Universidad Nacional de Río Negro

Especialización en Docencia Universitaria

Trabajo final integrador:

La enseñanza de la Matemática aplicada en la Universidad. El caso de Matemática Compositiva en Diseño de Interiores y Mobiliario en la UNRN.

Prof. Jenny C. Fuentealba Palavecino
Tutora: Mg. Claudia Garelik

AGRADECIMIENTOS

La práctica educativa permite que una vez hecho el ejercicio de mirar, veamos, descubramos, pensemos, relacionemos, aprendamos, enseñemos… Por esto, el primer agradecimiento de este trabajo -y el de todos los días-, va para todos los y las docentes e instituciones que han sido parte de mi formación, desde las maestras de la escuelita rural hasta las y los docentes de posgrados…

Al enfrentar la hostilidad, la crueldad, la exclusión, los sueños rotos, las tristezas; la docencia se convierte, de manera colectiva, en trinchera. Desde allí se ofrece como un espacio de resistencia y, más importante aún, como un lugar desde donde trasformar. Lejos de todo adoctrinamiento -como se ha pretendido marcar en estos últimos tiempos- y de una supuesta falta de vocación, sabemos que son las oportunidades que damos en el aula las que van a marcar la diferencia; en especial para quienes se encuentran en situaciones de mayor vulnerabilidad…

Así, la tarea docente -que se hace con la mente, el cuerpo y el corazón- debe estar en pos de transformarnos en una sociedad menos individualista, más amorosa, con más respeto a la naturaleza y con equidad de oportunidades. Por todo esto, considero que la tarea docente es colectiva; y en consecuencia, mi agradecimiento es a mis compañeros de trabajo, los de antes y los de ahora.

Y de manera especial, va mi agradecimiento a Claudia, Emi, Victoria y Andre que acompañaron tanto este trabajo final. Gracias por las lecturas compartidas, por las charlas, por las risas, por las discusiones, por las enseñanzas y aprendizajes… Gracias por acompañar la idea de que siempre podemos hacer un poco más para mejorar en nuestra tarea de enseñar…

Para finalizar, mi amor y gratitud a los de todos mis días: mi familia. A Lauren, Mara, Nere y Teo: el engranaje de mi vida, los que cambian la perspectiva de las cosas, los que esperan tantas veces… Gracias por darle sentido a lo que soy…

Dedico este trabajo a mi papá y mamá, fueron los primeros en mostrarme que la educación es el legado más importante que podemos dejar a nuestras generaciones; que la sabiduría es principio y que la verdad es el camino. Gracias por tantos años de trabajo, compañía y por el amor!

RESUMEN

En el presente Trabajo Final Integrador se plantea diseñar, implementar y evaluar una secuencia didáctica contextualizada en problemas del campo profesional en Diseño de Interiores y Mobiliario de la Universidad Nacional de Río Negro. Esto se realiza en el marco de la asignatura Matemática Compositiva, correspondiente al primer año de la carrera. Así, se quiere contribuir en la identificación de conceptos matemáticos necesarios en la práctica profesional de interiorismo, así como en el reconocimiento de situaciones para utilizar y comunicar estos conceptos matemáticos en los procedimientos realizados.
El posicionamiento didáctico está basado en enfoques constructivistas y la innovación educativa. La secuencia didáctica diseñada, implementada y analizada en este TFI propone, a partir de fenómenos visuales, construir conocimiento sobre el razonamiento proporcional. Es por ello, que se trata, entre otras cosas, sobre la semejanza de figuras, la razón de semejanza y la homotecia. Se busca también deducir propiedades y enseñar el procedimiento para realizar esta transformación en el plano, utilizando regla y compás. Se sostiene la idea de que contextualizar la Matemática en la futura práctica profesional puede generar aprendizajes significativos y motivar a los estudiantes, contribuyendo así a sus proyectos de diseño.
La metodología utilizada en el TFI se alinea con enfoques cualitativos, enfocándose en el diseño, implementación y evaluación de propuestas didácticas.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL TRABAJO FINAL INTEGRADOR

"Soy de la opinión de que es posible desarrollar un arte mayormente basado en el pensamiento matemático"
Max Bill[1]

Introducción

La Matemática abarca diversos niveles educativos y se destaca por su capacidad para fomentar el razonamiento lógico. Con la enseñanza de la matemática se busca contribuir al desarrollo de la capacidad crítica en las personas enseñando cualidades como la generalidad, la certeza, la exactitud y la brevedad. No obstante, las percepciones sociales de los estudiantes respecto a las matemáticas suelen vincularse a una disciplina que se considera difícil de comprender y aún más complicada de aplicar, como lo señalan diversos estudios (Martínez Sierra y Arellano, 2011; Martinez Sierra, 2011; Ruiz Morón, García y Ruiz, 2011; Suarez Burgos y Rouquette Alvarado, 2015; Corica, 2009; Silva Ruiz y otros, 2017; entre otros).

Dentro de las diversas corrientes de investigación en educación matemática, se plantean posiciones con respecto a las metodologías de enseñanza, con el objetivo de desafiar las representaciones comunes de la Matemática como una disciplina inalcanzable, exclusiva para unos pocos o difícilmente aplicable. Dentro de estas corrientes teóricas encontramos por ejemplo la Escuela Francesa, que aborda la Teoría de Situaciones (Brousseau, 2000), la Ingeniería Didáctica según Artigue (1995), y la Teoría Antropológica de lo Didáctico propuesta por Chevallard, Bosh y Gascón (1997); también enfoques como la Educación Matemática Crítica (Skovsmose, 2012), la Socioepistemología (Cantoral, 2015), la perspectiva de la Escuela Anglosajona (Polya - Schoenfeld, citados en Chacon et al., 2009), y el Enfoque Ontosemiótico (Godino - Batanero - Font, 2003), entre otros.

En el ámbito universitario, se puede avanzar en esta línea al fomentar la aplicación de conceptos matemáticos en situaciones prácticas relacionadas con el ejercicio profesional. En este caso específico, con el presente Trabajo Final Integrador (TFI) se quiere contribuir en la identificación de conceptos matemáticos necesarios en la práctica profesional de diseñadores y diseñadoras de interiores y mobiliario. También, en el reconocimiento de situaciones para utilizar y comunicar estos conceptos matemáticos en los procedimientos realizados. Para esto se llevará adelante el diseño, la puesta en macha y el análisis de una secuencia didáctica en la asignatura Matemática Compositiva (MC) de la carrera Diseño de Interiores y Mobiliario (DIM), que se dicta en la Escuela de Arquitectura, Arte y Diseño de la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN).

[1] Citado por Elam, 2014

Contextualización: la asignatura Matemática Compositiva (MC)

La carrera de Diseño de Interiores y Mobiliario (DIM) en la UNRN fue creada en 2010 con la idea inicial de *servir como base para la eventual creación de la carrera de Arquitectura en la misma institución* (Resoluciones UNRN 3509/09 y 1240/10). Sin embargo, esta concepción fue modificada con la resolución UNRN N° 52/15, reconociendo diferencias en el objeto de estudio, estructuras curriculares e incumbencias entre ambas disciplinas.

La modificación del plan de estudios incluyó ajustes en la carga horaria, unificación de asignaturas, cambios en la denominación de asignaturas, inclusión de nuevos espacios curriculares, ajustes en correlatividades, generación de verticalidad en asignaturas tipo "taller" y modificaciones en los objetivos y alcances profesionales. A pesar de estas alteraciones, se mantuvo la estructura de cuatro años y el título de "Diseñador de Interiores y Mobiliario".

Dentro de las modificaciones, se creó la asignatura Matemática Compositiva (MC) para el primer año, unificando Matemática, Geometría y Física Aplicada del plan original de 2010. En MC, en el área de Ciencias Básicas, se busca *reconocer la geometría como herramienta técnica, vincular principios matemáticos con el diseño en 2D y 3D, e interpretar fenómenos físicos aplicables al diseño* (Res. UNRN N° 52/15). Posteriormente, en 2018, se implementaron nuevas modificaciones en el plan de estudios, centradas en estándares de la Secretaría de Políticas Universitarias y necesidades territoriales.

Asignatura	MATEMATICA COMPOSITIVA – 1° año	
Objetivos	**Régimen de cursado**: ANUAL **Aprobación:** Cursada con EXAMEN FINAL INDIVIDUAL **Carga horaria semanal**: 4 **Carga Horaria total**: 128 **Objetivos:** Esta materia propone reconocer a la geometría como un instrumento del cual se sirve, aprovechando todo lo que ella puede brindarle como técnica; reconocer la vinculación que existe entre ciertos principios matemáticos y el diseño en 2D y 3D. Interpretar y modelizar los fenómenos físicos que conforman el mundo de la materia y la energía y aplicarlos a la composición de los espacios interiores y objetos de Diseño.	
Contenidos Mínimos	Razón y proporción. El problema armónico. Proporcionalidad inconmensurable: número de oro o áureo. Formas geométricas y su diseño. Representación, descripción y construcción de polígonos. Representación bidimensional de poliedros. Transformaciones del plano: Simetría, Rotación, Traslación, Homotecia. Aplicaciones al diseño. La geometría del espacio. Magnitudes y unidades. Equilibrio. Fuerzas-Interacciones. Clasificación. La energía en el Diseño. Formas: cinética, potencial y mecánica. Leyes de Newton. Energía térmica: diferencia entre temperatura y calor. Propagación del calor: radiación, convección, conducción. Dilatación térmica. Cantidad de calor. Energía eléctrica: carga eléctrica. Electrizaciones. Materiales conductores, aislantes y semiconductores. Energía radiante: la luz, onda–partícula. Fuentes de luz. Propagación rectilínea de la luz. Fenómenos luminosos: reflexión, refracción. Leyes.	**Matemática** **Física**

Imagen 1. Matemática Compositiva, Extraído del Plan de Estudios Res. 20/2018

Estos cambios reorganizaron áreas no vinculadas a Proyecto y Representación y Forma, dejando a Proyecto como enlace vertical y garantizando la síntesis de saberes a través del proyecto (Resol. 20/2018). En este nuevo plan de estudios los contenidos mínimos presentados para MC siguen siendo los mismos del plan previo (Imagen 1).

El equipo docente, durante los cinco[2] cambios de docentes desde el inicio de la carrera[3], ha realizado ajustes progresivos: los contenidos del programa de la asignatura, la presentación de contenidos, la metodología y las formas de evaluación. Por ejemplo, se pasó de un programa organizado en 8 unidades a uno con 4, eliminando temas no relevantes para la formación profesional, según diagnóstico con la dirección de carrera.

