

LA INVESTIGACIÓN EN DISEÑO: APLICACIÓN AL DISEÑO Y DESARROLLO DE NUEVOS JUEGOS DE INGENIO

Gabriel Songel*
Universidad Politécnica de Valencia

RESUMEN

El objetivo del presente artículo es establecer y clarificar el planteamiento de líneas de investigación en diseño a través de ejemplos demostrativos de proyectos de investigación en los tres niveles de investigación: básica, aplicada y de desarrollo tecnológico. La corroboración de estos proyectos tanto por la aplicación práctica a productos reales comercializados sería un primer nivel de verificación de transferencia de conocimiento a empresas, y un segundo nivel de evaluación sería la penetración en el mercado de esos productos resultantes, siendo ésta posiblemente la validación más contundente. Sin embargo, la evaluación positiva de los diferentes tramos de investigación solicitados a la CNEAI basados en estas experiencias prácticas, aporta un valor diferencial a los proyectos desarrollados porque validan una forma de entender la investigación en diseño, nos ha permitido generar un saber-hacer muy particular, y nos dispone a transferirlo al área de conocimiento de dibujo, y mejorar su rendimiento científico, tan reclamado desde las administraciones educativas del país.

PALABRAS CLAVE: Diseño, investigación, juegos, ingenio.

ABSTRACT

«Research in design: application in the design and development of new brainteaser games». The aim of this article is to establish and clarify a design research approach through demonstrative examples of research projects at three levels: basic, applied and technological development. The corroboration of these projects both by their practical application to real products on the market would provide an initial verification of knowledge transfer to companies. The second level of evaluation would be market penetration of the end products, with this possibly being the clearest form of validation. However, the positive evaluation of the various research phases requested from the CNEAI based on these practical experiences, places a different value on the projects carried out because they validate a particular way of understanding design research; this has enabled us to generate a very particular kind of know-how, allowing us to transfer this expertise to the knowledge area of drawing and improve its scientific performance, something the country's educational institutions are clamouring for.

KEY WORDS: Design, research, games, talent.



INTRODUCCIÓN

La estructura de este artículo se desarrolla en tres partes. En la primera, profundizaremos en el entendimiento de los diferentes niveles y líneas de investigación atendiendo a las directrices de la Unión Europea sobre investigación y su vertiente hacia el diseño. Se mostrará cómo en cada uno de los niveles se ha ido generando conocimiento y experiencia a través de proyectos concretos. En la segunda parte mostraremos la tradición en el diseño de juegos de ingenio muy directamente relacionadas con el arte y la geometría, que recogen una tradición de múltiples encuentros con el arte, la educación y la ciencia. En una tercera parte, la ejemplificación de las aplicaciones de los diferentes niveles de investigación, a dos líneas de producto concretas recientemente desarrolladas y comercializadas nos servirán como ejemplo de la importancia de la gestión de la información en la investigación y la gestión del diseño.

Con las conclusiones de este artículo se pretende contribuir al enriquecimiento de las personas relacionadas con la investigación en diseño, por la sugerencia de líneas de investigación, los recursos utilizados o la argumentación para la evaluación de los tramos de investigación.

LA INVESTIGACIÓN EN DISEÑO Y EL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS

Si bien la fase de documentación previa es inherente a cualquier proceso proyectual, la complejidad de los entornos socioculturales que condicionan la innovación en nuevos productos nos lleva a profundizar en estas fases decisivas de documentación dándoles el carácter de investigación previa, porque es donde se produce la creación de conceptos realmente innovadores.

Frente a la discusión que se plantea habitualmente entre los diseñadores si la fase de documentación y la creativa es investigación o no, la experiencia de más de 20 años del IGD Grupo de Investigación y Gestión en la UPV ha contribuido a clarificar este debate, poniendo las bases de diferentes líneas de investigación en torno al diseño y que ha sido corroborada por la Comisión Nacional para la Evaluación de la Actividad Investigadora, dependiente del Ministerio de Educación y del Ministerio de Ciencia e Innovación con el reconocimiento a los miembros del IGD de cinco tramos de investigación o sexenios que se remontan a 1992. Efectivamente, hemos conseguido demostrar que la investigación en diseño puede desarrollarse en los tres niveles de investigación reconocidos en la Unión Europea. La Dirección General XII de la Comisión Europea (1) establece la siguiente clasificación:

* Catedrático Universidad, IGD Grupo de Investigación y Gestión del Diseño. Universidad Politécnica de Valencia. E-mail: gsongel@upv.es.



