



LO DIFÍCIL EN LO FÁCIL. GEOMETRÍA EN LAS GRÁFICAS ESPONTÁNEAS PREDISCIPLINARES PROYECTUALES.

Soprano, Roxana y Amado, Marianela

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Mar del Plata.

roxanasoprano@gmail.com

Resumen

La geometría una ciencia antigua dedicada, entre otras, al estudio detallado de las figuras geométricas y sus características. Proyectar es un procedimiento anticipatorio y configurador de la forma, central en disciplinas como Arquitectura y Diseño Industrial. La geometría, impacta en aspectos morfológicos directos pero también en los sistemas gráficos analógicos y digitales de representación, sin los cuales, sería prácticamente inabordable. Para esto acude a los sistemas formales o axiomáticos, artificios matemáticos formados por símbolos, donde destaca la geometría descriptiva.

A fin de reconocer las distancias entre legos y expertos, se evalúan las dificultades y aciertos en la gráfica de elementos de apariencia sencilla, sólidos geométricos como la esfera, el cubo o una pirámide. Suponiendo un andamiaje consistente, las gráficas espontáneas, reflejan aún la complejidad en la aprehensión de los conceptos espaciales representados en dos dimensiones.

Se indaga en las dificultades para manipular los códigos propios de los lenguajes gráficos, en el dominio de competencias comunicativas propias de las disciplinas proyectuales, de aspirantes a las carreras de Arquitectura y Diseño Industrial. El proyecto permite medir condiciones comunes a una población, para aprender de ella y destinarlas a la planificación educativa estratégica.

Palabras Clave: Predisisciplinar; Geometría; Representación; Competencias; Arquitectura; Diseño Industrial.



Jornadas Nacionales sobre Pedagogía de la Formación del Profesorado: Investigar las prácticas para mejorar la formación: metodologías y problemas”



Introducción

El saber humano ha visto en el pensamiento matemático un campo ideal de indagación que vincula múltiples disciplinas de la teoría a la práctica. Su enseñanza-aprendizaje favorece la construcción de las diferentes formas del pensamiento abstracto, desarrollándose independiente, crítico y capaz de ascender a lo mejor de la cultura y el conocimiento.

El trayecto universitario funda sus saberes en aprendizajes que traen los individuos desde su formación integral previa y evolucionan hacia el conocimiento específico en determinado campo del saber. Las disciplinas proyectuales demandan procedimientos anticipatorios, configuradores de la forma sostenida por la representación y modelización del espacio. El intercambio de información, requiere el dominio de competencias comunicativas, un conjunto de códigos propios de los lenguajes gráficos organizados en distintos sistemas de representación.

La geometría, antigua ciencia, rama de las matemáticas para el estudio detallado de las figuras geométricas y sus características: forma, extensión, posición relativa, propiedades; en el espacio o en el plano. Herramienta para el entendimiento, es tal vez la parte matemática más intuitiva, concreta y ligada a la realidad. Se apoya en un proceso de formalización desarrollado por más de dos mil años en niveles crecientes de rigor, abstracción y generalidad.

De acuerdo con Jones (2002), los nuevos desarrollos en tecnología computacional hacen que el pensamiento espacial, la visualización e interpretación de información visual, sean de vital importancia. Disciplinas tales como química, física de materiales, sistemas de información geográfica, biología e ingeniería, se recurre al modelado geométrico tridimensional (3d) (Whitely, 1999, en Jones, 2002). Liedtke et al. (1995), identifican una gran demanda de modelos 3d de objetos reales, desarrollo de vuelos, simuladores, películas, paisaje, en publicidad y educación. Los contenidos de Geometría no han cambiado mayormente en las últimas décadas; sin embargo se observa reducidas competencias en su descripción verbalizada, con un modelado 3D o un dibujo sencillo. Algunas carreras requieren conocimiento geométrico sustantivo.





Desde los estándares y diseños curriculares extranjeros y nacionales para la educación obligatoria, se asiste hoy a un resurgimiento y revalorización de la geometría, desde un enfoque más dinámico y funcional. Sin embargo, en el currículum de matemática de nivel secundario en Estados Unidos, la geometría representa solamente la quinta parte y la geometría del espacio representa tan sólo el 10% de toda la geometría que se enseña. En nuestro país, la presencia de Geometría del Espacio en los programas es mayor, pero lo efectivamente enseñado es mucho menor (Camou). Varios estudios evidencian que los docentes tienden a no enseñar Geometría, si bien figura en currículas, por desconocimiento de sus aspectos disciplinares como de su importancia (Báez & Iglesias, 2007; Gómez y Núñez, 2009). Si se la aborda, queda restringida al reconocimiento de nombres (Tavío y Méndez, 2006) o se limita a la geometría bidimensional (2d) (Moore-Russo y Schroeder, 2007).