Respecto a la metodología de trabajo, Matemática y Física se enseñaban y evaluaban por separado, mientras que en la actualidad se intenta enseñar y evaluar de manera conjunta y aplicada al interiorismo. Es decir, con problemas donde Matemática y Física se relacionan y aplican al diseño y uso de un mobiliario. Los instrumentos de acreditación incluyen trabajos prácticos grupales e individuales y trabajos con material concreto, como estructuras imposibles[4] o teselados[5].

Desde 2018, se ha trabajado en la concatenación de contenidos, buscando generar en el programa, unidades mixtas que vinculan objetos matemáticos con conceptos de Física. Además, se ha implementado una metodología similar a la del Aula Invertida o Flipped Classroom desde mediados de 2020, centrada en la resolución de situaciones problemáticas durante las clases. En efecto, con el modelo del Aula Invertida se pretende modificar el sistema de enseñanza tradicional, donde el docente dicta una clase magistral y el estudiantado realiza las tareas y deberes en casa. Con este modelo, en MC se procura que el grupo de estudiantes aborde los contenidos en casa mediante diversos formatos (videos, lecturas, cuestionarios, construcciones, búsquedas, entre otros), haciendo en clase las actividades de mayor peso y que requieren de la guía del grupo de docentes.

---

[2] Al 2024 se realizaron 6 cambios: quien realizaba las tareas de JTP en el área de Física renunció al comenzar el año. Sin embargo, el desarrollo de la experiencia analizada en este TFI se analiza durante el 2023.

[3] Las prácticas docentes suelen asociarse exclusivamente al ámbito del aula, equiparándolas con la enseñanza y dejando fuera factores que también las atraviesan y configuran (Edelstein, 2011). Entre estos factores destacan las políticas administrativas que regulan el trabajo docente. Estas mismas políticas han facilitado el ingreso de nuevas integrantes a la asignatura.
En 2016, la profesora titular regular de la asignatura se jubiló, al igual que la JTP encargada de Física a inicios de 2018. Tras la jubilación de la profesora titular, la enseñanza de los contenidos de Matemática quedó temporalmente a cargo de una única docente, quien escribe este TFI. Más tarde, en 2017, se incorporó una profesora adjunta, y en 2018 se sumó una ingeniera civil como JTP para la parte de Física. Asimismo, desde hace tres años se cuenta con un cargo de ayudante de primera, que ha sido ocupado por dos docentes diferentes desde entonces. El puesto de ayudante alumno quedó vacante en 2018 y, pese a que dos estudiantes intentaron asumir esta función, no lograron concretar su participación.
Estas dinámicas reflejan cómo las modificaciones en la composición del equipo docente, ya sea por jubilaciones, concursos o designaciones administrativas, impactan en las prácticas llevadas a cabo en la universidad. Dichos cambios son respaldados por dispositivos institucionales y una cultura universitaria que los legitiman. De este modo, el trabajo docente universitario se configura como una red compleja y en constante transformación, afectada por la simultaneidad e imprevisibilidad de los acontecimientos que lo atraviesan.

[4] Estas estructuras son desarrolladas bajo el concepto de tensegridad en Física.

[5] Un teselado del plano consiste en cubrir el mismo con una o más figuras planas poligonales (es decir, triángulos, paralelogramos, trapecios, pentágonos, etc.) de manera que éstas no se solapen entre sí ni tampoco queden regiones del plano sin cubrir.

Enseñar Matemática en DIM de la UNRN.

Considerando que el interiorismo o Diseño de Interiores y Mobiliario es una disciplina involucrada en el proceso de formar la experiencia del espacio interior; quien ejerce la profesión del interiorismo ejerce una práctica creativa. Esta práctica debe incluir el análisis de información de manera programática, establecer una dirección conceptual, refinar la dirección del diseño, y elaborar documentos gráficos de comunicación y de construcción. Es por esta razón que en los espacios curriculares de la carrera, mucho del trabajo docente debe estar focalizado en ayudar a desarrollar esa cualidad creativa junto con la enseñanza disciplinar que los mismos implican.
Siguiendo esta línea de acción, en general, en MC se propone llevar a cabo propuestas didácticas que involucren al estudiantado en el aprendizaje desde una perspectiva constructivista. Además, se intenta enseñar los temas, que corresponden a Matemática y Física, aplicados al interiorismo. Esto es posible puesto que

> "*a lo largo de la historia, la resolución arquitectónica ingenieril y de diseño, estuvo relacionado con la geometría [...]La realidad física de los volúmenes arquitectónicos y de los espacios interiores, que en el mismo se diseñan, da como resultado una estructura*." (Delgado Banegas, 2020, pág 119).

Por esta razón se han desarrollado un programa y clases considerando tales relaciones y atendiendo a situaciones propias del perfil profesional de la carrera. También, se han realizado varias modificaciones en la asignatura a lo largo del tiempo con la idea de mejorar la enseñanza y buscando involucrar al grupo de estudiantes en sus aprendizajes. A continuación, se enuncian algunas definiciones y desafíos en relación a ellas.

Desafíos en la Enseñanza de MC

En las consideraciones previas, que buscaban dar una comprensión general de la situación, se hizo un recorrido en los cambios ejecutados en el dictado de MC para DIM de la UNRN. Podemos observar algunos resultados positivos en ellos. Por ejemplo, durante el 2022, de quienes agotaron las instancias de acreditación el 0,05% no aprobó el cursado. Esto es, sólo dos estudiantes no regularizaron la asignatura por no haber alcanzado la calificación mínima en las instancias de acreditación y tampoco en sus correspondientes recuperatorios. También, del total de estudiantes que regularizaron el cursado, el 53% obtuvo una calificación superior a 7 (siete), con lo cual resultaron promocionados.
En general, quienes continúan con el cursado de la asignatura, tienen buenos resultados. Sin embargo la tasa de abandono de la asignatura sigue siendo alta, el mismo año el 62,16% no agotó todas las instancias de acreditación y abandonó la asignatura.
Dentro de las modificaciones didácticas y pedagógicas realizadas, se considera que la más relevante es el diseño e implementación de unidades didácticas contextualizadas en problemas aplicados al diseño de interiores y mobiliario. Es decir, enseñar el uso de los temas que son objeto de estudio a través de propuestas didácticas contextualizadas en el perfil profesional de la carrera. Para ello en MC, se ha tomado como ejes de la asignatura que quien egresa de la carrera de Diseño de Interiores y Mobiliario necesita implicarse en la selección de forma, material y

estructura.
Efectivamente, el diseño de interiores y mobiliario requiere de la selección de la forma, el material y la estructura de los elementos que se utilizarán en determinado espacio. Así, la selección de la forma implica el aspecto o apariencia del mobiliario. Es por esta razón que en la formación profesional se debe brindar conocimientos sobre geometría (tipos de líneas, polígonos y curvas, movimientos en el plano, cuerpos geométricos, propiedades de ellos, etc).
Asimismo, la elección de los componentes implica tener en cuenta características propias de cada material (resistencia, durabilidad, textura, etc) y la estructura a la organización y unión entre los diferentes elementos del mobiliario. Esto, además del análisis del uso y funcionalidad, requiere del estudio de magnitudes (escalares y vectoriales) y las relaciones entre ellas (densidad, estabilidad, esfuerzo y deformaciones).
Analizando todo lo anterior, se ha intentado hacer de MC una estructura pedagógica con sentido para el grupo de estudiantes de primer año de DIM, vinculando los diferentes núcleos conceptuales de la asignatura y el interiorismo. En particular, se propuso que el grupo de estudiantes pudiera incorporar a la matemática como un lenguaje útil, una herramienta eficaz que le permita generar criterios y pautas de diseño, factibles de aplicar en sus propios proyectos, durante la carrera y, más adelante, en su vida profesional.
Durante el 2023 el programa de contenidos desarrollado (ver Anexo 1), estuvo organizado en cuatro unidades: Construcción de figuras y medición en el plano; Relaciones del peso de un cuerpo; Proporcionalidad geométrica; Condiciones de equilibrio y Cubrimiento del plano: transformaciones y conservación en diseño. En ellas se abarcan contenidos de geometría plana y cuerpos geométricos, identificando las magnitudes, fuerzas, esfuerzos y deformaciones en ellos.

La Modalidad de Taller en la Formación de Diseñadores de Interiores

Según la identidad de los futuros profesionales del interiorismo en la carrera de DIM, el desarrollo profesional no se da en soledad. Por ello, muchos de los espacios curriculares de la carrera tienen formato taller. Si bien MC, que es del campo de las ciencias básicas, tiene formato asignatura, desde hace tiempo el dictado tiene características de taller también. Por esta razón desarrollamos el siguiente apartado.
Parafraseando a Ander-Egg (1991), el taller es una forma de enseñar y, sobre todo, de aprender mediante la realización de “algo” en forma grupal. El aspecto esencial del taller es aprender haciendo en grupo, relacionando la teoría con la práctica a través de la realización de un proyecto, predominando el aprendizaje sobre la enseñanza. El docente guía, orienta y comparte ideas, pero el estudiantado es el protagonista de su propio aprendizaje, con el apoyo teórico y metodológico del docente, bibliografía y documentos de consulta que el taller requiera.
El aspecto central del taller es la participación activa de todos, docentes y estudiantes, ya que todos están involucrados. Las preguntas desarrollan una actitud científica que favorece el “detenerse” frente a las cosas, problematizando, interrogando y buscando respuestas, sin instalarse en certezas absolutas. El proceso de aprendizaje es personal, pero es necesario complementar lo individual y lo grupal del taller. Es decir, hay que aprender a pensar y a hacer

juntos, suponiendo un trabajo individual del estudiante y un trabajo pedagógico individual del docente.

Parafraseando a Maldonado Pérez (2007), el trabajo colaborativo en educación es un modelo de aprendizaje interactivo que invita al estudiantado a construir juntos, combinando esfuerzo, talento y habilidades para alcanzar la meta planteada como grupo. El aula taller favorece la acción conjunta, ya que se producen y comparten experiencias, impulsando el análisis sobre la propia práctica.

Este modo de hacer tiene características propias y se basa en determinados supuestos y principios: es un aprender haciendo; es una metodología participativa; el conocimiento se produce en respuesta a preguntas; el trabajo tiene instancias grupales e individuales. Así, en MC se busca en general, que los conocimientos se adquieran en una práctica concreta vinculada al futuro quehacer profesional del estudiantado. En los procesos de enseñanza y de aprendizaje, se contribuye colectivamente a la resolución de problemas concretos y a la realización de tareas específicas, abordando tanto los desafíos propios de Matemática y Física como aquellos relacionados con la práctica profesional.