- a) *Investigación fundamental o básica*, cuyo fin es ampliar el nivel de conocimiento sobre el universo material sin considerar su trascendencia práctica. La interrelación Ciencia-Tecnología-Desarrollo Económico ha provocado que la investigación fundamental se convierta en un instrumento para la adquisición de conocimientos industriales o empresariales.

En este ámbito se podrían enmarcar el desarrollo de observatorios, análisis de tendencias, análisis sectoriales, detección de nuevos clusters sectoriales, generación de archivos históricos, constitución de centros de documentación, desarrollar medios de difusión de la investigación, así como el planteamiento de teorías y métodos generales.

En este nivel, las contribuciones del IGD han sido especialmente en la definición del sector del ocio como un sector de actividad industrial y de servicios vinculado a otros sectores emergentes y no necesariamente tradicionales como el sector juguetero (2).

También ha sido otra importante contribución la creación del archivo documental de catálogos del sector del ocio y hábitat, que forman parte del fondo del Centro de Documentación Impiva Disseny.

Esta visión del conjunto del sector y su evolución nos ha permitido desarrollar una trayectoria en análisis de tendencias, tanto genéricas como específicas del sector que, en colaboración con asociaciones empresariales del juguete y de los productos infantiles como la Asociación Española de Fabricantes de Juguetes AEFJ, la Asociación Española de Productos para la Infancia ASEPRI y el Instituto Tecnológico del Juguete AIJU (3), nos ha convertido en referente nacional. Una prueba de ello es la inclusión de nuestras matrices de observación de tendencias en el portal *Spora tendencias*, realizado por la AEFJ (4).

De esta forma, si la investigación en diseño va desde la investigación básica con el desarrollo de herramientas de observación de tendencias como las matrices de tendencias, en el sector juguetero se ha materializado con el portal *Spora tendencias* realizado por la AEFJ (4).

Por último, como investigación básica, hemos contribuido a la elaboración y el desarrollo del método del caso en gestión del diseño por el que hemos podido conocer las decisiones internas en las empresas para tomar decisiones estratégicas.

- b) *Investigación aplicada*, cuya actividad está basada en la investigación industrial básica y cuya finalidad es la de adquirir nuevos conocimientos que faciliten el logro de resultados concretos, tales como la creación de nuevos productos, de nuevos procesos o de nuevos servicios. Se trata de la investigación tecnológica.

En este nivel de investigación, la contribución se ha centrado en el desarrollo de metodologías específicas para el desarrollo de nuevos productos, como los mapas de producto (5).

- c) *Desarrollo Tecnológico*, conjunto de actividades basadas en la investigación aplicada cuya finalidad es originar nuevos productos, procesos o servicios o perfec-



cionar los existentes hasta la fase de aplicación industrial estableciendo los elementos necesarios previos a la fase de producción.

En este nivel ha sido especialmente amplia la experiencia generada con la investigación de nuevos productos desarrollada con empresas y concluyente en productos reales en el mercado nacional e internacional.

Los resultados obtenidos han sido las más de 25 líneas de productos que se han materializado en más de 100 referencias de mercado de empresas como Lego, Chicco, Popular de Juguetes, Isaba, Terra Natura o Gigo.

LA TRADICIÓN EN EL DISEÑO DE LOS JUEGOS DE INGENIO COMO LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE NUEVOS PRODUCTOS

El centro de documentación de diseño CDD de la Universidad Politécnica de Valencia y el Museo del Juguete de la misma universidad (6) son el punto de encuentro entre el contexto del sector juguetero y la cultura de los juegos de ingenio. Este encuentro se sitúa en la intersección entre la investigación básica, la aplicada y la de desarrollo. En cuanto a la investigación básica, el CDD aporta el fondo documental sobre juguetes antiguos y contemporáneos con más de 40 referencias bibliográficas, que sumado a la metodología de observación de tendencias en este sector permite identificar las áreas donde proponer nuevos productos.

De esta fase documental en la investigación histórica, cabría resaltar algunas de las recopilaciones que fueron decisivas en la identificación de conceptos geométricos transferibles a productos.

El primero de ellos sería un libro sobre recopilación de juegos de todo el mundo de Unicef (7) publicado en España en 1978 y que constituye todo un patrimonio cultural, por cuanto recoge juegos milenarios de todos los continentes con los que se juega todavía hoy en día, como el yo-yo, el ajedrez, el backgammon, el go y tantos otros. El capítulo que le dedica Frederic Grunfeld a los juegos de ingenio, es el punto de partida para profundizar en las siguientes referencias. De las primeras referencias de juegos de ingenio en la cultura clásica es el Stomachion de Arquímedes (8), como un claro antecedente del popular tangram.