Las debilidades se acentúan como consecuencia del escaso tiempo destinado al desarrollo de la competencia espacial en la escolaridad previa, a pesar de estar vinculada con el pensamiento crítico y la imaginación. No refleja el reconocimiento atribuido a los sólidos como un buen soporte para desarrollar actividades de producción matemática. Muchas limitaciones que nuestros alumnos manifiestan sobre su comprensión, se deben al tipo de enseñanza que han tenido.

González, Guillén y Figueras (2007) señalan que tal exclusión podría deberse a la debilidad en la formación de los profesores en la didáctica de la geometría 3d. Problemas de lenguaje, juicios basados en subfamilias o en parte de una figura; extensión de una propiedad de una familia de sólidos a otra, de elementos del plano a elementos del espacio; aplicación incorrecta de relaciones de inclusión, exclusión o solapamiento; incompreensión de conceptos implicados en cierta propiedad, son factores que dan lugar a ideas erróneas y constituyen un aporte significativo para interpretar posibles dificultades en la organización del conocimiento especializado del contenido “sólidos” de los futuros estudiantes (Guillén, G. 2000).

Las personas construyen de manera intuitiva algunas relaciones y conceptos geométricos, producto de su interacción con el espacio; la enseñanza de la Geometría debe permitir avanzar en el desarrollo del conocimiento de ese espacio, de tal manera





que en un momento dado pueda prescindir de él y manejar *mentalmente* imágenes de figuras y relaciones geométricas, haciendo uso de su capacidad de abstracción. Permite al alumno estar en interacción con relaciones que ya no son el espacio físico sino un espacio conceptualizado, en determinado momento, la validez de las conjeturas que haga sobre las figuras geométricas, ya no se comprobarán empíricamente sino que tendrán que apoyarse en razonamientos que obedecen a las reglas de argumentación en Matemáticas, en particular, la deducción de nuevas propiedades a partir de las que ya conocen.

La geometría es una de las áreas básicas para el desarrollo del pensamiento espacial y visualización, potenciada al integrarse para una construcción conceptual con la tecnología computacional. El desarrollo de la intuición espacial requiere habilidad para operar mentalmente con imágenes e inferir a partir de ellas. Compartir las imágenes visuales personales puede ayudar a desarrollar habilidades de comunicación, concientiza de las diversas interpretaciones que pueden darse de una imagen o una descripción, ya que la percepción del espacio y la forma no es tan directa (Fermüller y otros, 1997). Las gráficas espontáneas reflejan la complejidad en la aprehensión de conceptos espaciales. Se indaga en la abstracción del sujeto; los conflictos para operar un conjunto de códigos para competencias comunicativas de las disciplinas proyectuales.

Cubo, Pirámide, Esfera, en la producción de arquitectura y objetos.

Cuadrados, rectángulos, círculos; son modelos teóricos que encontramos en nuestro entorno. La geometría utiliza nociones como puntos, rectas, paralelas y perpendiculares, planos y curvas. Ejerce en formas de pensamiento avanzado, con objetos ideales mentalmente manipulables.

Para representar algunos aspectos de la realidad, la geometría acude a los sistemas formales o axiomáticos, artificios matemáticos formados por símbolos. La geometría descriptiva busca resolver los problemas del espacio con operaciones que se efectúan en un plano, representando las figuras de los sólidos. Sean reales o ideales ocupan un volumen en el espacio proyectándose en las tres dimensiones de alto, ancho y



largo. Están compuestos por figuras geométricas, limitados por una o varias superficies. Se distinguen dos clases de sólidos geométricos: poliedros y cuerpos redondos. Analizaremos: el cubo, la pirámide de base triangular y la esfera.

Estos cuerpos geométricos estrictos configuran la estructura modular y portante de las morfologías usuales, de proyecto en Arquitectura y Diseño Industrial. Su representación en geometría descriptiva, sirve de enlace a la comprensión de gráficas más complejas.

El Proyecto de Investigación general, se concentra en la capacidad de encodificar, maneras de poner en signos los conceptos. Analiza declaraciones gráficas, evocadas por un enunciado verbalizado. La noción del objeto implica atribuir a la figura un sostén, tal que la sustancia de la cual ella es índice, sigue existiendo. Se observa la construcción de la imagen de un concepto.

El Cubo

El cubo se elige como paradigma en su vinculación con los sistemas geométricos. La ortogonalidad de sus caras resulta óptima para relacionar con la terna solidaria. La regularidad emergente de la propia definición de la figura, igualdad de caras, lados y ángulos, da elementos para evaluar aspectos dimensionales. Como sólido geométrico, inaccesible en su interioridad.

El empleo de morfologías que sostienen en su generación estructuras cúbicas, es tradicional en las disciplinas proyectuales. Operaciones de diseño donde domina la configuración estética del objeto con proporciones de cubo, o “caja alámbrica”. La producción proyectual, recurre al cubo como símbolo y paradigma de la forma, simple en su materialidad, despojada.