Presentación de los objetivos del TFI

La descripción realizada hasta aquí busca dar al lector una somera idea del contexto donde se desarrolla el trabajo planteado en este TFI: el diseño, la implementación y la evaluación de una secuencia didáctica considerando la futura práctica profesional y enmarcada en la asignatura MC del primer año de DIM en la UNRN. El objetivo principal es indagar aspectos de la enseñanza en este espacio curricular que resulten favorecedores para lograr aprendizajes que tengan sentido para las y los estudiantes de DIM de la UNRN. Es decir aprendizajes que permitan otorgarle un significado en situaciones de aplicación en el interiorismo.

En particular, se presenta una propuesta didáctica para enseñar el contenido matemático "Razón, Proporción y Proporcionalidad" (RPP). La elección de este núcleo está fundamentada en dos ítems: a) el perfil profesional de quien desarrolla este TFI y b) la relación de los núcleos conceptuales abordados en la asignatura. A continuación se explican ambos ítems.

a) Sobre el perfil profesional propio. Como se anticipó, la asignatura ha tenido cambios a lo largo de su historia. Es por esto, que en la organización del equipo docente se hace necesario el manejo didáctico y disciplinar de Física y de Matemática. Si bien el equipo está formado por cuatro docentes, los cuales participamos en todas las clases de la asignatura, desde la planificación hasta la puesta en marcha de cada clase, las intervenciones docentes se encuentran repartidas de acuerdo a la ciencia que predomine en el momento. Esto es, la enseñanza de la Matemática está a cargo de dos docentes, y otros dos se abocan a la enseñanza de los contenidos de Física. Dado que mi formación inicial es de Profesora en Matemática, soy parte de la primera dupla.
b) Sobre la relación de los núcleos conceptuales. A partir de un análisis disciplinar, se concluye que el eje transversal de esta asignatura reside en las RPP. Efectivamente, se puede observar cómo la mayoría de los núcleos conceptuales abordados en la asignatura se encuentran relacionados con este núcleo conceptual. En el programa del 2023 (ver

Anexo 1) se puede ver en diferentes momentos las implicancias y aplicaciones de las RPP: escalas, porcentajes, propiedad fundamental de las proporciones, razones trigonométricas, homotecia, por ejemplo.

Estos, como se ha dicho antes, al igual que otros objetos matemáticos que se enseñan en esta asignatura, son vinculados con conceptos provenientes de la física, ya que se ha organizado el programa en unidades concatenadas. En física, este núcleo también es importante. Por ejemplo; las magnitudes y los conceptos físicos abordados se pueden interpretar como razones entre elementos y características de los cuerpos. Efectivamente, como medir significa comparar, al abordar los contenidos de magnitudes, se trata de establecer cuántas veces entra una unidad de medida determinada en el objeto que queremos medir. La unidad utilizada es arbitraria y se elige por motivos tales como conveniencia, costumbre, convención o comodidad. En este sentido resulta necesario el conocimiento de la existencia de relaciones de proporcionalidad (por ejemplo, de 1000 a 1 entre metros y kilómetros, es decir 1000m equivale a 1Km; de 100 a 1 entre metros y hectómetros; de 10 a 1 entre metros y decámetros, etc). Así, se puede enmarcar el trabajo de cambio de unidades entre las problemáticas de proporcionalidad, evitando tratarlo como un contenido aislado.

De este modo, la relación entre proporcionalidad y equivalencias entre unidades fundamentales, unidades derivadas, ampliaciones, reducciones y semejanzas destaca la necesidad de abordar las RPP dentro del ámbito de lo que Vergnaud (1991) llama el *campo de la medida*. Asimismo, la tercera unidad del programa, denominada Proporcionalidad Geométrica, implica el estudio de rectángulos notables, semejanza de figuras y homotecias. En ella el concepto de proporcionalidad se transforma en la validación de la mayoría de los núcleos conceptuales.

En el próximo capítulo se ampliará sobre la importancia de trabajar con el contenido elegido. A continuación y luego de tomar estas decisiones, se definen los objetivos específicos de este TFI.
De manera general, se busca diseñar, implementar y evaluar una secuencia didáctica contextualizada en problemas del campo profesional en Diseño de Interiores y Mobiliario. Para ello se ha elegido como tema de enseñanza el núcleo de RPP. En particular, los objetivos pueden desglosarse de la siguiente manera:

- Caracterizar y comprender las prácticas de enseñanza de RPP para identificar las condiciones facilitadoras u obstaculizadoras de los aprendizajes de la misma para los/as estudiantes de DIM en la UNRN.
- Desarrollar una propuesta didáctica orientada al núcleo de RPP en la carrera de DIM en la UNRN.
- Implementar la propuesta didáctica orientada al núcleo de RPP en la carrera de DIM en la UNRN.
- Analizar la implementación de la propuesta didáctica orientada al núcleo de RPP en la carrera de DIM en la UNRN.

Metodología del TFI.

En este TFI se propone una metodología diseñada en contexto para aportar la enseñanza de la Matemática en el ámbito del interiorismo. Específicamente, se emplea la metodología de los Estudios de Diseño de Secuencias Didácticas.

Desde hace tiempo, dentro del enfoque cualitativo, la investigación basada en el diseño de secuencias didácticas se ha convertido en una línea cada vez más aceptada. Su objetivo es generar conocimiento sobre la naturaleza y las condiciones de la enseñanza y el aprendizaje mediante el diseño y desarrollo de innovaciones educativas en los entornos del aula. Esta metodología, conocida como investigación basada en diseño, contribuye a explicar cómo funcionan las innovaciones educativas en la práctica (Gibelli, 2014).

Este enfoque, asociado a metodologías de investigación como los Estudios de Diseño (Design Based Research) (Rinaudo, M. C. y Donolo., 2010), implica realizar estudios de campo donde un equipo de investigación participa activamente en un contexto educativo específico. El objetivo principal es cumplir una meta pedagógica definida a través de un diseño didáctico. En este contexto, *diseño* se refiere al desarrollo, implementación y análisis de una propuesta didáctica que se somete a investigación. Los Estudios de Diseño, implican un trabajo de campo dividido en tres etapas o fases: la preparación del diseño, la implementación y por último, el análisis retrospectivo y el rediseño.

En la primera fase, se preparan las unidades didácticas. Es crucial establecer las metas de aprendizaje que guiarán el diseño de la unidad didáctica. Esto implica describir las condiciones iniciales para evaluar los avances en la comprensión de los contenidos dentro del contexto de la clase. Además, se deben definir las intenciones teóricas de la unidad y desarrollar un diseño instructivo que conduzca al logro de las metas establecidas (Gravemeijer y Cobb, 2006; citados en Rinaudo y Donolo, 2010). Esto incluye, en este caso, la creación de actividades y problemas contextualizados a la carrera. Esta etapa también implica profundizar el conocimiento de los antecedentes teóricos de la enseñanza de la matemática aplicada al nivel superior, particularmente para el interiorismo, dado que esta es una carrera nueva en el ámbito universitario (Tapia y Sánchez, 2018; Brooker y Stone, 2010).

En la segunda fase, se implementa la unidad didáctica en el aula. El propósito no es sólo probar un enfoque instructivo y demostrar su eficacia, sino también evaluar y mejorar lo desarrollado en la primera fase para obtener una comprensión más profunda de su funcionamiento (Rinaudo y Donolo, 2010).

La tercera fase, que comienza una vez completada la implementación, implica analizar todos los datos recopilados en las etapas anteriores y reconstruir la teoría instructiva elaborada durante la preparación del diseño. Este proceso de reflexión y análisis contribuye a afinar y perfeccionar la metodología, permitiendo una comprensión más completa de su impacto y efectividad en el contexto educativo.

Estructura del TFI

Para finalizar este apartado, se presenta un breve resumen de cómo está estructurado el TFI. El

mismo consta de tres capítulos más: el marco teórico, la secuencia didáctica y reflexiones finales. Además de ello, al final se encuentran las referencias bibliográficas y los anexos.
En el marco teórico se desarrollan conceptos clave relacionados con el aprendizaje, la enseñanza y la producción de conocimiento matemático, basados en enfoques constructivistas y la innovación educativa. En efecto, se destaca el proceso dinámico y no lineal de construcción del conocimiento matemático, que surge de preguntas, intuiciones y soluciones parciales, las cuales se van refinando a lo largo del tiempo. Este conocimiento no solo es abstracto, sino que tiene una fuerte relación con el mundo real de DIM; sus aplicaciones. En este contexto, el aprendizaje matemático se centra en la acción y en la resolución de problemas concretos, promoviendo la interacción social como un factor clave para la comprensión profunda de los conceptos.
Por otro lado, el *razonamiento proporcional*, como elemento central del aprendizaje matemático de RPP, se relaciona con la comprensión de las comparaciones entre magnitudes y la variación de éstas en contextos proporcionales. Sin embargo, en las investigaciones se han identificado dificultades en su aprendizaje, como la aritmetización excesiva y el uso mecánico de reglas sin comprensión conceptual. Para superar estas limitaciones, se propone una enseñanza basada en la comprensión profunda de las RPP, alejándose de enfoques superficiales y promoviendo la resolución de problemas contextualizados.
Finalmente, la innovación educativa es fundamental para la transformación de las prácticas pedagógicas, lo que requiere de una reflexión constante y un trabajo colaborativo, con el fin de fomentar aprendizajes significativos y profundos. Este enfoque permite que el aprendizaje de la Matemática no se limite a memorizar procedimientos, sino que involucre una comprensión más amplia, crítica y aplicada del conocimiento matemático.
Como se mencionó anteriormente, en la formación profesional de DIM es necesario impartir conocimientos sobre geometría. Es por lo tanto que en esta asignatura, mucho de lo que se enseña tiene un soporte en esta disciplina. En este caso, la propuesta didáctica que se desarrolla y analiza tiene que ver con una secuencia llevada adelante en el 2023, para enseñar semejanza de figuras y homotecias: se plantea desde la idea intuitiva de figuras semejantes como "aquellas que tienen la misma forma" en relación con la ampliación de figuras, buscando enfatizar en la proporcionalidad de los lados en polígonos y segmentos notables en circunferencias y elipses.
Considerando que es posible dar la noción informal de figuras semejantes utilizando la homotecia, se prosigue con el estudio de esta transformación del plano. Efectivamente, se utilizó la homotecia como transformación en el plano que brinda figuras con "ángulos congruentes y lados proporcionales".
Luego se continúa con una actividad, basada en la propuesta de Godino, J. D. y Ruiz, F. (2002, pág 547). Con ella se busca focalizar en la proporcionalidad de los lados en el concepto de figuras semejantes. En este TFI se plantea un recorte sobre el desarrollo y análisis de algunas de estas actividades.
Se finaliza con el desarrollo y análisis de una evaluación de MC. La misma consistió en un trabajo práctico integrador de la asignatura que implicó el diseño de un mobiliario original, la construcción de su maqueta y la presentación de un informe que diera cuenta del trabajo realizado. En dicho informe se pidieron especificaciones del mobiliario, justificaciones sobre la elección de los materiales y tamaño, cálculos efectuados, esquemas y bocetos, fotos de la

maqueta, indicaciones de escalas usadas, análisis físico del mobiliario en reposo y núcleos conceptuales abordados, justificando el porqué de los mismos.
En el capítulo de las reflexiones finales se discute cómo este enfoque transformador busca revalorizar la enseñanza de la Matemática en DIM, mostrando que no sólo es crucial para resolver problemas específicos, sino también para desarrollar el pensamiento lógico. Asimismo, sobre la importancia del razonamiento proporcional para afrontar problemas propios del interiorismo y la capacidad de aplicar el conocimiento matemático de manera efectiva en el diseño.