Alfonso X el Sabio realiza en su libro de juegos (9) una actualización de cómo habían evolucionado los juegos de ingenio desde la época romana hasta su época del siglo XIII. Los principios geométricos que se presentan en las diferentes variantes de los alquerque serán unos claros antecedentes de la modularidad geométrica desarrollada en siglos posteriores.

En el siglo XIX, la revolución en las metodologías educativas y la expansión de las geometrías no euclídeas de Poincaré, Möebius, Euler fueron el comienzo científico de las aparentes geometrías imposibles que se divulgaron como acertijos o juegos de ingenio como el Sudoku, o los juegos de nudos y cuerdas, o la geometría de la transformación. Posiblemente la mejor recopilación de juegos educativos de esta época, entre los que se incluirían los juegos de ingenio, es la realizada por Juan



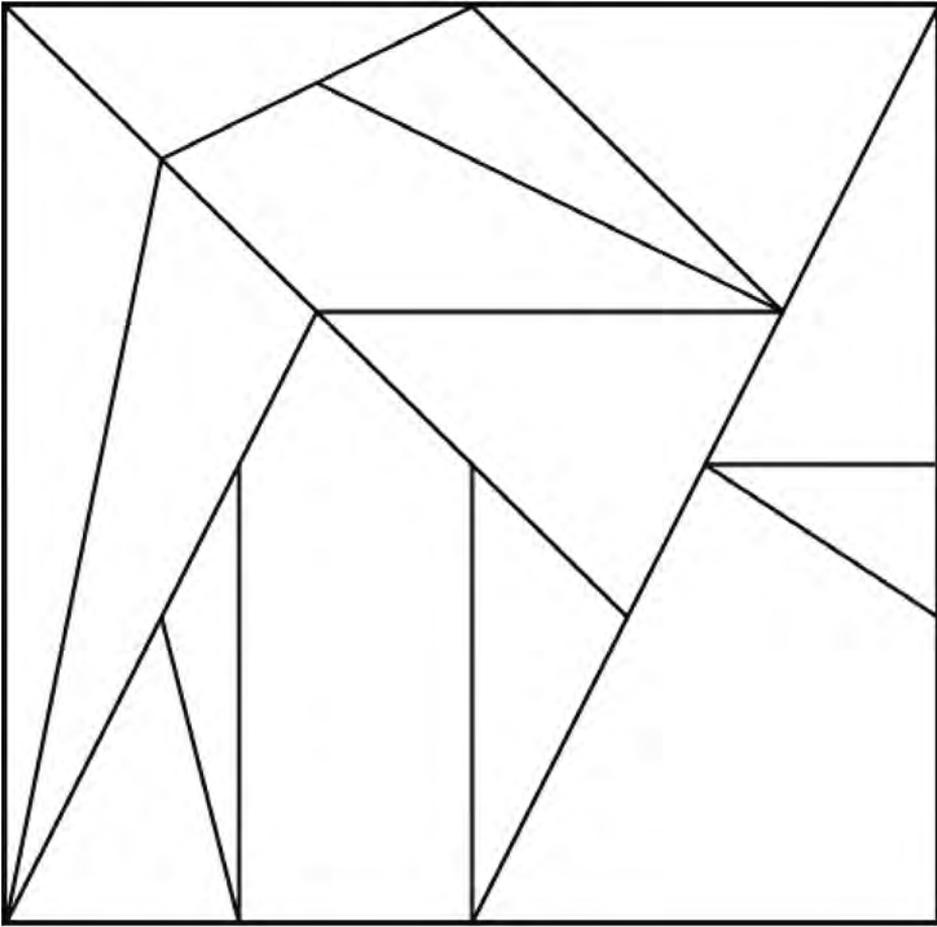


Fig. 1. Stomachion de Arquímedes.

Bordes en su libro *La infancia de las vanguardias* (10), publicado en 2007. Este libro, más allá de ser una recopilación muy documentada del material educativo realizado por Froebel, es un espectro de la fenomenología de las aplicaciones del dibujo, desde el dibujo ornamental al dibujo matemático y constituye una contribución muy enriquecedora al campo del conocimiento de esta forma de representación del pensamiento y el conocimiento.

Como figura de transición entre el siglo XIX y el pasado XX, habría que mencionar a Sam Lloyd (11) como uno de los grandes inventores de rompecabezas y, a la vez, uno de los mayores divulgadores a través de periódicos y revistas, ha-





Fig. 2. Alquerque de Alfonso x el sabio.

ciendo llegar la ciencia al gran público, preparando lo que iba a ser el diseño y la industrialización para la sociedad actual.

