sabadell. Las fuentes consultadas han sido, principalmente, los trabajos metodológicos que Puig Adam dirigió al profesorado secundario y la revista profesional *Enseñanza Media*. El estudio muestra que estos autores consideraban que la construcción de modelos en el aula favorece la actividad creadora y la comprensión de las relaciones espaciales en el alumnado.

Palabras clave: poliedros; modelos matemáticos; educación secundaria; Puig Adam.

Abstract

This paper analyses some of the mathematical models that were proposed for the study of polyhedra in secondary education between 1955 and 1960. It considers the proposals developed by Puig Adam, professor at the Instituto San Isidro (Madrid), and others inspired by them, such as those of Puig Sabadell. The sources consulted were mainly the methodological works that Puig Adam addressed to secondary school teachers and the professional journal *Enseñanza Media*. The study

shows that these authors considered that the construction of models in the classroom favours creative activity and the understanding of spatial relations among pupils.

Keywords: polyhedra; mathematical models; secondary education; Puig Adam.

1. Introducción

En la segunda mitad de la década de los años cincuenta, se llevaron a cabo en España diferentes acciones para promover, entre el profesorado secundario, una renovación de los métodos empleados en la educación matemática. El impulsor de dichas acciones fue el catedrático de matemáticas del Instituto San Isidro de Madrid Pedro Puig Adam (1900-1960). En esos momentos, Puig Adam tenía prestigio en el ámbito de la enseñanza de las matemáticas por las publicaciones que había realizado a partir de 1926 y, sobre todo, por los libros de texto de matemáticas que, junto con Julio Rey Pastor, publicaron para todos los cursos de bachillerato, desde 1927, y que fueron adaptando a los sucesivos planes de estudio.

En 1955, el profesor de la Universidad de Londres, Caleb Gattegno, viajó a España para presentar un material didáctico, las regletas de Cuisenaire. Gattegno conoció a Puig Adam y lo invitó a integrarse en la Comisión Internacional para el estudio y mejoramiento de la enseñanza de la matemática (CIEAEM) (Puig Adam, 1955:96), organización que él mismo impulsaba desde 1950, que pretendía realizar estudios interdisciplinares para la mejora de la enseñanza de las matemáticas. A esta organización pertenecían Jean Piaget, epistemólogos como E.W. Beth, los matemáticos G. Choquet, J. Dieudonné y A. Lichnerowicz y profesores referentes de educación secundaria como el belga W. Servais y la italiana E. Castelnuovo (Felix, 1986; Dólera-Almáida y Carrillo-Gallego, 2023) Puig Adam aceptó participar en la CIEAEM y asistió, además, a otras reuniones internacionales como la XIX Conferencia Internacional de Instrucción Pública (González Astudillo, 2008); en 1956, Puig Adam había participado en el Grupo de trabajo que presidía Piaget y que elaboró unas «Recomendaciones para la enseñanza de las matemáticas» que fueron aprobadas en dicha Conferencia (Ausejo, 2013).

Dentro de la CIEAEM, aceptó organizar la XI Reunión de estudio que tuvo lugar en Madrid, en 1957, y que trató sobre material didáctico de matemáticas. Puig Adam propuso que, unida a la Reunión se celebrara una Exposición Internacional de Material Didáctico Matemático, y animó la asistencia de profesores de educación secundaria, siendo esta reunión la más numerosa de las celebradas hasta ese momento (Dólera-Almáida y Carrillo-Gallego, 2023).

Es conveniente señalar que años antes de que Puig Adam fuese nombrado catedrático de instituto (1926), el material didáctico ya era considerado en el Instituto-Escuela de Madrid (institución creada en 1918) un recurso didáctico relevante en la enseñanza de las matemáticas. Muestra de ello es que los catedráticos responsables de impartir esta materia en el bachillerato, José Augusto Sánchez Pérez y Julio Carretero, agruparon los contenidos geométricos en función del instrumento que permitía evidenciarlos (regla graduada, escuadra, compás, etc.) e incluyeron, en los programas de la asignatura, actividades de carácter geométrico que requerían del uso de materiales en su

resolución (JAE, 1925). Puig Adam conocía las propuestas sobre enseñanza de las matemáticas del Instituto Escuela pues esta institución estaba estrechamente relacionada con el Laboratorio y Seminario Matemático de la JAE, uno de cuyos directores (José María Plans y Freire) había sido el director de su tesis doctoral (presentada en 1922) (Dólera-Almaida *et al.*, en prensa). Durante la Segunda República se crearon en España otros centros que seguían el modelo del Instituto-Escuela de Madrid. Estos establecimientos educativos se localizaban en Barcelona, Valencia, Sevilla, Málaga y Gijón. Según Viñao (2000:64), el Instituto-Escuela de Madrid y, por ende, el resto de filiales, asumieron el modelo educativo de la Institución Libre de Enseñanza (ILE), partidaria

de una enseñanza activa basada en la experiencia previa del alumnado, en la que tenían cabida los talleres y los materiales elaborados por los propios alumnos, propugnando un modelo de enseñanza paidocéntrico, en el que el profesorado sólo intervenía como mero orientador, favoreciendo que el alumnado “aprendiese a aprender” (Araque, 2010:90).