MARCO TEÓRICO

"… las proporciones de los elementos formales y sus espacios intermedios se relacionan casi siempre con ciertas progresiones numéricas secuenciadas lógicamente."
Josef Müller-Brockmann[6]

Por mucho tiempo se defendió la idea de que hay personas con *capacidad matemática* que garantiza el éxito en esta disciplina, y del mismo modo hay otras personas que no tienen tal capacidad. Sin embargo a mitad del siglo pasado, se comenzó a gestar un movimiento que se opone a esta idea. En efecto, surge la idea de que la Matemática es una disciplina que se adquiere en forma social, poniendo en común diversas vías de la solución de los problemas presentados.

La Teoría de Situaciones Didácticas (TSD) propuesta por Guy Brosseau, es uno de los primeros modelos derivados de esta filosofía, sosteniendo que lejos de explicar la teoría matemática y ver si el estudiantado puede o no comprenderla, es mejor hacerle debatir sobre posibles soluciones y hacerle ver que es posible producir ese conocimiento. En esta teoría se propone un modelo desde el cual pensar la enseñanza como un proceso centrado en la producción de los conocimientos matemáticos en el ámbito escolar.

Por otra parte, el razonamiento proporcional es central y está presente en todos los niveles de las matemáticas escolares. Es fundamental en la estructura descriptiva de la física y otras ciencias. Muchas de las actividades matemáticas que se realizan en lo cotidiano se basan en este concepto debido a su simplicidad (por ejemplo, 5 objetos iguales cuestan 5 veces lo que vale uno). Sin embargo, estas ideas suelen ser mal comprendidas, ya que frecuentemente se enseñan de manera mecánica mediante la regla de tres (Mochón Cohen, S., 2012).

Son variados los estudios que plantean que el razonamiento proporcional desempeña un papel crucial en el desarrollo de las ideas matemáticas de los estudiantes. Por ejemplo, según Inhelder y Piaget (1958), este tipo de razonamiento indica un progreso hacia el nivel de las operaciones formales del individuo. A pesar de esta atención y de su importancia también se hace evidente en las investigaciones que estos conceptos siguen siendo difíciles de aprender para la mayoría de los estudiantes, en los diferentes niveles.

En particular, en lo que refiere al interiorismo, es una herramienta útil en variados campos. Efectivamente, usando RPP, las y los diseñadores de interiores y mobiliario podrán asegurar que todos los elementos de un proyecto se integren de manera coherente y funcional, optimizando tanto la estética como la practicidad del espacio.

La Matemática y la Física en la construcción del perfil profesional.

Como se planteó antes, se ha tomado como principio que quien egresa de la carrera de DIM en la UNRN necesita implicarse en la selección de forma, material y estructura. La selección de la forma implica el aspecto o apariencia de diferentes elementos del interiorismo. Es por esta razón

[6] En El artista gráfico y sus problemas de diseño, 1968; citado por Elam, 2014.

que en la formación profesional se debe brindar conocimientos sobre geometría (tipos de líneas, polígonos y curvas, movimientos en el plano, cuerpos geométricos, propiedades de ellos, etc). Además, la elección de los componentes implica tener en cuenta características propias de cada material (resistencia, durabilidad, textura, etc) y la estructura a la organización y unión entre los diferentes elementos del interiorismo. Esto, sumado al análisis del uso y funcionalidad, requiere del estudio de magnitudes (escalares y vectoriales) y las relaciones entre ellas (densidad, estabilidad, esfuerzo y deformaciones). Analizando esta tríada, se ha intentado hacer de MC una estructura pedagógica con sentido para los estudiantes de DIM, vinculando los diferentes núcleos conceptuales de la asignatura y el interiorismo.

Es importante señalar en este punto que, el prestigio que históricamente tenía Geometría se ha ido desplazando hacia otras áreas que ofrecen nuevos métodos de representación. El estudio de "*lo geométrico*" revela una compleja relación entre los objetos percibidos como reales, basados en nuestra percepción sensorial, y los objetos teóricos de la geometría, que siguen las leyes de la disciplina. Esta interacción plantea el desafío de enseñar a los estudiantes a pasar de una comprensión empírica, centrada en la percepción y manipulación de objetos, a un enfoque más abstracto, fundamentado en las relaciones matemáticas.

Es por esto, que las actividades de construcción son clave en este proceso, ya que promueven la formulación de conjeturas, la identificación de restricciones y el avance en los conocimientos adquiridos en la educación secundaria. Así que en MC, mucho del trabajo que se realiza tiene que ver con material concreto. Entendiendo que sólo con los materiales concretos no se genera aprendizaje de las nociones matemáticas, se plantean actividades diversas basadas en la percepción sensorial.

Por otra parte, hemos señalado que esta asignatura se ubica en el inicio de la carrera: es un espacio curricular anual del primer año. Por lo tanto, resulta significativa la indagación en relación al cuidado de las trayectorias estudiantiles. En efecto, según diversas investigaciones, en los inicios de la educación superior se juega, en muchos casos, la continuidad de los estudios (Ezcurra, 2005, 2007; Arcanio, Falavigna, y Soler, 2013; Martinez, 2011; Vercellino, 2021; Pierella, 2014; Pogré, 2020; entre otros). De este modo, en MC, resulta insoslayable reconocer las condiciones facilitadoras u obstaculizadoras para el aprendizaje matemático y físico de los/as ingresantes, poniendo especial énfasis en la enseñanza de las disciplinas para la superación de dificultades que se evidencien.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se ha podido revalorizar como eje transversal de esta asignatura: el razonamiento proporcional. En efecto, se ha observado que no sólo los contenidos matemáticos pueden estar relacionados con la razón, la proporción y la proporcionalidad (RPP), también las magnitudes y los otros conceptos físicos abordados en esta asignatura pueden relacionarse a este núcleo conceptual.

Efectivamente, reinterpretando a Ching (2002 y 2015), se pueden observar algunos puntos de la vida profesional de los diseñadores de interiores y mobiliario donde aparecen las RPP: vinculado a la lectura y realización de planos, a la distribución de espacios, al cálculo de materiales, análisis de costos y ganancias, la ergonomía y comodidad y también la relación de elementos estructurales, ventilación e iluminación.

En efecto, las RPP se vuelven una herramienta fundamental ante la necesidad de convertir dimensiones reales en un plano, ajustar escalas para imprimir planos a diferentes tamaños. También para calcular proporciones para una distribución armoniosa de elementos en un espacio determinado o para realizar ajustes en determinados espacios de acuerdo a las proporciones del diseño original. Es necesario un buen manejo de RPP para determinar la cantidad necesaria de materiales en proporción al área a cubrir (por ejemplo, pintura, pisos, maderas, etc) o también para ajustar proporciones de mezcla de materiales para lograr consistencias específicas (por ejemplo, pintura).

Es relevante mencionar que el ejercicio profesional incluye la preparación de presupuestos y el cálculo de costos. Así, resulta necesario considerar la proporcionalidad en el reparto de presupuesto para diferentes elementos del diseño (mobiliario, estructura) como también, estimar costos según cambios en el tamaño o cantidad de materiales y elementos.

Asimismo, considerar las dimensiones del mobiliario en relación a las dimensiones del espacio donde se instalarán. Al respecto, por ejemplo, se vuelve vital el buen uso de RPP a la hora de diseñar mobiliario de manera modular, ya que es necesario asegurar que las piezas encajen correctamente. Además, en el diseño de mobiliario prefabricados, consideraciones para que se adapten a espacios específicos.

Del mismo modo, el profesional de interiorismo debe considerar aspectos de la iluminación y la ventilación. Para ello debe calcular la proporción de ventanas y aberturas necesarias para una adecuada ventilación y luz natural, para que resulten espacios sustentables. Además, realizar una correcta distribución de luminarias para una iluminación uniforme. También debe considerar las proporciones en el diseño de estructuras interiores como escaleras, barandillas y marcos de puertas; teniendo en cuenta el diseño global.

Las RPP deben ser consideradas también para la armonía visual. Efectivamente, considerar la proporción de elementos en relación con el tamaño del espacio, también la relación entre patrones y texturas en textiles para mantener la armonía visual. Otro factor importante donde aparecen las RPP en el diseño es al realizar consideraciones respecto a la ergonomía y comodidad. Las proporciones en el diseño son vitales para asegurar comodidad y funcionalidad (por ejemplo, altura de mesas, profundidad de asientos). Es necesario que el profesional en interiorismo pueda realizar ajustes en las dimensiones de los muebles para diferentes tipos de usuarios. En fin, son muchas las influencias que tienen las RPP en la práctica del interiorismo, aquí se describieron algunas de ellas.

Ahora bien, el razonamiento proporcional es un contenido matemático que trasciende la escolaridad: es propuesto desde la escuela primaria hasta la educación superior. Esto se debe a que constituye un antecedente para comprender conceptos matemáticos avanzados de cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales, álgebra lineal, probabilidad y estadística, por ejemplo. Es más, el esquema de razonamiento proporcional es considerado por la psicología como un componente básico del razonamiento formal.