El relevo fue tomado en la década de los 60 por el divulgador científico Martin Gardner. Sus artículos publicados en el *Scientific American* entre 1956 y 1960 fueron recogidos en su libro sobre puzzles matemáticos (12). En esta obra pone de relevancia a autores como Solomon Golomb, creador de los pentominos en los años 50, y que se han convertido en material educativo universal. Igualmente presenta al cubo soma de Piet Hein, del cual hablaremos más adelante, y otros juegos de piezas móviles o puzzles mecánicos. En sucesivas obras (13, 14, 15), Martin Gardner irá intercalando, entre juegos matemáticos, diferentes hitos y ejercicios de cálculo basados en juegos de ingenio, como los cuadrados mágicos o los cubos de colores.

De las recopilaciones especializadas en puzzles es mención obligatoria el libro de Jerry Slocum y Jack Botermans (16), en el que recopila la tradición milenaria en los juegos de rompecabezas desde el *stomachion* de Arquímedes hasta el fenómeno social de cubo de Rubik en los años ochenta. Una importante aportación del arte geométrico de los 70 se aprecia en esta obra, que representa una de las mejores revisiones de este campo tan especializado. Recientemente la recopilación de Ivan Moscovich (17, 18) nos acerca, aún más, la tradición en los juegos de ingenio

a su conversión en productos, dado el tratamiento de diseño gráfico que la edición argentina permitió y que convirtió complicados principios matemáticos en juegos visuales, accesibles al gran público a través del diseño.

Toda esta fuente documental genera, como se puede observar, toda una línea de investigación, de la que aquí nos hemos limitado a mencionar las recopilaciones que más útiles han sido para su traslación a nuevos productos que aportasen innovación al mercado de juegos de ingenio.

DE LA INVESTIGACIÓN APLICADA AL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS

Juguetes Cayro es una de las empresas tradicionales españolas de juegos de mesa de Denia, y Miniland es otra con larga tradición en la producción y comercialización de material educativo. Ambas renuevan periódicamente su catálogo de juegos de ingenio por novedades que van surgiendo en el mercado o por demanda de colectivos específicos como los profesores de matemáticas y tecnología, para las diferentes etapas educativas.

Se presentan a continuación seis casos de diferentes productos en donde se ha aplicado el conocimiento de la tradición histórica, y en los que, además, se han utilizado diferentes técnicas y manifestaciones del dibujo, entendido este como una herramienta para pensar, representar y construir (19). Se pretende, de esta manera, hacer un tributo a esta disciplina, poniendo en evidencia la riqueza del conocimiento acumulado, y el gran potencial aplicativo del que aquí solo mostramos una pequeña parte, pero suficiente para poner en valor la investigación que conlleva el desarrollo de nuevos productos.

CASO 1: EL ARTE GEOMÉTRICO CLÁSICO COMO FUENTE DE INSPIRACIÓN

Uno de los libros clásicos sobre los patrones geométricos en el arte islámico es el de Keith Critchlow (20). Entre los diferentes patrones analizados por este autor nos fijamos en uno de los módulos presente en varias obras y soportes, susceptible de ser trasladado a un juego de encaje.

El producto resultante es una invitación a la experimentación con las piezas para hacerlas encajar entre sí, intentando descubrir la orientación adecuada para que queden enganchadas todas entre sí. Consiste en una sola pieza de inyección en plástico (fig. 4).



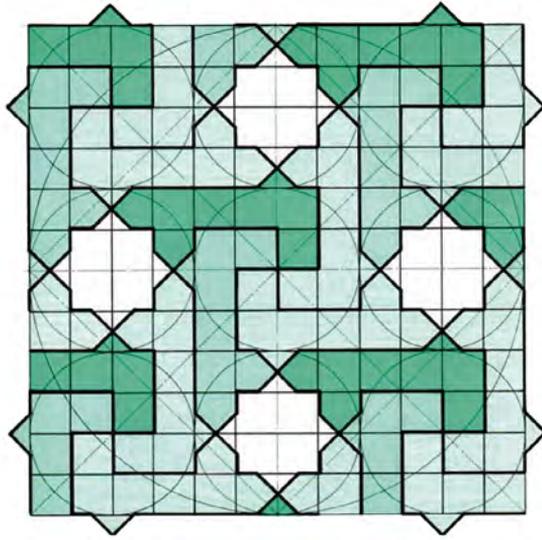


Fig. 3 Keith Critchlow, Islamic Patterns. Thames and Hudson, Londres 1989, p. 55.