Entre 1937 y 1939, Puig Adam ejerció como profesor de matemáticas en el Institut-Escola de Barcelona. Y al igual que hicieron, años antes, Sánchez Pérez y Julio Carretero, incluyó en los programas de matemáticas que propuso para el Institut-Escola (Puig Adam, 1979:25-26) alusiones al uso de materiales en la enseñanza de la geometría; promoviendo, entre otras acciones, el “Ma-neig dels instruments geomètrics usals. Primeres construccions fonamentals amb els mateixos” y el “Desenrotllament intuítiu de la Geometria de l'espai, fins a la construcció amb cartolina”.

Puig Adam (1956) estaba convencido de que la didáctica matemática moderna, sustentada en el método heurístico y el uso de materiales, podría aportar numerosos beneficios a la enseñanza de las matemáticas. Con el objetivo de darlos a conocer entre el profesorado español, promovió y participó en muchas de las actividades que se organizaron para propiciar la actualización de la enseñanza matemática en el bachillerato. Hay que tener en cuenta que, en 1955, el Centro de Orientación Didáctica (COD), dependiente del Ministerio de Educación español, encargó a Puig Adam que investigara una posible mejora de la enseñanza de las matemáticas. Entre las acciones que promovió Puig Adam se encontraba la organización de cursos de formación continua o eventos, dirigidos a profesores en activo (oficiales o no) que impartían la asignatura de matemáticas, y la divulgación de propuestas didácticas. El director de la revista *Enseñanza Media*, el inspector Dacio Rodríguez Lesmes, consideraba que a Puig Adam

se debe la renovación de métodos que poco a poco ha ido activando toda una pedagogía, caduca e ineficaz, para adaptarla, desde la escuela primaria y los estudios medios, a lo que la Matemática supone como eje de la Ciencia y la técnica actuales (Rodríguez Lesmes, 1960:X).

Entre las actuaciones promovidas por Puig Adam destacamos la organización en Madrid (1957) de la XI Reunión de estudio de la CIEAEM, a la que asistieron un elevado número de congresistas de origen nacional e internacional (Puig Adam, 1958); entre las segundas cobran especial relevancia la publicación de lecciones heurísticas inéditas y la elaboración de materiales didácticos, susceptibles de ser manipulados por los estudiantes. Las propuestas de Puig Adam sobre material didáctico interesaron e inspiraron a un gran número de profesores de matemáticas de educación secundaria, quienes diseñaron e implementaron sus propios modelos matemáticos en sus

respectivas aulas. La religiosa María Dolores Puig Sabadell, profesora de matemáticas del Juniorado de las Escuelas del Sagrado Corazón de Valladolid, fue una de ellas.

En este trabajo se analizan algunos de los modelos matemáticos que Puig Adam y Puig Sabadell propusieron para el estudio de los poliedros en el bachillerato. En concreto, se estudian aquellas propuestas cuyo objetivo era la construcción de estas figuras geométricas por parte de los estudiantes en el aula. Este es un estudio de Historia de la Educación Matemática (HEM), por lo que para su realización se ha empleado el método histórico. Dentro de las fuentes primarias ocupan un lugar destacado los trabajos de carácter metodológico que Puig Adam elaboró para el profesorado, desde mediados de los años cincuenta hasta su muerte, como las obras *Didáctica matemática eurística* (Puig Adam, 1956) y *La matemática y su enseñanza actual* (Puig Adam, 1960); ambas avaladas por organismos oficiales y publicadas por el Instituto de Formación del Profesorado de Enseñanza Laboral y el Ministerio de Educación Nacional, respectivamente. También se han consultado revistas profesionales de la época, como la revista *Enseñanza Media*, donde se divulgaron propuestas novedosas sobre material didáctico matemático.

2. La construcción de modelos matemáticos para el estudio de los poliedros en el bachillerato

Los poliedros a los que se hace referencia en este trabajo son el icosaedro y el onnipoliedro regular, en la propuesta de Puig Adam, y los poliedros convexos y estrellados, trabajados por la profesora Puig Sabadell. Se alude, además, a la concepción que los docentes tenían sobre la utilización de modelos didácticos en el aula y a algunos de los beneficios que, según ellos, la construcción de estos materiales aportaba a la enseñanza de las matemáticas.