Sin embargo, son variadas las investigaciones que identifican que al tratar de promover el razonamiento proporcional aparecen obstáculos, tales como la excesiva mecanización en la enseñanza de la matemática y la carencia de habilidades matemáticas de conceptos implícitos como fracción, razón y proporción. Enfocado en esto, se trata de encontrar vías de enseñanza al analizar los conceptos involucrados en el razonamiento proporcional.

Como se ha planteado antes, y queriendo contribuir en este sentido, en este TFI se muestra el desarrollo y análisis de algunos puntos de una secuencia de enseñanza sobre RPP en la carrera de DIM de la UNRN. Para ello, es necesario previamente realizar una descripción del marco teórico sobre el que se basa la experiencia. Esto se realiza a partir de algunos núcleos: la innovación educativa, la enseñanza de la matemática y en particular sobre la enseñanza del razonamiento proporcional.

Innovación y aprendizaje profundo

Como indicador de mejora de la enseñanza, se utiliza el término de innovación educativa. Si bien, él mismo ha mutado a lo largo de los años, podemos considerar que la innovación educativa tiene que ver con

> "*una actitud, un proceso de indagación de nuevas ideas, propuestas y aportaciones, efectuadas de manera colectiva, para la solución de situaciones problemáticas de la práctica, lo que comportará un cambio en los contextos y en la práctica institucional de la educación*". (Imbernón, 1996, pág. 64).

Melina Furman (2023) señala que innovar en educación no es simplemente cambiar por cambiar, ya que no todos los cambios son positivos, sino que es necesario innovar porque la educación "debe tener sentido para quienes aprenden" (Furman, 2023, p. 36). La autora subraya que el aprendizaje no debe ser visto de manera utilitaria, sino que debe despertar y mantener el interés de los estudiantes, convirtiéndose en "una plataforma de despegue para la vida" (Furman, 2023, p. 38).

La innovación se presenta así como un proceso esencial, aunque complejo, que requiere una reflexión profunda y un cambio en la percepción de cómo implementar prácticas innovadoras en los entornos educativos, pedagógicos y didácticos del día a día docente. En el ámbito universitario, las dificultades para la innovación educativa están vinculadas a las tradiciones del propio sistema. Steiman escribe al respecto que

> *"en la educación superior conviven prácticas de enseñanza influenciadas por tradiciones diversas, a veces contradictorias, junto con discursos de innovación y formación para el profesional del próximo siglo; prácticas caracterizadas por la transmisión verbal junto con discursos que enfatizan la importancia del hacer en la formación profesional" (Steiman, 2017).*

Macanchí y otras (2020) argumentan que el primer paso para construir una cultura de innovación en las universidades es estudiar las concepciones que tienen los profesores universitarios sobre el dominio conceptual metodológico, su participación en los procesos de innovación y su disposición para emprender estos cambios. Además, las sugerencias y la visión colectiva derivadas de sus prácticas son fundamentales para nuevos esfuerzos. Para lograr una cultura de la innovación en la educación, la pedagogía y la enseñanza, es necesario mejorar la organización, comunicación y metodologías de trabajo, centrándose más en las personas mediante el trabajo colaborativo y estableciendo un pensamiento transformador que reconozca la contribución

fundamental de los docentes para garantizar la calidad educativa.
Una de las primeras decisiones para innovar en las prácticas como profesionales de la enseñanza es priorizar ciertos contenidos sobre otros para profundizarlos. Melina Furman (2023) se refiere a esto bajo el título "Menos es más: priorizar contenidos para generar aprendizajes profundos". La autora plantea este aprendizaje como opuesto al concepto del "conocimiento inerte". Algunos conceptos pueden resultar inertes para los estudiantes, es decir, están presentes pero sin vida, lo que puede generar frustraciones e inseguridades en relación al conocimiento.
En contraste, Furman (2023) sostiene que para empoderar al grupo de estudiantes y proporcionarles herramientas para la acción, es necesario promover aprendizajes profundos. Según Grant Wiggins y Jay McTighe (2005, citados en Furman, 2023, p. 55), la evidencia de dicha transferencia se da si el estudiante puede explicar con sus propias palabras, dar ejemplos, aplicar el conocimiento para resolver problemas o crear algo nuevo, relacionar este concepto con otros conocimientos previos o con la propia vida, formular preguntas propias sobre el tema, representar el conocimiento con una imagen o metáfora, argumentar su importancia y establecer conexiones personales, y enseñarlo a otros.
Además, la transferencia del conocimiento también tiene una dimensión emocional. Hay aprendizaje si la persona se siente confiada con ese conocimiento. Furman (2023) afirma que "*cuando sabemos algo en profundidad, eso nos genera satisfacción, orgullo, seguridad, placer y, en muchos casos, pasión. Nos sentimos cómodos con ese tema. Sentimos que es parte de nuestra identidad, de lo que somos y podemos hacer en el mundo*" (p. 55).
En este sentido, Furman (2023) invita a innovar en la "escuela real" (que incluye la educación superior), lo que implica mirar nuestra práctica con ojos reflexivos y curiosos. Es importante identificar lo que hacemos bien, ya que esto debe ser la plataforma para avanzar y seguir hacia la transformación que buscamos. Según Furman, esto se facilita a través de las comunidades profesionales de aprendizaje que reflexionan sobre los desafíos y fortalezas de la institución y sus miembros, partiendo así de un diagnóstico realizado. Es vital que nuestra tarea docente sea "estimulante y gratificante" para estudiantes y docentes.

Sobre la matemática y su enseñanza.

La Matemática se ha desarrollado a partir de preguntas, las cuales han evolucionado en una variedad de problemas. Estas preguntas han surgido de diferentes contextos y momentos históricos. Así, la construcción del conocimiento matemático ha pasado por fases de resistencia, soluciones parciales, conjeturas, dudas, intuiciones y también momentos de axiomatización y síntesis. Este proceso continuo de construcción y reconstrucción del conocimiento no es lineal, sino dinámico, con frecuentes rupturas y reorganizaciones. Es por esto que aunque abstractos, los conceptos y resultados matemáticos tienen sus raíces en el mundo real y encuentran aplicaciones prácticas en diversas disciplinas científicas (Parra y Saiz, 1994).
El aprendizaje de la matemática, desde una concepción constructivista, se apoya en diversas bases o principios. En primer lugar, el conocimiento no se apila, pasa de estados de equilibrio a estados de desequilibrio, es en el transcurso de estos momentos cuando los conocimientos

anteriores son cuestionados, evaluados. Además, la acción es determinante en el aprendizaje, vista como respuesta a problemas concretos.
En concordancia con esto, el aprendizaje ocurre cuando el alumno identifica y se enfrenta a un problema para resolver. Asimismo, las producciones de los estudiantes sirven como indicadores de su estado de comprensión y conocimientos y el aprendizaje matemático se construye a partir de redes de conceptos que se organizan en campos conceptuales interrelacionados. Finalmente, la interacción social es un elemento fundamental en la generación de aprendizajes, ya que el intercambio de ideas y la colaboración facilitan una comprensión más profunda y significativa de los conceptos matemáticos, las producciones de los alumnos son una información sobre su "estado de saber".
Es importante analizar que en este marco producir conocimientos supone tanto establecer nuevas relaciones como transformar y reorganizar otras. En todos los casos, producir conocimientos implica validarlos, según las normas y los procedimientos aceptados por la comunidad matemática en la que dicha producción tiene lugar (Sadovsky, 2005, p.17). Esto también implica tomar posición respecto del aprendizaje, de la enseñanza, del conocimiento matemático, de la relación entre el conocimiento matemático que habita en el ámbito escolar y el que se produce fuera de él.
En efecto, significa que quien diseña y sostiene situaciones de enseñanza que apuntan a que el estudiantado resuelva problemas para los cuales el concepto que se quiere enseñar resulte necesario, y para ello pongan en juego prácticas que son propias del trabajo matemático: elaborar conjeturas, ponerlas a prueba, utilizar representaciones diversas, validar estrategias propias y de otros, construir explicaciones y demostraciones, etc. En aulas en las que se propone un enfoque de enseñanza de estas características, se asume la responsabilidad de formar personas con autonomía intelectual y con capacidad crítica (Sadovsky, 2005). Se trata de espacios en los que los estudiantes se involucran en discusiones en torno a sus propias estrategias de resolución y las de sus compañeros en lugar de recibir "la" estrategia directamente del profesor.
Plantea Sadovsky (2005) que producir conocimiento se trata de "establecer nuevas relaciones, transformar y organizar otras". Brousseau (1986, 1988a, 1988b, 1995, 1998, 1999, citado en Sadovsky, 2005) conceptualiza la enseñanza como un proceso orientado hacia la producción de conocimientos en el aula. En efecto, la TSD está basada en la hipótesis de que los conocimientos matemáticos no se construyen espontáneamente, sino mediante la búsqueda de soluciones por cuenta propia del aprendiz, puesta en común con el resto del estudiantado y la comprensión del camino que ha seguido para llegar a la solución de los problemas matemáticos que se le plantean. Esto refleja la noción de construcción colectiva dentro de la comunidad educativa, entendida como un proceso de interacción social. Asimismo, el debate y la discusión sobre la resolución de un problema matemático, se conciben como importantes en el camino de aprender la teoría matemática involucrada, al despertar estrategias, erróneas o no. Es decir, no se rechaza el error, ya que las dificultades que tienen los estudiantes se evidencian a través de sus errores. Por lo tanto, es importante reflexionar acerca de su significado y origen.
Así, la visión en la TSD implica que el grupo de estudiantes plantee diferentes formas para llegar a la solución del problema, aunque eso implique un desvío del camino más clásico. En este sentido se proponen dos tipos de interacciones elementales: sujeto/medio y estudiante/docente.