Fig. 4. Enquadra. Diseño Gabriel Songel para Juguetes Cayro.



Fig. 5. La troupe. Diseño Gabriel Songel para Juguetes Cayro.

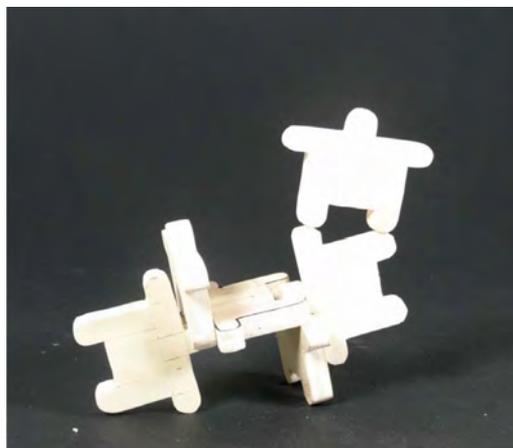


Fig. 6. La troupe. Diseño Gabriel Songel para Juguetes Cayro.

CASO 2: DE LA FIGURACIÓN HUMANA AL ROMPECABEZAS AUTOENCAJABLE

Partiendo de la imagen universal del canon de la figura humana de Leonardo da Vinci, surge una abstracción de figura homóforma modulada de tal manera que unas extremidades encajan sobre otras, permitiendo hacer uniones estables entre cada figura y desarrollar ejercicios circenses, acrobáticos y melés deportivas, experimentando todas las posibilidades de encaje entre el grupo de figuras (figs. 5 y 6).



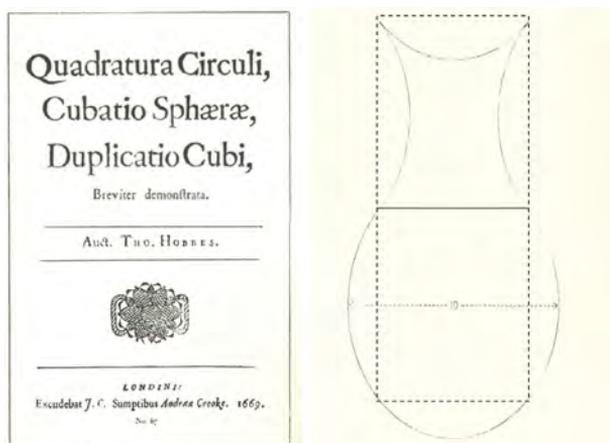


Fig. 7. Quadratura Circuli de Hobbes 1669.



Fig. 8. HipHop. Diseño Gabriel Songel para Juguetes Cayro.

CASO 3: DE LA ILUSTRACIÓN CIENTÍFICA AL JUEGO VISUAL. DEL TEOREMA MATEMÁTICO DE HOBBS LA CUADRATURA DEL CÍRCULO AL JUEGO GEOMÉTRICO

La dinámica de juego se centra en torno a la cuadratura del círculo.

Es un juego de estrategia y construcción de módulos condicionados por la aleatoriedad de un dado que va marcando el tipo de pieza que se debe utilizar en cada turno. Un jugador tiene que construir cuadrados y otros círculos, sean inscritos o circunscritos. El objetivo es colocar todas las piezas formando cuadrados y círculos dentro de la retícula que establece los límites de la zona de juego (figs. 7 y 8).

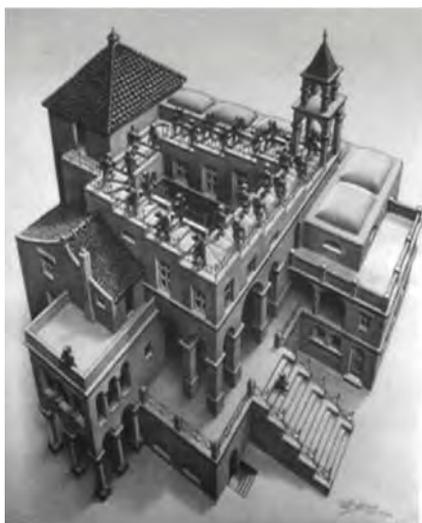


Fig. 9. Ascendiendo y descendiendo. M.C. Escher.



Fig. 10. Infinito. Diseño Gabriel Songel para Juguets Cayro.