Figura 1. Gráficas de cubo analógico y digital. Producción de Arquitectura y Diseño Industrial, con morfologías cúbicas.

Se observan (Figura 1) algunos ejemplos, con el cubo como generatriz formal e idea rectora del proyecto. Combinación y operaciones sobre el cubo, para obtener diferentes resultados. Afectan algún elemento notable, incluso volviéndolos intangibles; forzando a reconocer la suma de la totalidad de sus partes aun en ausencia de algunas ellas. Explorando la síntesis y el número de elementos suficientes para seguir percibiendo la presencia de un cubo.

La Pirámide de base triangular

La pirámide triangular o tetraedro, por sus superficies oblicuas adquiere cierta complejidad. Es un poliedro limitado por un polígono triangular llamado base, y por tantos triángulos como lados tiene la base, en este caso, tres triángulos coinciden en un punto. Un tetraedro es un poliedro convexo, con cuatro caras. Cuerpo abstracto, no porta una dimensión establecida. La exactitud de sus componentes, aportan elementos para evaluar aspectos dimensionales.



Figura 2. Graficas de pirámide analógico y digital. Producción de Arquitectura y Diseño Industrial, con esta morfologías.

El uso de tetraedros como recurso formal, está presente en las conformaciones de elementos en la Arquitectura y el Diseño Industrial, como configurante principal que domina la morfología del proyecto, destacándose la singularidad de sus superficies oblicuas o bien por la sumatoria de diferentes tetraedros, vinculados a través de operaciones de diseño. Este sólido como componente formal en el proyecto, aparece también por sustracción en una forma mayor. De igual manera las caras se vuelven inexistentes, donde la estructura predomina como organizadora del espacio, en general por sus apropiadas características de resistencia y equilibrio.

La Esfera

La esfera resulta un modelo significativo en los sistemas geométricos digitales de CAD paramétrico. La propiedad principal de la superficie esférica de revolución, es que todos los puntos de su superficie equidisten del punto interior o centro; y si un plano la intercepta siempre se obtiene una circunferencia. El máximo círculo pasa por el centro de la esfera. La precisión y las superficies de doble curvatura de sus caras, aportan en la verificación del espacio.



Figura 3. Graficas de esfera analógico y digital. Producción de Arquitectura y Diseño Industrial, con morfologías esféricas.

La producción de Arquitectura y de objetos de Diseño Industrial reconoce la utilización de formas esféricas como recurso morfológico; partiendo de operaciones simples, completa sus secciones, y operaciones complejas: sustracción, adición, yuxtaposición o penetración (Figura 3).

Metodología

La prueba se tomó en el curso de ingreso compartido, previo a cualquier enseñanza disciplinar. De un total de 579 inscriptos, se analizó una muestra de 169 casos, donde es posible observar el registro gráfico de los tres cuerpos geométricos, entre otros conceptos. Las dimensiones fundamentales se basan en las emergentes gráficas se organizaron en varias unidades con diferentes aspectos de técnicas instrumentales y la Regulación Geométrico-Sistémica. Este trabajo se concentra en un conjunto de variables iniciales que intentan identificarlas dificultades de la respuesta. Se describe: la Concordancia conceptual, los Recursos correctores y la Experimentación selectiva.

Concordancia conceptual.

Establece si el concepto dibujado coincide con el concepto solicitado. Se constituye a su vez en tres variables y observaciones aclaratorias: *Coincide objeto*: existe un conjunto de datos que permiten establecer sin duda, que el concepto dibujado es el concepto solicitado. *Otro objeto*: existe un conjunto de datos que permiten establecer sin duda, que el concepto dibujado es otro concepto. Y *Ambiguo*: existe un conjunto de datos que no dan certeza del concepto solicitado.

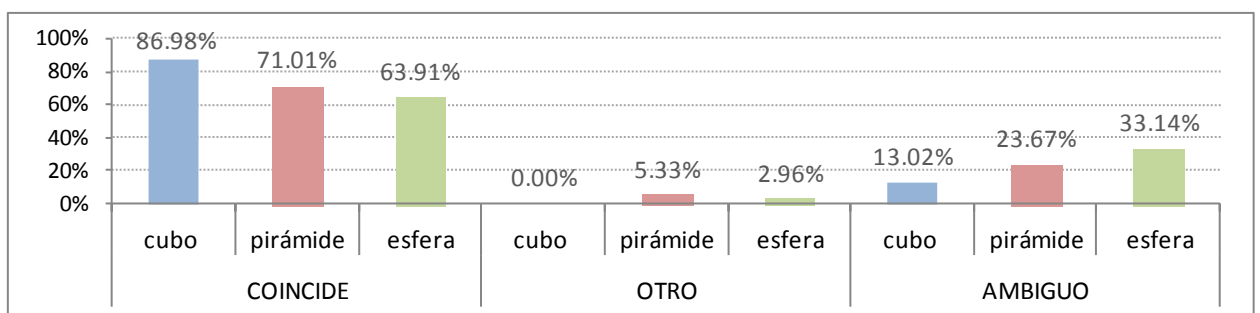


Figura 4. Gráfico: consigna objeto.