Una es la interacción del estudiante con una problemática, la cual ofrece resistencias y retroacciones que operan sobre los conocimientos matemáticos puestos en juego. La otra interacción es la del docente con el estudiante en relación al sujeto/medio.
La relevancia que posee la TSD radica en la posibilidad de explicar los momentos importantes que se presentan en la clase de Matemática. En la Teoría de Situaciones se concibe el sistema "Situación didáctica" como aquel que incluye las interacciones descritas, las que no pueden concebirse una sin la otra. Brousseau (2000) define la situación como:

> "*un modelo de interacción de un sujeto con cierto medio que determina a un conocimiento dado como el recurso del que dispone el sujeto para alcanzar o conservar en este medio un estado favorable. Algunas de estas "situaciones" requieren de la adquisición anterior de todos los conocimientos y esquemas necesarios, lo que comúnmente denominamos (bagaje cultural o saberes previos), pero hay otras que ofrecen una posibilidad al sujeto para construir por sí mismo un conocimiento nuevo en un proceso "genético", a partir de saberes previos."*

Así, en el "medio" se presenta la situación a-didáctica, donde se incluye la problemática matemática inicial que enfrenta el estudiante, los saberes previos, y las nuevas relaciones que establece el sujeto sin intervención del docente. A medida que transcurre la situación, el sujeto produce nuevas relaciones transformando en consecuencia la realidad con la que interactúa.
Es importante notar que en el centro de la TSD se plantea que enseñar Matemática demanda conocimientos de la disciplina específicos para construir situaciones de enseñanza que permitan llevar adelante procesos de interacción entre el estudiantado y una situación. Esta situación debe permitir la apropiación de tales conocimientos, descubriendo su organización interna y además debe implicar utilizarlos en la solución de problemas variados. Es en este sentido que la TSD presenta un posicionamiento constructivista del aprendizaje, ya que es la voluntad de poner al sujeto en situación de producir conocimientos en referencia en primer lugar al problema, y no en primer lugar a la intención de la enseñanza.
En la TSD, es importante distinguir entre situaciones didácticas y a-didácticas. Según Brousseau, una situación didáctica es construida intencionalmente por el profesor para ayudar a los estudiantes a adquirir conocimientos específicos a través de actividades problematizadoras, contribuyendo a consolidar los conocimientos matemáticos. De esta manera, todo lo concerniente a las situaciones didácticas es responsabilidad exclusiva del docente.
Dentro de este modelo teórico se identifican, incluido en la situación didáctica, las situaciones a-didácticas. Éstas son momentos en los cuales quien aprende interactúa con el problema propuesto por el docente. Para ello, se vuelve importante la discusión con pares acerca de formas de resolución, o pasos que llevan a la solución de la situación planteada. En este momento, el docente debe observar cómo el estudiantado encuentra la solución.
Es importante notar que esto implica que la situación didáctica diseñada contribuya a que la situación a-didáctica haga surgir conflictos cognitivos y que el estudiantado se vea interpelado en sus saberes. Así, quién enseña debe actuar como guía, ofreciendo interrogantes, "pistas" de cómo es el camino a seguir, nunca darles la solución directamente.

Particularmente, se puede plantear que para ayudar a aprender geometría, se considera esencial generar ambientes de aprendizaje que combinen la manipulación de objetos y la construcción de modelos con la intuición y el razonamiento (Villella et al, 2024). Se propone un enfoque creativo para la geometría escolar, basado en el diseño de secuencias didácticas que integren el uso del cuerpo, las TIC en ambientes de Geometría Dinámica y diversos materiales, permitiendo a las y los estudiantes reconstruir los contenidos a partir de sus atributos y elaborar proyectos fundamentados en conceptos y relaciones. Con estas ideas se busca que el estudiantado:

- Interprete el mundo y resuelva problemas aplicando estimación, medición y razonamiento.
- Acceda gradualmente a modelos teóricos axiomáticos mediante técnicas y explicaciones.
- Formule conjeturas, estrategias, pruebas y ejemplos, aplicando conclusiones a nuevos contextos.
- Desarrolle herramientas matemáticas aplicables a otras disciplinas.
- Recupere el asombro y la capacidad de análisis visual.
- Construya respuestas a situaciones de su entorno, de su formación, de otras disciplinas, entre otras.

De este modo, comprobar la posesión de un saber en geometría escolar implica dos perspectivas complementarias: la del docente y la del estudiante. Para el docente, consiste en interpretar los resultados del estudiante al aplicar el saber para resolver problemas. Para el estudiante, implica demostrar que sus afirmaciones sobre un contenido son verdaderas, mediante razonamientos coherentes y consistentes. La validez de estos razonamientos depende de su forma lógica, más que de la verdad de las premisas, aunque de premisas verdaderas no se derivan conclusiones falsas.

El Razonamiento Proporcional: Fundamentos, Desafíos y Enfoques en su Enseñanza.

Según Freudenthal (1983, 2001, citado en Obando et al 2014), una razón puede definirse como una función de un par ordenado de números o valores de magnitud. También lo son la suma, la diferencia, el producto y el cociente, aunque estas operaciones son algorítmicas: existe un procedimiento para obtener el valor de la función correspondiente a un par específico. Es más, la razón también puede obtenerse transformándola en una división, es decir, interpretando “2 es a 5” como “2 dividido por 5”, pero esto constituye una distorsión de la razón. Si se equipara la razón a la división o al cociente, esto es relacionarla únicamente a la operación o a un resultado numérico, se priva a la razón de su verdadero valor.
Lo más significativo de la razón es poder analizar las comparaciones que se dan entre ellas. Es decir, ser capaz de afirmar que “a es a b como c es a d” sin anticipar que es “a es a b” (no reducir a un número o cociente a la división). Resulta valioso interpretar la comparación entre magnitudes que se dan en una sola razón como procedimiento de medición.

Así, el estatuto lógico de la razón en su contexto fenomenológico se puede parafrasear como sigue: la razón es una relación de equivalencia en el conjunto de pares ordenados de números (o valores de magnitud). La proporcionalidad se entiende como una proposición sobre razones, donde, de la misma manera que la razón depende inicialmente de dos datos, la proporcionalidad depende de cuatro. Esto es, la proporcionalidad es una igualdad de dos razones.

Dicen Obando, Vasco y Arboleda (2014) que las RPP han sido conceptos ampliamente problematizados desde los procesos de aprendizaje y de enseñanza. En su artículo realizan un recorrido por la investigación en didáctica de las matemáticas de los últimos años sobre los aspectos cognitivos, matemáticos, epistemológicos y didácticos relativos a los procesos de enseñanza o de aprendizaje de las RPP.

Cuevas, Islas y Orozco (2023) realizan un análisis y proponen que la problemática del razonamiento proporcional se agrupa en cuatro áreas clave. La primera tiene que ver con la excesiva aritmetización, se sustituye el análisis de relaciones por algoritmos sin comprender los procesos de covariación. La segunda con el escaso desarrollo de habilidades proporcionales: el uso de reglas sin significado limita la aplicación a ciertos tipos de problemas. La tercera, con la desestimación del concepto de razón en los currículos: se priorizan las fracciones y se relega el aprendizaje de las razones. La cuarta tiene que ver con la dificultad para distinguir entre relaciones lineales y no lineales, esto es conocido como la "ilusión de la linealidad".

Por otra parte, Lesh, R., Post, T., y Behr, M. al (1988) definen al razonamiento proporcional como *"una forma de razonamiento matemático. Implica un sentido de covariación, comparaciones múltiples y la capacidad de almacenar y procesar mentalmente varios datos."* (pág. 93). Dicen estos autores que este tipo de razonamiento está muy relacionado con la inferencia y la predicción e involucra métodos tanto cualitativos como cuantitativos de pensamiento. Entonces las nociones subyacentes a este razonamiento proporcional tiene que ver con la comparación y la variación. Hay dos tipos de comparaciones: la aditiva, por medio de una diferencia, y la multiplicativa, por medio de un cociente (al cual se llama razón). Es importante saber diferenciarlas y conocer las ventajas y desventajas de cada una. Plantean también, que el razonamiento proporcional involucra un sentido de variación entre dos cantidades para comparar múltiples valores. La variación proporcional directa es solo una, de infinidad de posibles variaciones (llamadas funciones) y por tanto, debemos saber diferenciarla de otras.

Estas y otras investigaciones han puesto de manifiesto que los estudiantes basan su razonamiento intuitivo sobre las razones y proporciones en técnicas aditivas y de recuento en lugar de razonar en términos multiplicativos, lo que indica una deficiencia importante. Es necesario dejar atrás la enseñanza que muestra a la regla de tres como "la llave mágica con la que se puede resolver todo problema de cuatro números con uno faltante. Para esto se debe seguir una enseñanza conceptual basada en entendimiento y no perdiendo el contexto del problema que le da sentido al proceso utilizado" (Mochón Cohen, 2012).

Además, se puede considerar al razonamiento proporcional vinculado a los aspectos geométricos de ampliación y reducción. Gomez (2007) desarrolla un estudio donde muestra que al pedir "duplicar el tamaño" muchos estudiantes no conservan la forma al cambiar el tamaño de figuras rectilíneas, un problema persistente en todos los niveles educativos. Plantea el autor que esto

coincide con hallazgos previos de que los estudiantes a menudo no logran mantener la forma original al aumentar figuras.
Las estrategias observadas reflejan un estilo cognitivo momentáneo más que distintos niveles de comprensión. Se concluye que la enseñanza tradicional sobre la razón de semejanza es insuficiente, incluso en niveles avanzados, y se necesita mejorar utilizando el razonamiento visual. Además, es crucial mejorar la comunicación entre profesores y estudiantes para evitar interpretaciones erróneas, utilizando tareas que fomenten el conflicto y la discusión para corregir y desarrollar una comprensión más profunda.
Así, las RPP aparecen vinculadas a la semejanza de figuras. Por ejemplo, es conocida la razón en semejanza por su uso como regla de representación a escala. También es conocida la importancia y uso en matemáticas de la razón en semejanza como pendiente o medida de la inclinación. Por último, la razón en semejanza es utilizada en la determinación de distancias inaccesibles. Esta aplicación práctica se sustenta en las propiedades de los triángulos en situación del teorema de Thales.
Es decir, el estudio de la semejanza de figuras está estrechamente relacionado con el estudio del razonamiento proporcional. Sin embargo, las investigaciones muestran que el concepto de *semejanza* es en realidad difícil, ya que para muchos estudiantes significa solamente “la misma forma” y la noción de “misma forma” también resulta complicada cuando se trata de figuras rectilíneas, porque todos los triángulos tienen “la misma forma” en el sentido de que todos son triángulos.
Del mismo modo, abordando el concepto de figuras semejantes y en relación con la ampliación y reducción de figuras, podemos introducir la homotecia como transformación isomórfica. Esta transformación en la geometría plana se define a partir de un punto del plano y un número real positivo:

> *Sea O, un punto del plano, y k un número real positivo. Una homotecia de centro O y factor de escala k es la transformación geométrica que transforma cada punto P del plano, distinto de O en el punto P'. Este último está situado en la semirrecta OP de tal manera que $OP' = k.OP$, y deja invariante el punto O.*
> *Se puede definir la homotecia con factor negativo considerando que OP y OP' son segmentos que se encuentran en semirrectas opuestas.*

Es decir, parafraseando a Schwartzman, 1994, citado en González, Y., Arias, I., y Picado, M. (2020) las figuras homotéticas están en la misma posición relativa y cumplen que las rectas que contienen a los vértices correspondientes se intersectan en un mismo punto, *O*, y al dividir los segmentos que se corresponden generan la constante *k*.