2.1. El icosaedro y el onnipoliedro regular, por Puig Adam

Pedro Puig Adam (1967:192) consideraba que, desde el punto de vista matemático, un modelo podía considerarse como “toda particularización obtenida por concreción de una idea más o menos abstracta”. Según el autor, para los alumnos del bachillerato elemental lo concreto tenía su origen “en el mundo observable, lo que impresiona directamente sus sentidos, y al mismo tiempo lo que les invita a actuar” (Puig Adam, 1967:192). Por ello, en la enseñanza de las matemáticas, apostaba por la utilización de modelos que fuesen

capaces de provocar una y otra [la percepción y la acción], de modo que traduzcan o sugieran, creando situaciones activas de aprendizaje. Para ello habrá que ir sustituyendo los clásicos modelos de vitrina de contemplación pasiva por modelos multivalentes de nueva concepción, manipulados por el propio alumnado y determinantes de una actividad sugeridora del conocimiento que se trate de adquirir (Puig Adam, 1958:24).

Puig Adam (1960:249) consideraba que las varillas engarzadas y articuladas, presentadas al estudiante en distintos tamaños, constituían uno de los materiales más adecuados para el estudio de

polígonos y poliedros. El carácter multivalente y desmontable de estos elementos fomentaba, en los estudiantes, las “facultades de análisis, de síntesis y de inventiva” (Puig Adam, 1958:29). Para ejemplificar este tipo de material, alude a la construcción por parte de los alumnos de bachillerato de cursos superiores del Instituto San Isidro de dos modelos didácticos: el icosaedro y el omnipoliedro regular, nombre que los propios estudiantes le atribuyeron a este último. El profesor resaltaba que la construcción de estas dos figuras geométricas tuvo su origen en el interés que los alumnos mostraron al percatarse de que los antiguos modelos de poliedros regulares que se guardaban en el armario de clase, fabricados con varillas de metal soldadas, no habían soportado por igual el paso del tiempo. Se dieron cuenta de que únicamente las estructuras del dodecaedro y del cubo estaban dañadas. Guiados por el profesor y buscando una explicación a este hecho, comenzaron a reflexionar sobre las diferencias y similitudes que presentaban las estructuras de los poliedros que estaban deteriorados frente al resto (Puig Adam, 1956:104):

“¿Debemos atribuir sólo al azar el hecho de que se hayan conservado el tetraedro, octaedro y el icosaedro, o tiene alguna explicación teórica?”, “¿Tienen estos modelos alguna forma estructural común con las construcciones metálicas que se ven en los puentes, postes de alta tensión, etc.?”, “¿Qué propiedad estática tiene la forma triangular que no tenga otra forma poligonal, cuadrado, rectángulo, etc.?”

Los alumnos llegaron a la conclusión de que el triángulo, al estar determinado por sus tres lados, no era deformable. Bajo esta premisa, los estudiantes se dieron cuenta de que la rigidez del triángulo podría trasladarse fácilmente a cualquier modelo poliédrico que contase con caras triangulares. De esta forma construyeron un modelo de icosaedro (Figura 1) con 30 varillas de igual tamaño. En los extremos de cada una de ellas los alumnos atornillaron hembrillas circulares, lo que les permitió acoplar cinco de ellas en cada vértice y tres en cada cara. Para fijar la unión de las mismas se consideraron varios procedimientos en el aula: el primero, el más sencillo, consistió en pasar un cordel por las hembrillas y hacer un nudo; el segundo, que permitía una unión algo más estable, era utilizar una anilla -similar a la de un llavero- para unir las cinco hembrillas que se encontraban en cada vértice; y el tercero, ideado por uno de los alumnos, se basaba en la colocación de un tapón de corcho con cinco ranuras en cada vértice, una para cada hembrilla (Puig Adam, 1956:104).

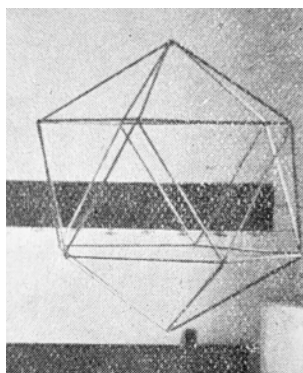


Figura 1: Modelo de icosaedro construido con varillas
Fuente: Puig Adam (1967:198).