De la totalidad de la muestra (Figura 4) respondieron mayoritariamente de modo *coincidente con la consigna* solicitada en el caso del concepto cubo alcanzando un 86.98%, disminuyen en el caso de la pirámide (71.01%) y aun más en la representación de la esfera (63.91%).

El cubo nunca representa *otro concepto*, tiene autonomía conceptual por fuerza de su forma o debilidad de portadores formales análogos. La pirámide de base triangular es dibujada mediante conceptos asociados en un 5.33%. Estos incluyen líneas oblicuas o triángulos. Pirámides de base cuadrada, carpa, rombo, barrilete, son algunos de los casos. Para la esfera, un 2.96% se expresa exclusivamente con objetos portadores de esa forma: pelota, globo terráqueo.

En el cubo el 13.02% de la muestra respondió de forma ambigua. La manera de representar la regularidad de sus caras, la continuidad de las aristas, ausencias parciales, grandes diferencias dimensionales entre las partes, alternancia de las caras invirtiendo delante y atrás, convierten las gráficas en dibujos imposibles, como los de M. C. Escher, en sus espacios paradójicos.

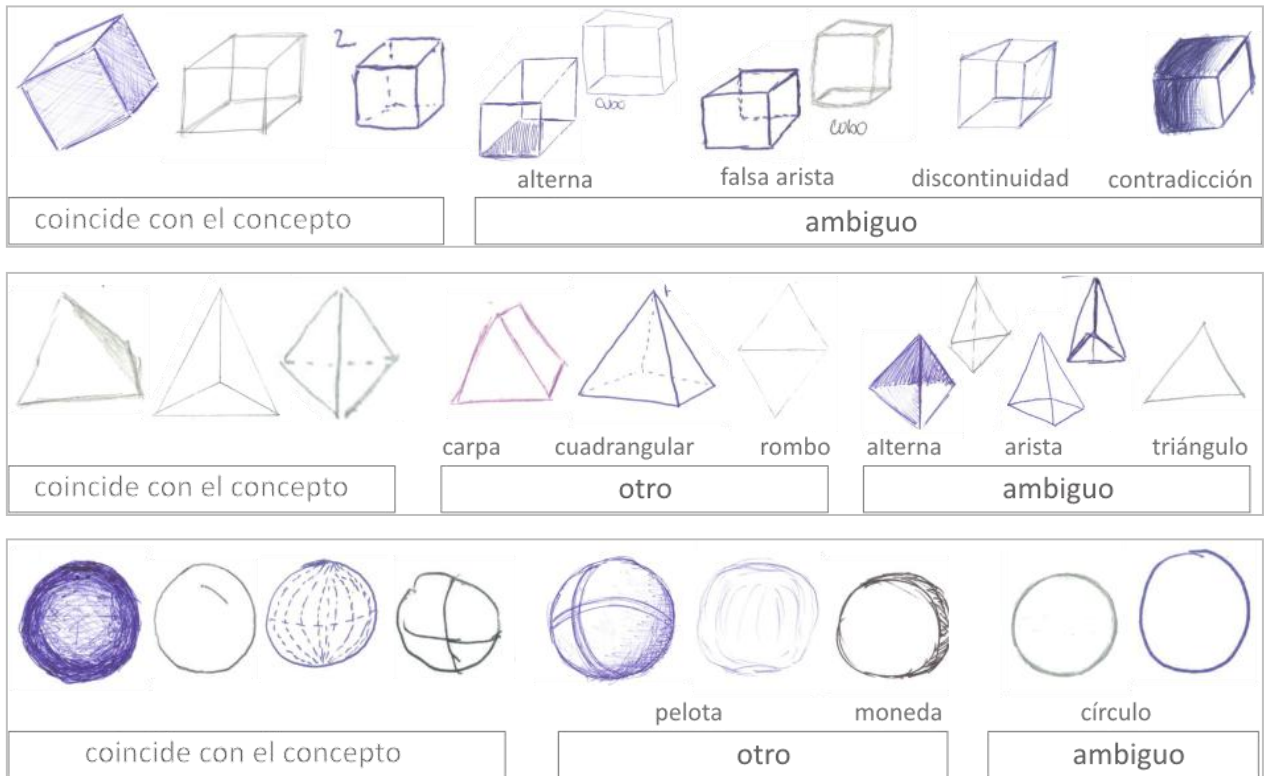


Figura 5. Dibujos de la muestra. Consigna objeto.