CASO 4: LAS GEOMETRÍAS IMPOSIBLES HECHAS REALIDAD. DE UNA ILUSTRACIÓN DE PERSPECTIVA IMPOSIBLE DE ESCHER A UN MÓDULO AUTOENCAJABLE (21)

La geometría infinita

Este juego experimenta con los fenómenos que ocurren en las figuras geométricas cuando las manipulas seccionándolas, repitiendo algunas partes sobre sí mismas. El juego consiste en explorar todas las combinaciones posibles, descubriendo que siempre se pueden generar nuevas formas. Es una invitación a conocer

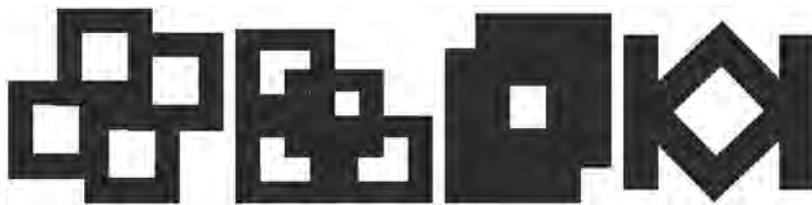


Fig. 11. Combinaciones Infintoo. Diseño Gabriel Songel para Juguetes Cayro.



Fig. 12. Geometrías imposibles de Yturalde.

el origen de la geometría y comprobar cómo la dominaban egipcios y griegos, llegando a hacer cálculos muy complicados simplemente con dibujos geométricos. Es una forma de aprender a entender la geometría como una manera de interpretar las formas de las cosas, una forma de ver la realidad, que se puede transformar y crear permanentemente nuevas formas (figs. 9, 10, 11).

CASO 5: EL ARTE GEOMÉTRICO DE VANGUARDIA: DE LOS ROMPECABEZAS VISUALES A LOS ENCAJES TRIDIMENSIONALES

Las primeras corrientes de arte geométrico y arte asistido por ordenador las podemos observar en la obra de Yturalde (22). Sus figuras imposibles sirvieron de inspiración para adaptar el engaño visual a una ranura en una pieza plana que le permite encajarse sobre sí misma, creando una serie de maclas de hasta cuatro piezas (fig. 12).



Fig. 13. Tria. Diseño Gabriel Songel para Juguetes Cayro.

CASO DE APLICACIÓN 6: INNOVACIÓN POR TRADICIÓN. LA TRADICIÓN DE LOS JUEGOS DE INGENIO ADAPTADA A SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN EXISTENTES

El cubo soma fue desarrollado por Piet Hein en 1936 y venía a plantear el reto de construir un cubo de 4×4 módulos con piezas que combinan 3 y 4 módulos. La descripción del cubo soma aparece como antecedente en la patente del famoso cubo de Rubik, siendo este conocido porque sus módulos giraban sobre el núcleo del cubo. El producto hasta ahora se había presentado con piezas encoladas de madera o de inyección de plástico. En concreto, para Miniland se vio la oportunidad de crear varios juegos de ingenio con piezas que ya utilizaban en su catálogo y entre ellos el cubo soma y sus puzzles tridimensionales. La novedad para el usuario era que se tenía que construir las diferentes combinaciones con un solo cubo unido a sí mismo. Obviamente, además del cubo soma podía hacer otras muchas combinaciones.

La investigación aplicada en los proyectos para Cayro y Miniland se inscribe en la fase puramente conceptual donde se analiza el ámbito de la geometría de encajes, el arte y la geometría, los módulos rotatorios, los acertijos y rompecabezas. De esta fase surgieron 12 conceptos de juegos de ingenio para Cayro de los que seleccionaron 8 para su desarrollo. Igualmente para Miniland surgieron dos conceptos de juegos de ingenio con orientación didáctica hacia el aprendizaje y experimentación de principios de matemáticas.

La innovación en el desarrollo tecnológico de aplicación a un producto se encargó Innoarea Design Consulting S.L., recogiendo toda la documentación y conceptualización generada en las fases previas. Su cometido fue transformar la información en producto final y para ello se encargó del desarrollo de las piezas, su optimización para fabricación, la realización de modelos y prototipos, y hasta



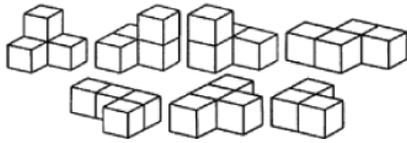


FIG. 5A
(PRIOR ART)