El omnipoliedro regular (Figura 2), por su parte, era el resultado de reunir en un solo modelo rígido y desmontable los cinco poliedros regulares clásicos (cubo, tetraedro, octaedro, dodecaedro e icosaedro). Para su construcción los estudiantes fueron acoplando uno sobre otro los distintos poliedros, dando así estabilidad a la estructura final. Las varillas (aristas) que componían cada uno de los poliedros regulares eran de colores distintos, lo que permitía que pudieran identificarse con facilidad. Puig Adam (1956:105-106) indicaba que la construcción del omnipoliedro regular permitió guiar, a los alumnos de sexto curso del bachillerato, hacia otra investigación paralela: la longitud que debían tener las aristas de cada uno de los poliedros regulares. De los cálculos efectuados dedujeron que las longitudes de las varillas debían ser proporcionales a los siguientes valores: 1 para el cubo y el icosaedro, $\sqrt{2}$ para el tetraedro, $\frac{\sqrt{2}}{2}$ para el octaedro, y $\frac{\sqrt{5}-1}{2}$ para el dodecaedro. Es más, concluyeron que la longitud de la arista del dodecaedro era la sección áurea de la longitud de las aristas del icosaedro sobre el que se apoyaba. El profesor consideraba que estas actividades de aula eran ejemplos de

cómo el comentario a un hecho observado en relación con modelos viejos, creó un centro de interés y desplegó toda una actividad eurística en torno a la creación de unos modelos transparentes nuevos, y a su acoplamiento estable en un modelo único (Puig Adam, 1956:106).

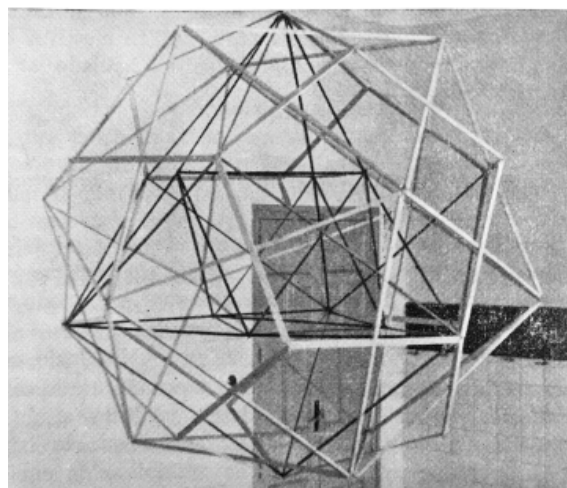


Figura 2: Modelo del omnipoliedro regular construido con varillas

Fuente: Puig Adam (1967:198).

Puig Adam parecía estar satisfecho con estos materiales didácticos. Muestra de ello es el protagonismo que otorgó a estos modelos dentro de su aula de matemáticas, en el Instituto San Isidro, donde el icosaedro y el omnipoliedro regular ocupaban un lugar preferente (Figura 3).



Figura 3: Alumnos del profesor Puig Adam en su aula del Instituto San Isidro
Fuente: Puig Adam (1958:151).

Además, contribuyó a divulgar entre el profesorado el potencial didáctico que subyacía de la construcción de estas figuras geométricas. Este último propósito lo consiguió no solo a través de algunas de sus obras metodológicas más relevantes, como *Didáctica matemática eurística* (Puig Adam, 1956) o *La matemática y su enseñanza actual* (Puig Adam, 1960), sino también con su participación en actividades formativas que estaban dirigidas al profesorado de enseñanza secundaria. Por ejemplo, Puig Adam llevó a cabo dos acciones con motivo de la XI Reunión de estudio de la CIAEM en Madrid. La primera de ellas fue la construcción de un gran icosaedro (de un metro de arista) en el patio del Instituto San Isidro (Figura 4). Este modelo fue elaborado con cinta y para dotar de firmeza a la estructura, suspendida en el aire, se utilizaron cuerdas tensoras que unían los vértices del icosaedro a los marcos de los balcones y ventanas del patio¹. La segunda fue la presentación de estos modelos, confeccionados con varillas ensartables, en la I Exposición Internacional de Material Didáctico Matemático; cuya sede se encontraba en las galerías del Instituto San Isidro (Puig Adam, 1958:63).

¹ En 1985, a raíz de la celebración de un seminario matemático organizado por el Grup Matemàtic Puig Adam, profesores madrileños reprodujeron el gran icosaedro que Puig Adam construyó en el patio del Instituto San Isidro. Al hacerlo encontraron restos del cordel original que se empleó en 1957 para construir la estructura, hecho que provocó en ellos una profunda emoción (Sales Rufí, 2000:13).

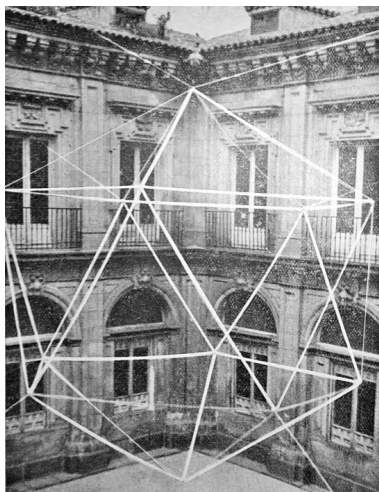


Figura 4: Gran icosaedro de cinta suspendido en el patio del Instituto San Isidro
Fuente: Puig Adam (1958:116).