Para la pirámide, el 23.67% sostiene dificultades similares, alternancias de lo que está por delante y lo que ocurre por detrás, adentros y afueras, así como también aristas incompletas o discontinuas, aparece la *ambigüedad* también en la ausencia de datos para afirmar que el concepto es una pirámide de base triangular, cuando solo se presenta el dibujo de un triángulo, pudiendo interpretarse dibujo incompleto en Monge. Finalmente un 33.14% de los aspirantes presenta ambigüedad en la representación de la esfera, en este caso, la gráfica reducida solo a su configurante exterior o contorno, la asocia un círculo, si bien es una de las vistas posibles del concepto no es información suficiente para afirmar sus tres dimensiones en el espacio. No hay sombras, brillos que denoten una piel curva, ni elementos de su estructura formal como meridianos, diámetros etc., que trasciendan la figura bidimensional.

El análisis expone mayores dificultades en las gráficas del sólido redondo, posiblemente por la dificultad de representar curvas sobre una superficie bidimensional, por la continuidad sin aristas y objetos paradigmáticos. En el extremo el cubo, como cuerpo abstracto resulta ser el de mejor dominio al momento de dibujar.

Recursos correctores

Registra los recursos de acomodamiento de una gráfica inicial a la expresión final, en un mismo dibujo. Son acciones de corrección para devenir en un mayor acercamiento entre el dibujo y la imagen mental del concepto. Para esto se utiliza, *Borrado*: si la experiencia anterior fue eliminada sustrayendo las trazas de grafito. Con *Trazos correctores*: el dibujo manifiesta en alguna de sus partes, trazos sucesivos, acomodatorios de direcciones o angularidades. *Tachado*: releva si algún trazo es superado y además del nuevo trazo, el anterior se tacha.

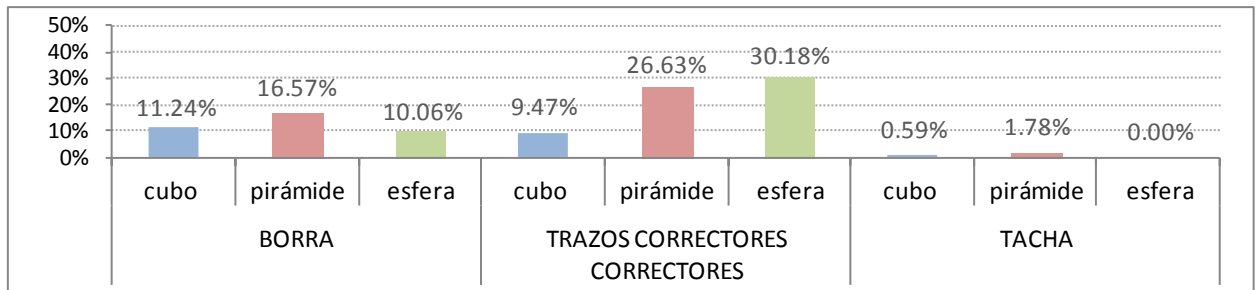


Figura 6. Gráfico: correcciones intraconcepto.



Figura 7. Dibujos de la muestra. Correcciones intraconcepto.

Se observa en las correcciones intraconcepto que para los tres sólidos predominan los trazos correctores como técnica de modificación de la gráfica, la mayoría de los que corrigen sus representaciones lo hace incorporando líneas de mayor grosor o más oscuras, buscando reafirmar la última decisión y alcanzar un dibujo que satisfaga sus expectativas individuales para responder con la consigna solicitada. Prefieren la convivencia de líneas de proceso y destacar aquellas que consideran definitivas. El cubo presenta menos correcciones y mayor certeza inicial. La pirámide con el borrado supone errores generales de disposición espacial. En tanto la esfera, los trazos correctores tienden a acomodar la regularidad circular. En los tres ejemplos el tachado como medida extrema interior, es significativamente inferior.

Experimentación selectiva.

- Multiplicidad

Se busca indagar en la capacidad de abstracción del sujeto encodificador al momento de graficar, examinando si necesitan recurrir a un segundo concepto agregando contenido, o si por el contrario logran representarlo unitariamente. Esta variable indica la cantidad de pruebas que se realizaron hasta la definitiva, es un trayecto de uno o más pasos. Una prueba, *Única*: si la experiencia se constituye en una sola práctica. *Múltiple*: más de una experimentación.

De los 169 aspirantes encuestados, un 91.72% respondió con una *única* experiencia a la consigna cubo; mientras que un 82.25% a la consigna pirámide de base triangular y un 92.90% a la consigna esfera. En oposición se observa que sólo un 8,28% respondió con *múltiples* experiencias a la consigna solicitada cubo; un 17.75% expone *múltiples* experiencias para las graficas de pirámide de base triangular y un 7.10% para la esfera.