La planificación y organización de la enseñanza.

Plantea Angel Diaz Barriga (2013) que la creación de una secuencia didáctica es fundamental para organizar las situaciones de aprendizaje que los estudiantes experimentarán. El enfoque didáctico al que se adhiere resalta que es responsabilidad del docente proponer actividades secuenciadas que fomenten un ambiente de aprendizaje, lo que responde a la idea de “centrado en el aprendizaje”. Mientras que la clase tradicional establece una relación unidireccional entre el emisor de información y el receptor, la TSD de Brousseau (2007) subraya la importancia de las preguntas y los interrogantes que el docente plantea al estudiante, la forma en que el alumno organiza sus respuestas y cómo incorpora nuevos conceptos mediante un proceso complejo de estructuración y reorganización, que implica diversas operaciones cognitivas como la abstracción, la explicación, la demostración y la deducción, entre otras. Se plantea que el aprendizaje se da a través de lo que el estudiante hace, por la relevancia de las actividades que realiza, por la capacidad de integrar nueva información en conceptos previos y por su habilidad para verbalizar su reconstrucción del conocimiento en el contexto de la clase.

En una perspectiva similar, la noción de secuencias didácticas, que fue inicialmente formulada por Hilda Taba (1974, citada por Diaz Barriga 2013)) y desarrollada por Díaz Barriga (1996), se refiere a la organización de las actividades de aprendizaje diseñadas para los estudiantes, con el objetivo de generar situaciones que favorezcan un aprendizaje significativo. Es crucial destacar que las secuencias didácticas no deben ser vistas como una simple plantilla a completar, sino como una herramienta que requiere un profundo conocimiento disciplinar, comprensión del plan de estudios, y una visión pedagógica de quien enseña. Este proceso implica diseñar actividades que estén pensadas para el aprendizaje de los estudiantes.

Por lo tanto, la secuencia didáctica se piensa como estrategia de trabajo docente que organiza y regula el proceso de construcción de conocimiento. También traza un mapa del saber para la construcción de habilidades por parte del estudiantado. En este sentido, representa una selección y organización de los contenidos, define los parámetros del saber construido y organiza ese saber en un determinado orden (secuencia) y un determinado período de tiempo.

Es decir, una secuencia didáctica implica un proceso integral de planificación, con el objetivo de alcanzar metas específicas que favorezcan el proceso de enseñanza y aprendizaje de uno o varios contenidos (en este caso, matemáticos). En particular, en este apartado se desarrollan y analizan algunas actividades de una secuencia didáctica con la propuesta de acercar, a partir de fenómenos visuales, conocimiento sobre el razonamiento proporcional a estudiantes de primer año de la universidad. La secuencia completa se encuentra en el Anexo 2 del TFI.

Una vez diseñada la secuencia didáctica es importante analizar la gestión de la clase. En este sentido, plantean Ferrer, Fortuny y Morera (2014) que para gestionar discusiones matemáticas en el aula, es importante la metodología denominada “orquestación”. Esta propuesta, basada en investigaciones previas, plantea seis fases clave que ayudan al docente a guiar de manera efectiva el proceso de resolución de problemas por parte del estudiantado:

1. Anticipación a través del árbol del problema: El docente analiza previamente las posibles estrategias, tanto correctas como incorrectas, que los estudiantes podrían utilizar. Estas estrategias se representan en un *árbol del problema*, facilitando la planificación didáctica.
2. Configuración didáctica ampliada: Se seleccionan y preparan los recursos necesarios (materiales, tecnológicos, etc.) para apoyar el proceso de aprendizaje en la clase.
3. Modo de explotación: El docente define cómo utilizará los recursos seleccionados para alcanzar los objetivos de aprendizaje planteados.
4. Monitorización: Durante el trabajo de los estudiantes, el docente observa atentamente, identificando estrategias empleadas, errores comunes y posibles dificultades.

5. Selección de situaciones: Se elige a determinados estudiantes para compartir sus soluciones o razonamientos con el grupo, promoviendo la reflexión colectiva.
6. Secuenciación de la implementación didáctica: Las actividades se organizan en una secuencia lógica, considerando las fases anteriores y los objetivos de aprendizaje.

El principal propósito de esta metodología es mejorar la enseñanza de la matemática mediante el fomento del aprendizaje activo, involucrando a los estudiantes en la resolución de problemas y la discusión de ideas. Además, busca desarrollar habilidades matemáticas avanzadas, como el razonamiento, la comunicación matemática y la capacidad de resolver problemas, así como profundizar en la comprensión conceptual a través del análisis de estrategias diversas y la confrontación de puntos de vista. Es decir, de acuerdo a estos autores, la orquestación de discusiones matemáticas se presenta como una herramienta didáctica eficaz, diseñada para construir entornos de aprendizaje más dinámicos y significativos, promoviendo la participación activa y el desarrollo integral de competencias matemáticas en los estudiantes.

LA SECUENCIA DIDÁCTICA DE RPP: descripción y análisis.

"La euritmia es el bello y grato aspecto que resulta de la disposición de todas las partes de la obra, como consecuencia de la correspondencia entre la altura y la anchura y de éstas con la longitud, de modo que el conjunto tenga las proporciones debidas."
M. L. Vitrubio[7]

En las últimas décadas, los cambios sociales y culturales desafían al colectivo docente de la educación superior, que debe abordar de manera creativa y dinámica los problemas pedagógicos y didácticos propios del nivel. Las prácticas de enseñanza se ven interpeladas por las influencias de las tecnologías e información y los requerimientos de profesionales con competencias amplias. Las investigaciones plantean que se requiere de una transformación en las prácticas educativas que implique una cultura de innovación educativa, pedagógica y didáctica, ya que en ellas radica la posibilidad de alcanzar y consolidar la calidad en el ámbito universitario.
En particular, referido a la enseñanza de la Matemática en el Nivel Superior se plantean desafíos porque se la reconoce importante -aludiendo a su relevancia ya que genera un razonamiento lógico y aporta a la criticidad de las personas-, sin embargo, culturalmente se ha posicionado como un aprendizaje difícil, no atractivo para gran parte de los estudiantes (Ruiz Moron, García y Ruiz, 2011).
Algunas líneas de investigación plantean que en el nivel superior se debe fomentar la aplicación de conceptos matemáticos en situaciones profesionales. En el caso del diseño de interiores y mobiliario, es fundamental identificar qué conceptos matemáticos son necesarios y cómo aplicarlos, así cómo comunicar los procedimientos.
Con estas consideraciones, se ha desarrollado el PI 40A-1104 "Estudio de diseño sobre la enseñanza de la Matemática contextualizada en las carreras de Arquitectura y Diseño de Interiores y Mobiliario de la UNRN"(Resol. Rectoral 23-467). En él interesa diseñar unidades didácticas contextualizadas en problemas de aplicación, en dos asignaturas de primer año de la UNRN: Matemática Aplicada (Arquitectura) y Matemática Compositiva (DIM) analizar y evaluar si las propuestas de enseñanza diseñadas son favorables para lograr aprendizajes profundos en el estudiantado y en base a dicha evaluación, rediseñarlas para favorecer su aprendizaje. Dentro de este proyecto de investigación se enmarca este TFI enfocado en la asignatura MC de DIM.
Como se dijo antes, en la formación profesional de DIM, se debe brindar conocimientos sobre geometría, y particularmente en la geometría sintética (sin sistemas de referencias ni coordenadas). Es por lo tanto que en esta asignatura, mucho del contenido a enseñar se ancla en esta disciplina. En este caso, se busca, a partir de fenómenos visuales, construir conocimiento sobre el razonamiento proporcional. Es por ello, que se trata, entre otras cosas, sobre la

[7] VITRUVIO, Marco Lucio. Los diez libros de arquitectura . Traducción directa del latín, prólogo y notas de Agustín Blázquez, Barcelona, Iberia, 1986; citado en Lorente, 2001.

semejanza de figuras, la razón de semejanza y la homotecia. Se busca también deducir propiedades y enseñar el procedimiento para realizar esta transformación en el plano, utilizando regla y compás. Para finalizar se desarrolla y analiza una evaluación integradora de la asignatura, poniendo énfasis en algunos puntos que tienen que ver con el razonamiento proporcional.

Enseñar semejanza de rectángulos: descripción de la actividad y análisis.

La actividad diseñada para avanzar en la enseñanza de semejanza de figuras (Imagen 2) está basada en la propuesta de Godino, J. D. y Ruiz, F. (2002, pág 547). En esta sección se plantea el desarrollo y análisis de la misma centrándonos en la semejanza de rectángulos.

Una empresa ha diseñado un juego para niños que permite armar figuras como la del dibujo a) . Las piezas y sus medidas son las indicadas en b). Por diversas razones, la empresa decide agrandar estas piezas con el siguiente criterio: lo que mide 5 cm pasará a medir 8 cm; el resto de las medidas se deben ajustar a ese criterio para mantener la proporción. Diseñar en cartulina las piezas del juego ya ampliado. Analizar y comentar los procedimientos utilizados.

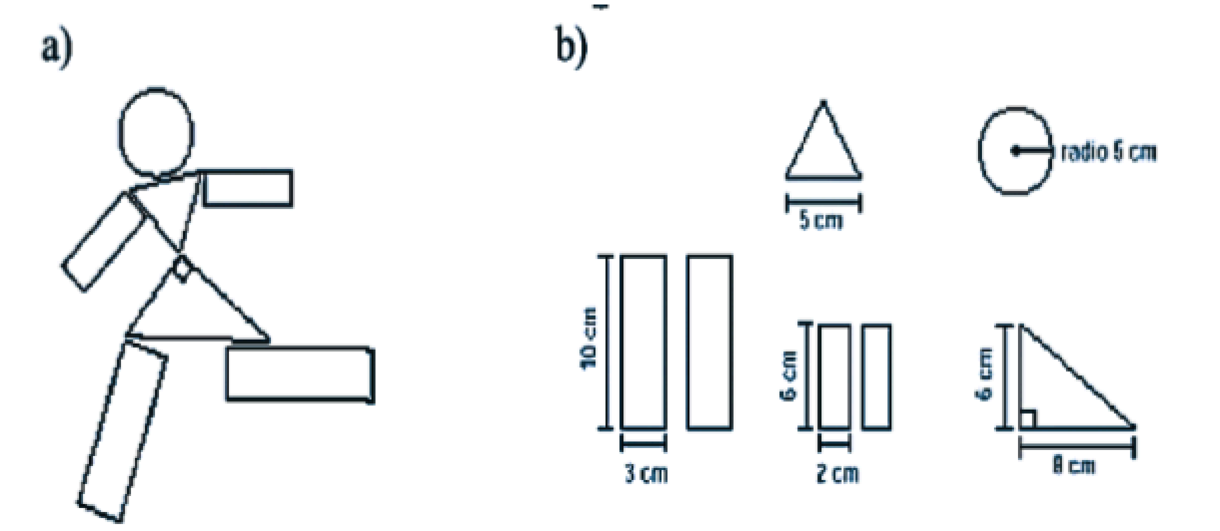


Imagen 2. Enunciado de la actividad sobre semejanza de figuras. Extraído de la secuencia de actividades propuestas.