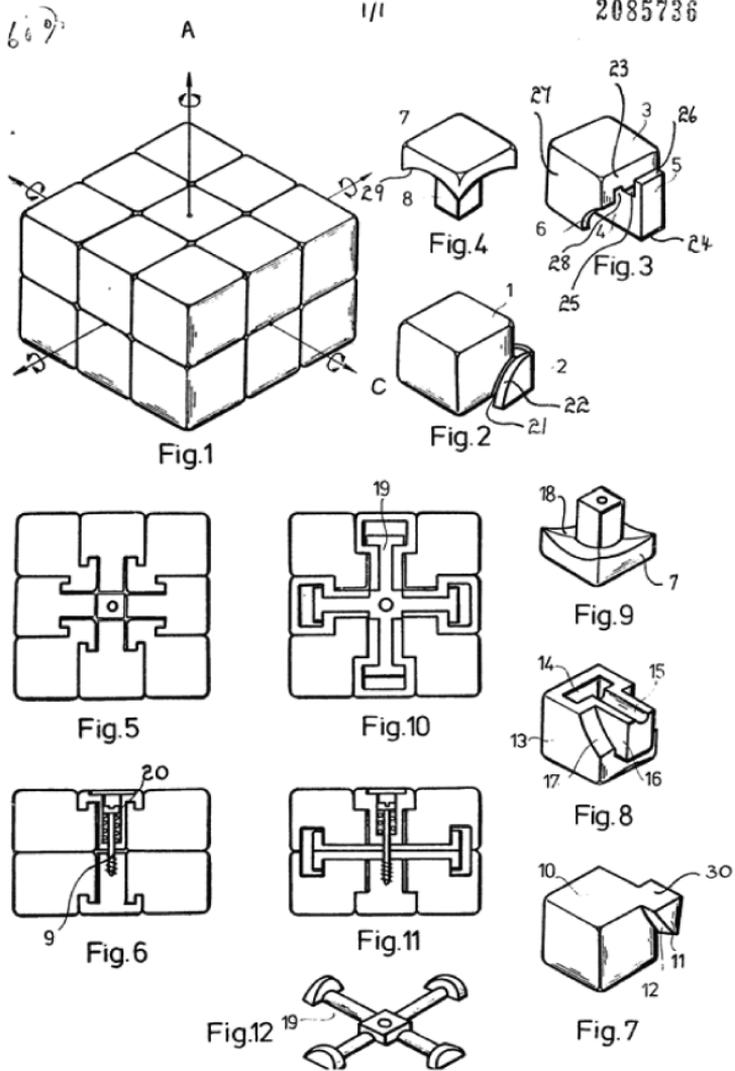
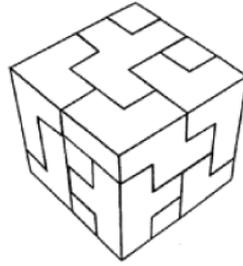


Fig. 14. Patente del cubo de Rubik. Erno Rubik. GB2085736.



Fig. 15. Multicube. Diseño Gabriel Songel para Miniland.

la redacción de las instrucciones de juego. Como consultora en diseño estratégico, Innoarea aportó a Juguetes Cayro una lista de posibles distribuidores europeos y preparó las entrevistas para la presentación de la nueva línea de productos. Efectivamente, los resultados se expusieron en la Feria del Juguete de Nuremberg en 2010, donde se presentaron a empresas distribuidoras francesas y alemanas, y se testó a los clientes. Actualmente están ya en la fase de comercialización. En 2012 se presentaron sucesivas mejoras y adaptaciones de los puzzles a juegos de mesa para optar a un público objetivo más amplio.

La implicación del Centro de Documentación de Diseño de la UPV vuelve a ser importante en esta fase de desarrollo por varias razones. En primer lugar, la localización de posibles distribuidores vino, de nuevo, por el archivo de puntos de venta europeos y los catálogos de los fabricantes de productos similares que permitió identificar empresas susceptibles de ampliar sus referencias con la nueva línea. En segundo lugar, el hecho de que los productos ya están en el mercado, hace que se conviertan en nuevas referencias que alimentan el fondo documental y se puedan contrastar con los sucesivos estudios de tendencias. Por último, el ejercicio de documentar el proceso seguido en la gestión de la información y del diseño es otra de las contribuciones de la actividad investigadora: la generación de conocimiento.

CONCLUSIÓN

Los diferentes niveles de investigación se han ejemplificado en varios proyectos de nuevos productos, yendo desde la investigación básica de la recopilación



histórica de una tradición, pasando por la investigación aplicada del análisis de tendencias para llegar al diseño y desarrollo de nuevos productos.

Se ha presentado al Centro de Documentación Impiva Disseny y el Museo del Juguete de la UPV como plataformas para la investigación de nuevos productos, situados en la intersección entre la investigación básica, la aplicada y la de desarrollo.