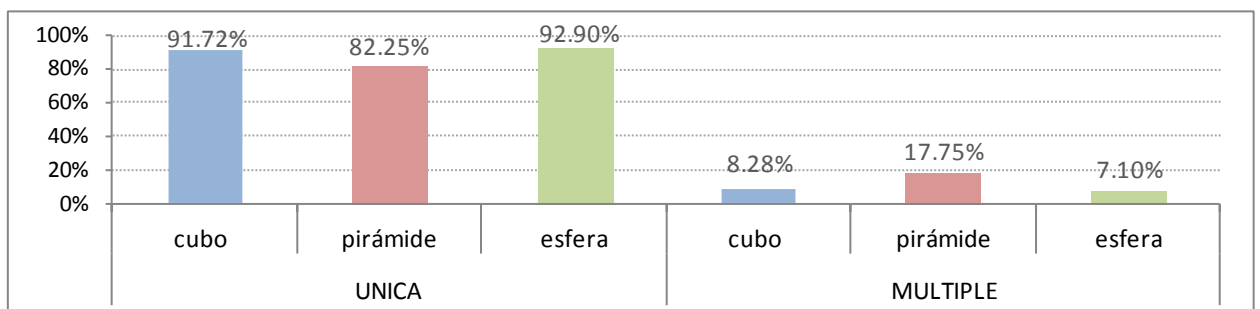


Figura 8. Gráfico: experimentación.

Estos datos indican que en el interior de la muestra hubo un mayor número de pruebas para la representación de pirámide, el 17,75% experimentan la disconformidad con su dibujo inicial, sea por considerarlo erróneo o insuficiente, y suponen la necesidad de superar la primera gráfica. Los mayores índices de conformidad están presentes en las gráficas de esfera, aún cuando hemos observado que son las representaciones con mayores consideraciones de ambigüedad y menor coincidencia con el concepto solicitado, esto expone un bajo registro de percepción y una insuficiente evaluación de lo que están dibujando como consigna.

- Cantidad

Al considerar que la experiencia no fue una sola, sino que realizó pruebas múltiples, se contabiliza la cantidad de experiencias realizadas en el proceso incluyendo la definitiva.

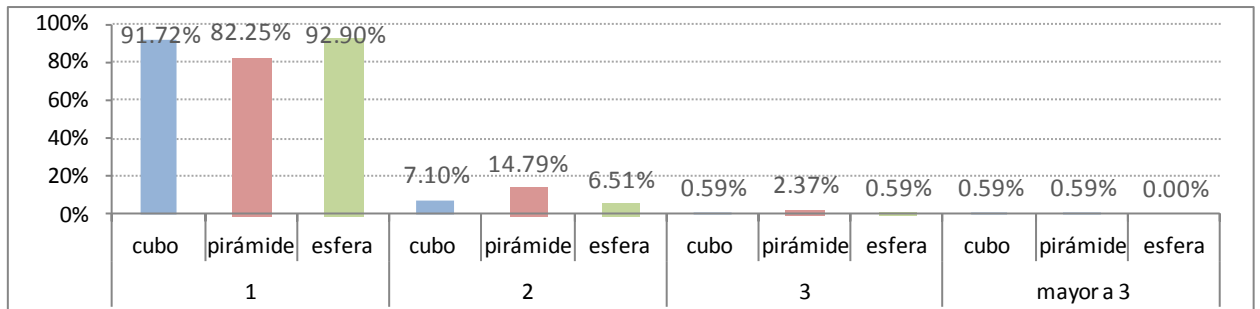


Figura 9. Gráfico: cantidad de experiencias realizadas.

En el gráfico se afirma el predominio de pruebas únicas, y las experiencias múltiples en los tres conceptos dibujados, registran mayoritariamente dos experiencias, solo la pirámide se destaca con varios casos donde se presentan tres experiencias, en el cubo y la esfera solo un sujeto expone tres dibujos para el concepto requerido y para los casos de más de tres dibujos solo se encuentra un caso para pirámide y un caso para cubo, no así para esfera.

- Sentido.

La secuencia de gráficas puede ser: *Superadora*: cuando la secuencia culmina en una gráfica aislada, superadora de las anteriores. *Complementaria*: cuando la experiencia es múltiple pero las gráficas se complementan en una muestra compleja y complementaria del concepto.

En este sentido se observa un 8.28% de experiencias superadoras para el concepto de cubo; un 17.75% para pirámide y un 7.10% para esfera. Es positivo observar que aun en las dificultades que asume el dibujo de cualquiera de los tres conceptos solicitados, en los casos donde está presente la multiplicidad de gráficas, se registren datos superadores en comparación a las iniciales. La repetición y corrección, incluso en la selección de la gráfica definitiva se han utilizado criterios de evaluación selectiva y acomodativa.