2.2 . Poliedros convexos y estrellados, por Puig Sabadell

La profesora María Dolores Puig Sabadell (1959:1523), inspirada en las ideas de Puig Adam a quién consideraba un “excelente pedagogo y matemático, dedicado de lleno a la enseñanza de niños y jóvenes”, publicó en la revista *Enseñanza Media* varias lecciones heurísticas sobre la enseñanza de los poliedros en el bachillerato. A finales de los años cincuenta, su trabajo titulado *Material multivalente para la Geometría del Espacio* (Puig Sabadell, 1958), sobre la construcción de poliedros estrellados, fue premiado por el Centro de Orientación Didáctica (COD) en el concurso sobre comunicaciones didácticas que este organismo convocó ese mismo año (Puig Sabadell, 1960a). Este hecho da cuenta de la calidad de las propuestas de Puig Sabadell, ya que el COD, creado en 1954 por el Ministerio de Educación Nacional, nació con el objetivo de promover la mejora experimental de los métodos pedagógicos que se desarrollaban en España (Salcedo, 1956).

La autora defendía que el material manipulativo favorecía enormemente la comprensión de las relaciones espaciales en el niño. Impulsada por esta convicción, propuso a sus alumnas de bachillerato que construyeran su propio material en las clases de trabajo manual. Con ello, pretendía que cada estudiante dispusiera de un modelo con el que poder construir, en el momento, las figuras geométricas que se explicaban en clase; en general, la numerosidad del grupo y los pocos modelos disponibles en el aula dificultaban la enseñanza activa, obligando a “unos a contemplar lo que hacen los otros” (Puig Sabadell, 1958:26). El material consistía en listones de madera de diferente longitud a los que se añadía en los extremos (tallados en forma piramidal o cónica) unas pequeñas anillas algo abiertas. Esto facilitaba que las varillas pudiesen unirse unas con otras mediante gomas. La profesora destacaba que con este sencillo material las alumnas habían conseguido construir, entre otros, los poliedros más conocidos (Figura 5). Consideraba que

el alumno, al trabajar con los listones de madera de longitudes determinadas o no, inventa nuevas formas, aplica conocimientos adquiridos anteriormente, advierte sus errores cuando el mismo material no le permite construir lo que él quiere, descubriendo así las relaciones que existen entre los elementos de una figura, etc. (Puig Sabadell, 1959:1523).

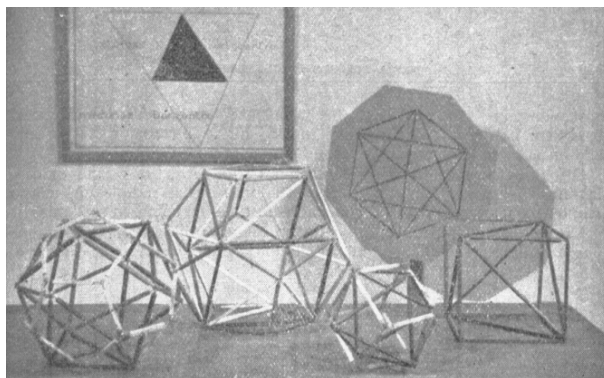
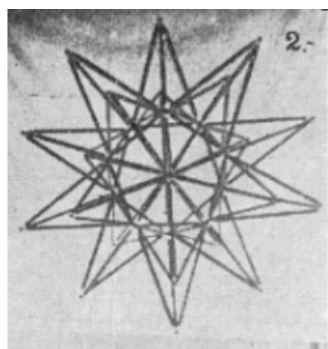
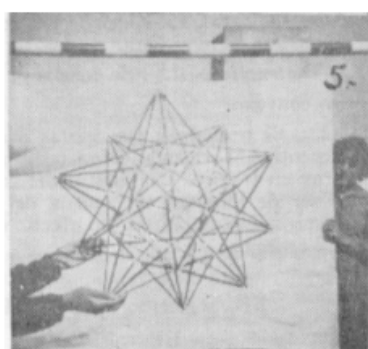


Figura 5: Algunos de los poliedros contruidos por las alumnas de la profesora Puig Sabadell
Fuente: Puig Sabadell (1960b:1829).

Para las alumnas más aventajadas, Puig Sabadell (1958:26) propuso la construcción de poliedros estrellados, actividad que acogieron con gran entusiasmo. La profesora describió con detalle, para los docentes interesados en llevar a la práctica esta experiencia didáctica, el proceso que había seguido para obtener cuatro poliedros regulares estrellados: los dodecaedros de séptima y de tercera especie, ambos con doce caras pentagonales estrelladas (Figura 6); el dodecaedro de tercera especie con caras pentagonales convexas (Figura 7), y el icosaedro estrellado (Figura 8), en el que se distinguen veinte caras triangulares.



a)



b)

Figura 6: Modelos de dodecaedros de caras estrelladas. a) Dodecaedro de séptima especie.

b) Dodecaedro de tercera especie

Fuente: Puig Sabadell (1958:27).