El centro de documentación y el museo del juguete son el punto de encuentro entre los antecedentes del diseño en el sector juguetero y sus tendencias actuales. Se ha puesto el ejemplo del desarrollo de dos líneas de producto en el contexto del sector juguetero basados en la cultura de los juegos de ingenio para determinar la importancia del conocimiento del sector y para establecer la estrategia de producto y su posterior desarrollo y comercialización.

El planteamiento de estos proyectos cumplen las cinco dimensiones de la investigación: en primer lugar la existencia de un interés general, que pueda beneficiar a gran número de personas, organizaciones o países. En este caso el interés continuado de las asociaciones empresariales nacionales del sector juguetero AEFJ y ASEPRI en el análisis de tendencias garantizan el cumplimiento de este nivel. En segundo lugar se ha de producir una innovación. Con estos proyectos de investigación conducentes a productos comerciales se cumple el requerimiento de la explotación de las invenciones para que pueda ser considerada verdadera innovación.

En tercer lugar se ha producido un conocimiento especializado, registrado en artículos y publicaciones. Todo ello ha permitido, en cuarto lugar, la formación y actualización de otros profesionales o científicos, como su uso en tesis doctorales. La difusión, tanto en medios especializados de investigación como para el gran público a través de canales comerciales, sería la quinta dimensión. Podemos concluir cómo todo el planteamiento que recoge este artículo responde y concuerda con la definición genérica de investigación, entendida ésta como el conjunto de trabajos creativos que se emprenden de modo sistemático para aumentar los conocimientos, incluidos el conocimiento del hombre, la cultura, y la sociedad, así como la utilización de esos conocimientos para concebir nuevas aplicaciones.

Recibido: 30-06-2012. Aceptado: 25-07-2012.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Dirección General XII de la Comisión Europea. Bruselas. European Commission Research, 1995.
- (2) SONGEL, G. *et al.* *Tendencias en el sector de ocio 2005*. Ibi, Instituto Tecnológico del Juguete AIJU, 2005.
- (3) SONGEL, G. y GARCÍA-PROSPER, B. *Identificación de tendencias en el sector juguetero*. Ibi, Asociación Española de Fabricantes de Juguetes, 2009.
- (4) SONGEL, G. y GARCÍA-PROSPER, B. *Spora tendencias para juguetes*. Ibi, Asociación Española de Fabricantes de Juguetes, 2011.
- (5) SONGEL, G. *Mapas de producto*. Valencia, Instituto de Diseño y Fabricación, 2007.



- (6) SONGEL, G. *et al.* *El Museo del Juguete*. Editorial UPV Universidad Politécnica de Valencia, 2004.
- (7) GRUNDFELD, Frederic. *Juegos de todo el mundo*. Edilan. Madrid, 1978.
- (8) NETZ, Reviel y NOEL, William. *El código de Arquímedes*. Temas de hoy. Madrid, 2007.
- (9) ALFONSO X EL SABIO. *Libro de los juegos: acedrex, dados e tablas: ordenamiento de las tafurerias*. Fundacion Jose Antonio de Castro, Madrid, 2007.
- (10) BORDES, Juan. *La infancia de las vanguardias : sus profesores desde Rousseau a la Bauhaus*. Cátedra, Madrid, 2007.
- (11) SAMOILOVICH, Daniel. *Los acertijos de Sam Lloyd*. RBA. Barcelona, 2007.
- (12) GARDNER, Martin. *Mathematical puzzles and diversions*. Schuster and Simon. Nueva York 1961.
- (13) GARDNER, Martin. *Nuevos pasatiempos matemáticos*. Alianza, 1972.
- (14) GARDNER, Martin. *Carnaval matemático*. Alianza, 1980.
- (15) GARDNER, Martin. *Circo matemático*. Alianza, 1983.
- (16) SLOCUM, Jerry y BOTEMANS, Jack. *Puzzles. Equation*. Wellingborough, 1987.
- (17) MOSCOVICH, Ivan. *El gran libro de juegos para la mente*, vol. 1. Troquel. Buenos Aires, 2007.
- (18) MOSCOVICH, Ivan. *El gran libro de juegos para la mente*, vol. 2. Troquel. Buenos Aires, 2007.
- (19) CABEZAS, Lino. *El dibujo como invención*. Cátedra, Madrid, 2008.
- (20) CRITCHLOW, Keith, *Islamic Patterns*. Thames and Hudson, Londres, 1989.
- (21) ERNST, Bruno. *El espejo mágico de M.C. Escher*. Evergreen, Colonia, 1994.
- (22) YTURRALDE, José María. *Geometrías*. Editorial UPV. Valencia, 2009.