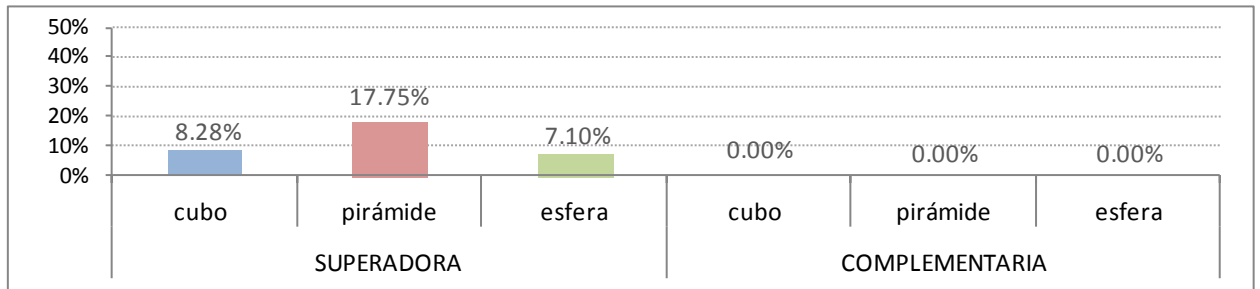


Figura 10. Gráfico: pruebas múltiples.

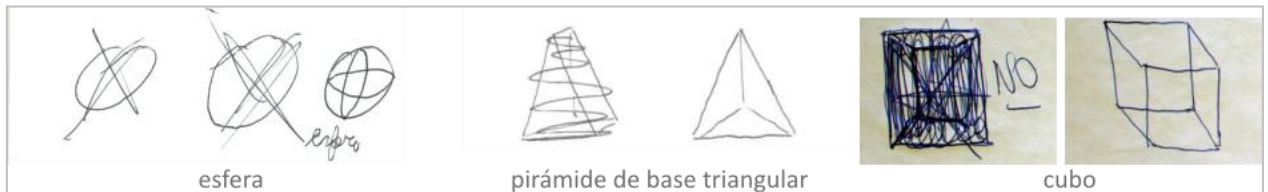


Figura 11. Dibujos de la muestra. Secuencia superadora.

Esto indica a su vez que en ningún caso las experiencias dibujadas de los sólidos han sido complementarias entre sí, no se recurre a múltiples registros gráficos combinados para representar un todo más complejo..Esto se marca porque para el proyecto, resultan habituales los gráficos complementarios desde posiciones horizontales como las “plantas” y las verticales, como “fachadas” y “cortes”, se complementan y combinan.

Recursos conjuntos

En la práctica final, entendiendo a ésta como la última experiencia gráfica de cada consigna, se evalúa si se encuentra: *Intacta*: sin correcciones, utilizando trazos directos, sin borrar, tachar ni corregir, entendiendo a ésta como la última experiencia gráfica de cada consigna. Por el contrario se mide si recurre a correcciones *Intraconceptuales*: sobre la gráfica final. O si establece un proceso interno de evolución de la consigna, realizando más experiencias gráficas, estableciendo una *Secuencia*. Por último, algunos casos presentan *Ambas*: la secuencia de más de una prueba y sumado a ello, la última experiencia gráfica presenta un proceso propio de corrección.

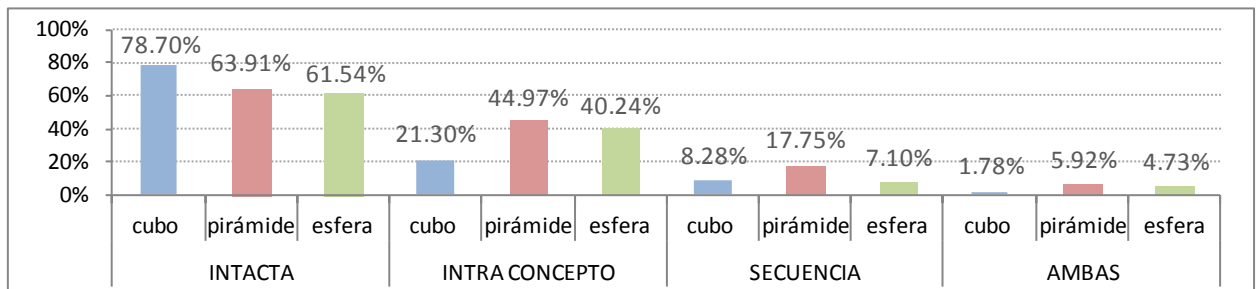


Figura 12. Gráfico: correcciones.

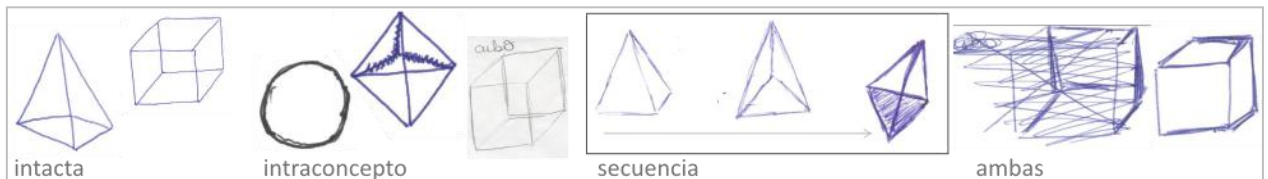


Figura 13. Dibujos de la muestra. Correcciones.