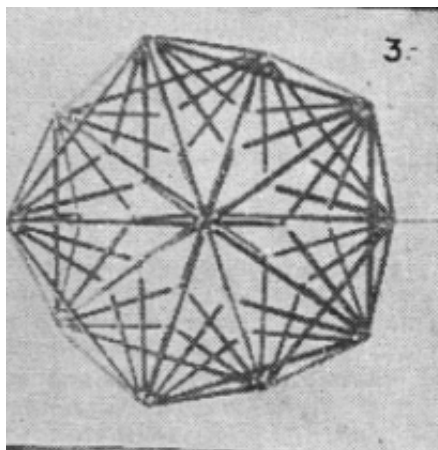


Figura 7: Modelo de dodecaedro de tercera especie de caras convexas
Fuente: Puig Sabadell (1958:27).

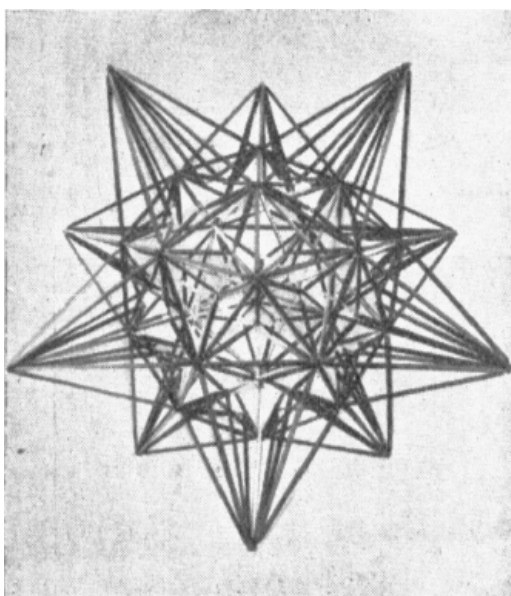


Figura 8: Modelo de icosaedro estrellado
Fuente: Puig Sabadell (1960b:1830).

Una vez que las alumnas construyeron los cuatro poliedros regulares estrellados, estudiaron la estructura de cada uno de ellos, así como las relaciones que habían entre sus elementos. Puig Sabadell (1958:31) afirmó que las estudiantes pronto se dieron cuenta de que “cada uno de ellos contiene a los otros, uniendo de distinta forma los mismos vértices”. Esto le inspiró, basándose en el omnipoliedro regular de Puig Adam, para construir, junto a sus estudiantes, un omnipoliedro estrellado (Figura 9).

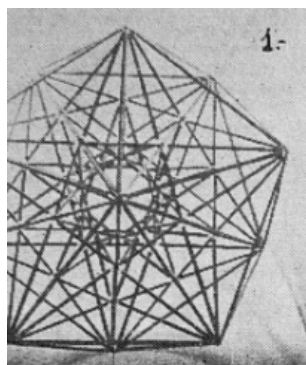


Figura 9: Modelo del omnipoliedro estrellado

Fuente: Puig Sabadell (1958:27).

Puig Sabadell (1959) también llevó a cabo la construcción de cuatro poliedros estrellados con acetato de celulosa o cartulina (Figura 10). La profesora indicaba que esta propuesta partió de las propias alumnas, que le solicitaron elaborar los poliedros estrellados con un material distinto a los listones de madera o varillas (actividad que habían realizado previamente) con la finalidad de “ver mejor los planos que determinan sus caras y el modo de cortarse éstas unas con otras” (Puig Sabadell, 1959:1524). Con la intención de facilitar que esta experiencia fuera reproducida por otros docentes, la autora incorporó en su trabajo los desarrollos planos que había utilizado en la elaboración de las figuras, así como una detallada descripción de por dónde debían doblarse o unirse las distintas estructuras que conformaban cada uno de ellos. En la Figura 11 se muestra el desarrollo plano, en una sola pieza, de medio dodecaedro de caras convexas: en él aparecen señaladas las líneas auxiliares (trazos discontinuos) que permiten obtenerlo.

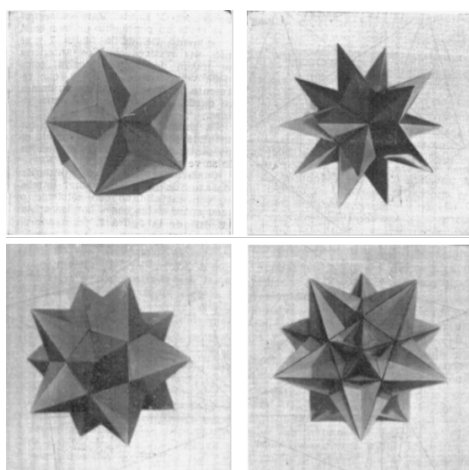


Figura 10: Modelos de poliedros estrellados construidos, con cartulina, por las alumnas de Puig Sabadell

Fuente: Puig Sabadell (1959:1529).

Puig Sabadell (1959:1524) consideraba que la inclusión de modelos concretos en la enseñanza media aportaba enormes beneficios al estudio de la geometría, incluso en los cursos más elementales, ya que el alumnado

al empezar a aprender las primeras relaciones geométricas, miran con afán los poliedros estrellados, para ver si las encuentran en ellos. No tardan en preguntar qué relaciones, qué propiedades son las que existen allí, y es admirable todo lo que a fuerza de mirarlos llegan a ver y descubrir en ellos. El deseo de comprenderlos mejor, de saber construirlos, les estimula al estudio de la Geometría (...) No les importa que sea superior a sus actuales conocimientos, que sea difícil para ellos, que les cueste trabajo. Trabajarán, estudiarán, porque quieren saberlo, porque les interesa, porque les gusta.

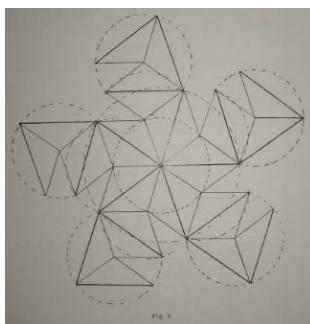


Figura 11: Desarrollo plano de medio dodecaedro de caras convexas, elaborado por Puig Sabadell

Fuente: Puig Sabadell (1959:1526).

Puig Sabadell (1959:1524) consideraba que incluir los poliedros en la decoración del aula contribuía a despertar el interés y la curiosidad científica de sus alumnas: “Pronto observamos que la belleza de sus formas y de su colorido atraía a todos. El tenerlos siempre delante y contemplarlos muchas veces, excitaba el interés por conocer su estructura”. Por ello, al igual que Puig Adam, decidió consignarles un espacio propio dentro del aula (Figura 12). En su trabajo titulado “El aula de matemáticas” (Puig Sabadell, 1960b), publicado en la revista de *Enseñanza Media*, la profesora proporcionaba una descripción detallada de los elementos que podían encontrarse en su aula. En ella señalaba que los modelos de poliedros convexos y estrellados, construidos por los alumnos, estaban situados en la vitrina y sobre los armarios de clase. Indicaba, del mismo modo, que el icosaedro estrellado ocupaba un lugar relevante en la sala, ya que colgaba “del techo en el centro de la clase, como una gran lámpara” (Puig Sabadell, 1960b:1827).



Figura 12: Alumnas de la profesora Puig Sabadell durante la construcción de poliedros

Fuente: Puig Sabadell (1960b:1833).

3. Conclusiones

El estudio muestra el convencimiento tanto de Puig Adam como de Puig Sabadell de que la aplicación del método activo en la enseñanza de las matemáticas permitía encauzar el interés inicial del niño, ante una determinada situación, hacia actividades de contenido matemático. Se observa que en la propuesta de Puig Adam -que consistía en la obtención del icosaedro y omnipoliedro regular mediante varillas- la actividad surgió al intentar explicar un hecho concreto que había ocurrido en clase: la deformación de algunos de los poliedros, fabricados en metal, que había en el armario. Del mismo modo, el origen de la actividad ideada por la profesora Puig Sabadell residió en el deseo de los alumnos en conocer cómo se construían los poliedros convexos y estrellados; es más, fueron los propios estudiantes los que demandaron, más tarde, la construcción de estas figuras geométricas con otros elementos, alegando que deseaban ver con mayor claridad la composición de las mismas. Puig Adam y Puig Sabadell consideraban que la construcción de modelos matemáticos favorecía la actividad creadora y la comprensión de las relaciones espaciales en el alumnado.

Los resultados obtenidos tras llevar a cabo estas actividades les animaron a difundir, con detalle, sus propuestas sobre la enseñanza de los poliedros entre el profesorado de enseñanza secundaria. Pretendían, con ello, aportar sencillas pautas de construcción a aquellos docentes que desearan incluirlos y reproducirlos en sus clases. Conscientes de la carencia de modelos matemáticos que había en los centros de enseñanza secundaria, durante la segunda mitad de la década de los cincuenta, los autores eligieron para la elaboración de sus modelos elementos cotidianos, sencillos y de bajo coste, como varillas, gomas, cordeles, anillas, etc. (Dólera-Almaida y Sánchez-Jiménez, en prensa).