Observando los extremos, aquellas experiencias *intactas* versus las pruebas con *ambas*, donde conviven los dos últimos tipos de corrección. Un 78.70% de aspirantes realiza experiencias intactas en el caso cubo; mientras que un 63.91% lo hace en el caso de la pirámide y un 61.54% en el caso de la esfera. Mientras que porcentajes muy por debajo realiza gráficas combinadas, siendo un 1,78% para el caso de cubo; 5.92% para la pirámide y 4.73 % para la esfera.

Conclusión

Se observa que un gran número de los aspirantes a disciplinas proyectuales en la UNMDP presentan dificultades para dibujar cuerpos geométricos de apariencia sencilla. Entre un 15 y más de un 30% de la muestra (según el sólido solicitado) no logra dibujar de manera coincidente el objeto. Los mayores conflictos que se registran en relación a la identificación del concepto se deben a representaciones ambiguas, donde los elementos dibujados son insuficientes para definir el concepto. Otra característica que se presenta recurrente, es la imprecisión de los límites, confundiendo posiciones reales de aristas, construyendo lados transparentes y otros opacos, generando situaciones de imposibles o ambiguas.

Al mismo tiempo, si bien la mayoría de la muestra refiere un prueba única, más del 15% realiza pruebas múltiples de al menos un objeto que supone complejidades



geométricas simples; y apenas dos tercios sostienen pruebas intactas, el resto manifiesta correcciones de algún tipo.

Esto supone que la confianza por parte de los aspirantes en proporcionar una respuesta única e intacta en un 30% al menos, sostiene intentos iniciales de inconformidad, duda o incluso errores en donde se borra, tacha, o remarca con un trazo más sólido el sector “válido”. Intentan varias veces hasta que dan una respuesta al concepto, que consideran como posible. Aun así, después de diferentes intentos en algunos casos, no siempre la respuesta es correcta o alcanza a cumplir con todos los ítems que confirman que la gráfica dibujada se corresponde con la solicitada.

Se hace evidente que el dibujo plano de un objeto matemático de tres dimensiones, presenta importantes conflictos en instancias iniciales de la formación disciplinar. Incluso la dificultad se registra también en la redundancia, una variable que observa si identifican la confirmación del dibujo con la palabra. El proyecto a su vez, avanza en otros niveles de análisis, que no se constituyen como parte de este trabajo. Sin embargo parece significativo mencionar, que se registra por ejemplo características que hacen a la proporcionalidad, con distorsiones que atentan a su significación.

Geometrías básicas, son presentan dificultades conceptuales en aspirantes universitarios. El proceso de investigación cuantitativa, permite obtener e identificar categorías generales a toda la universidad y a su vez comportamientos particulares dentro de la facultad y la carrera, el proyecto permite medir condiciones comunes a una población, para aprender de ella y destinarlas a la planificación educativa estratégica. Parece ineludible reflexionar sobre los contenidos de Geometría y el modo de enseñarlos, con el objeto de que los estudiantes sobre todo de primer año desarrollen habilidades propias del razonamiento geométrico y encuentren el sentido de los conocimientos que aprenden.

La presentación se realiza en el marco del CED, FAUD, UNMDP, combinando experiencias en docencia e investigación participando los investigadores; D. Arango, C. Bastida, A. Charo, M. Dorzi, C. Fenoglio; A. Figueroa, M. Fuertes, G. Eciolaza, Leandro Strano y G. Rodríguez Ciuró.





Referencias Bibliográficas

Bressan, A. M., Bogisic B y Crego K. (2010). *Razones para enseñar geometría en la educación básica. Mirar, construir, decir y pensar* ISBN: 987-9191-89-7. Colección: Biblioteca Didáctica

Camou B. La geometría del espacio: un fascinante mundo por descubrir. Liceo 10, Montevideo, Uruguay. Actas del 4º Congreso Uruguayo de Educación Matemática.

García Peña, S., López Escudero O. (2008). *La enseñanza de la Geometría*. México.: Instituto nacional para la evaluación de la educación.

Guillén, G. (2000). Sobre el aprendizaje de conceptos geométricos relativos a los sólidos. Ideas erróneas en *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (1).

Sgreccia, N., Amaya de Armas T. y Massa M. (2012). ¿Qué dicen los docentes, futuros docentes y formadores de docentes sobre su formación en didáctica de la geometría 3d? en *Quaderni di Ricerca in Didattica (Mathematics)*”, 22.G.R.I.M. (Department of Mathematics, University of Palermo, Italy).

Sgreccia, N.; Massa, M.. (2012). Conocimiento especializado del contenido de estudiantes para profesor y docentes noveles de matemáticas. El caso de los cuerpos geométricos. en *Educación Matemática*, Diciembre 33-66.

Soprano R. (2007) Miradas entre líneas del dibujo espontaneo en. *Revista Investigación+Acción* 10, 135-152, Centro de Impresiones UNMDP, Argentina.