Los modelos matemáticos confeccionados por los alumnos ocuparon un lugar destacado en las aulas tanto de Puig Adam como de Puig Sabadell. Los profesores creían que estos materiales podían actuar como un eficaz estímulo en la construcción del conocimiento matemático del niño, animándolo a desempeñar un papel más activo en su aprendizaje; ya que, según Puig Adam (1957:13), con su uso el estudiante

aprende con más alegría, se encariña con las construcciones y se aficiona a dar vivencia, mediante modelos ideados o hechos por él, a propiedades o relaciones que antes le repelían por su abstracción o su enunciado complejo.

4. Referencias bibliográficas

Araque, N. (2010). Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria y su relación con los planteamientos de comienzos del siglo XX. *Cabás: Revista del Centro de Recursos, Interpretación y Estudios en materia educativa (CRIEME) de la Consejería de Educación del Gobierno de Cantabria (España)*, 3, 81-91. Disponible en <http://revista.muesca.es/articulos2/99-didactica-de-las-ciencias-en-la-educacion-primaria-y-su-relacion-con-los-planteamientos-de-comienzos-del-siglo-xx>

- Ausejo, E. (2013). La introducción de la «matemática moderna» en la enseñanza no universitaria en España (1953-1970). *La Gaceta de la RSME*, 16(4), 727-747.
- Dólera-Almaida, J. y Carrillo-Gallego, D. (2023). Dynamic and Multipurpose Teaching Models at the First International Exhibition of Mathematics Teaching Material. *Educ. Sci.* 2023, 1, 0. <https://doi.org/10.3390/educsci1010000>
- Dólera-Almaida, J.; Carrillo-Gallego, D. y Sánchez Jiménez, E. (en prensa). Puig Adam y el Instituto-Escuela de Madrid. *Historia y Memoria de la Educación*.
- Dólera-Almaida, J. y Sánchez-Jiménez, E. (en prensa). Pedro Puig Adam y el método heurístico en la enseñanza de las matemáticas en España. *El futuro del pasado*.
- Felix, L. (1986). *Aperçue Historique (1950-1984) sur la Commision Internationale sur l'Etude et l'Amélioration de l'Enseignement des Mathématiques (CIEAEM)*. Bordeaux: IREM de Bordeaux.
- González Astudillo, M.T. (2008) Las ideas sobre la educación matemática de Pedro Puig Adam ¿precuroras de la Matemática Moderna? *Quadrante*, XVII(1), 93-108.
- IAE (1925). *Un ensayo pedagógico. El Instituto-Escuela de segunda enseñanza de Madrid (organización, métodos, resultados)*. Madrid: Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones.
- Puig Adam, P. (1955). La Comisión Internacional para el estudio y mejoramiento de la enseñanza matemática. Proyecto de una interesante reunión en Madrid, abril de 1957. *Revista de Educación*, 38, 96.
- Puig Adam, P. (1956). *Didáctica matemática eurística*. Madrid: Instituto de Formación del Profesorado de Enseñanza Laboral.
- Puig Adam, P. (1957). Un nuevo material para la enseñanza eurística de la Geometría del Espacio. *Enseñanza Media*, 3, 22-26.
- Puig Adam, P. (1958). *El material didáctico matemático actual*. Madrid: Ministerio de Educación Nacional.
- Puig Adam, P. (1960). *La matemática y su enseñanza actual*. Madrid: Ministerio de Educación Nacional.
- Puig Adam, P. (1967). Modelos preparados y modelos realizados. En CIEAEM (Ed.), *El material para la enseñanza de las matemáticas* (pp. 192-209). Madrid: Aguilar.
- Puig Adam, P. (1979). El què podria ésser l'ensenyament de la Matemàtica a l'Institut-Escola. *Butlletí de la Secció de Matemàtiques de la Societat Catalana de Ciències Físiques, Químiques i Matemàtiques*, 1, 19-30.

- Puig Sabadell, M. D. (1958). Material multivalente para la Geometría del Espacio. *Enseñanza Media*, 29-32, 25-31.
- Puig Sabadell, M. D. (1959). Los poliedros estrellados como centro de interés. *Enseñanza Media*, 50-52, 1523-1530.
- Puig Sabadell, M. D. (1960a). Multivalencia de las situaciones geométricas. *Enseñanza Media*, 63-66, 1125-1134.
- Puig Sabadell, M. D. (1960b). El aula de matemáticas. *Enseñanza Media*, 63-66, 1824-1834.
- Rodríguez Lesmes, D. (1960). Prólogo. En P. Puig Adam (Eds.), *La matemática y su enseñanza actual* (pp. IX-XV). Madrid: Publicaciones de la Revista de Enseñanza Media.
- Salcedo, M. M. (1956). El Centro de Orientación Didáctica: lo que es y lo que se propone. *Enseñanza Media*, 1, 5-7.
- Sales Rufí, J. (2000). Pedro Puig Adam, maestro. *Suma*, 34, 9-20.
- Viñao, A. (2000). Un modelo de reforma educativa: los Institutos-Escuela (1918-1936). *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 39, 63-88.