Dado que los estudiantes ya habían abordado los criterios de semejanza de triángulos en actividades previas a esta, (ver Anexo 2), podía pasar que argumentaran que los rectángulos son semejantes porque sus ángulos son congruentes. En este sentido es fácil mostrar un contraejemplo comparando un cuadrado con un rectángulo.

Además, como se anticipó en el capítulo anterior sobre el marco teórico, en el proceso, lo común es que cuando se les pide encontrar la longitud de los lados del rectángulo que corresponde a las piernas y los brazos del rompecabezas, sumen una cantidad. Por ejemplo, pueden decir que las medidas de las piernas serán 13 cm y 6 cm (es decir aplicar la comparación aditiva en lugar de la multiplicativa). Efectivamente esto es lo que podemos ver en las siguientes resoluciones grupales realizadas en la clase (Imagen 3). Algunos estudiantes sumaron una cantidad (3 cm) a cada lado en lugar de multiplicar por un factor (1,6).
En este caso, se vuelve necesario trabajar con lo descriptivo: comparar visualmente si los rectángulos tienen la *misma forma.* Volver sobre el concepto intuitivo de semejanza: los rectángulos no tienen la misma forma a simple vista. Esto les permite a los estudiantes notar el error:

> *E1: "se agrandó mal…A nosotros nos quedó distinto al que está en amarillo* (al de otro grupo)*... ya las dimensiones se ven distintas, tipo más bonitas*."
> *E2: "Ahí se hicieron más cortitos. No tiene proporción".*
> *E3: "... del original, si nosotros vamos a ampliar - en este caso-, si vamos a respetar lo que agrandamos del lado menor del rectángulo y del lado mayor, la misma cantidad, si respetamos lo mismo, ahí sí vamos a tener la semejanza… pero no se ve así!"*
> *E4: Porque dijimos, este es el original, este es la copia… a este se le suma de tres a cada lado, pero nos quedó distinto… ese* [señalando otro] *se ve "mas bonito"*

En estas intervenciones se puede ver que los estudiantes comienzan a evidenciar la necesidad de comparación que no sea aditiva. Efectivamente, visualizan que al sumar una cantidad no hay semejanza. La observación visual de la figura y la comparación de los lados permiten que surjan errores iniciales en la comprensión de lo que implica la semejanza. Estos errores son aprovechados como momentos clave en el proceso de aprendizaje, ya que permiten a los estudiantes reorientar sus ideas y comprender mejor los conceptos. Como se ve en las intervenciones de los estudiantes, algunos notan que *"no se ve así"* cuando intentan ampliar los rectángulos. Esto da indicios de que la semejanza no es simplemente un problema de tamaño, sino que también involucra algo más que una relación proporcional entre las dimensiones de las figuras.

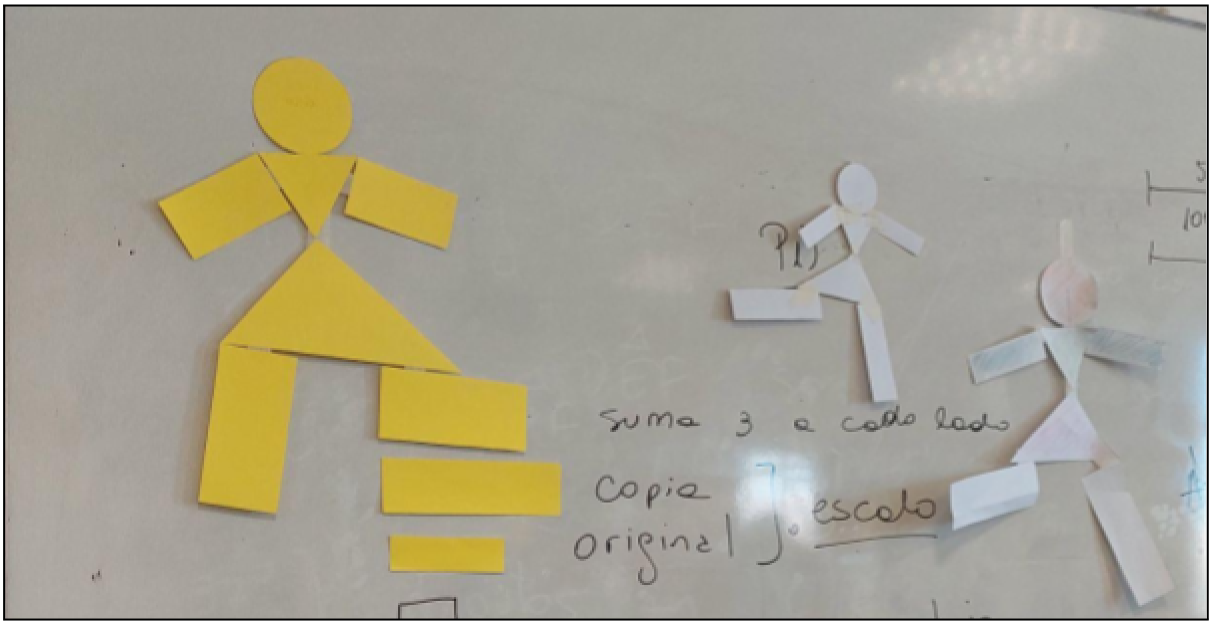


Imagen 3. Actividad socializada en el pizarrón. Fotografía propia.

Además, como otros grupos encontraron correctamente las medidas, se visualizan las diferencias y se requiere de la socialización de los diferentes procedimientos. En este sentido resulta crucial el momento de monitorización realizado por el equipo docente durante el desarrollo de la actividad para plantear una puesta en común donde se evidencian todos los procedimientos utilizados.

Por ejemplo, cómo los estudiantes conocen y utilizan por su perfil profesional el concepto de escala, haciendo referencia a ella. Algunos estudiantes plantean que el ampliar implica encontrar una escala que permita decir que la nueva imagen es una representación ampliada de la original. Así, el concepto de proporcionalidad en este caso, puede ser anclado a la representación gráfica a escala, que los estudiantes vienen utilizando en diversos espacios curriculares.

> *E5: yo podría afirmar que hay una escala porque estoy multiplicando cada lado por 1,6?... en este caso es 1,6. Me pasó que cuando hice el tema de la escritura: me quedaba 1 sobre 1,6 o sea sería un centímetro equivalente ahora a 1,6* [cm] *pero no se podría según la* [definición de escala] *... porque no es un número entero claro, no es un número entero.*

A través de esta intervención se interpreta que, si bien estos estudiantes podian identificar la proporcionalidad en la escala, les complejizaba el que no cumpliera con la definición que ellos conocen de escala. En efecto, en la escala numérica se plantea: E: $\frac{magnitud\ dibujo}{magnitud\ realidad} = \frac{1}{n°\ natural}$.
En este punto se vuelve necesario retomar el concepto de escala gráfica, donde esta relación se escribe como: 1 cm = 1,6 cm; o su correspondiente representación gráfica: 1cm

La escala gráfica, en la que se establece una relación proporcional entre las dimensiones de la figura original y la ampliada, permite que se acepte un número decimal como factor de escala. De este modo, hay una ampliación precisa y válida aunque no se ajuste a la definición clásica de

escala numérica (que implica números enteros). Con esta justificación del procedimiento que realizan los estudiantes de multiplicar a cada medida por 1,6 resulta válido.
Otros, también ven como procedimiento multiplicar cada lado de un rectángulo por un número constante (en este caso 1,6). Analizan que este factor lo encuentran al pensar en la relación entre los lados 8 cm (la “copia”, al que quiero llegar) y 5 cm (el original): $\frac{8}{5} = 1,6$. Este número es crucial para multiplicar todas las dimensiones del rectángulo original y obtener las dimensiones del rectángulo ampliado.
En este sentido, a partir de ese valor se pudo detectar que otra forma de resolución fue a través del uso de porcentajes. Al respecto aparecieron diferencias: el porcentaje de aumento (60%) y el porcentaje final (160%).

> *E6: Lo que hicimos fue que los 5 cm eran nuestro 100%, ¿no? Era como el original, la pieza original… de los 3 centímetros que se le sumaban … el 60% y le sumábamos el 60% a cada uno…*
> *E7: buscábamos el 160 en realidad, como la pieza final ¿Por qué 60? Es como que me lo puso en regla de 3 y yo hago la cuenta y no me da… Lo que se hace con el 8 consigo 160% … En realidad lo hace con el 160%.*

Se observa que han interpretado cómo el aumento porcentual de un lado de una figura afecta proporcionalmente a todas las demás dimensiones de la figura. En este caso, el porcentaje de aumento (60%) y el porcentaje final (160%) se convierten en herramientas para interpretar y calcular la ampliación de la figura. Las intervenciones de los estudiantes E5 y E6, que son recuperadas en el pizarrón (Imagen 4), revelan cómo algunos comprenden que el 60% (3 cm) es el porcentaje de aumento sobre el tamaño original de la figura (5 cm), mientras que el 160% representa el tamaño final de la figura después de la ampliación (8cm).
A pesar de que el trabajo con porcentajes en este contexto parece ser una habilidad accesible, comprender los porcentajes no es necesariamente fácil para todos los estudiantes. El uso del porcentaje no sólo facilita la resolución del problema, sino que también puede ofrecer una entrada al concepto de proporcionalidad. Esto es, los estudiantes deben reconocer que al aumentar las dimensiones de la figura en un determinado porcentaje, están manteniendo una relación proporcional entre ellas.

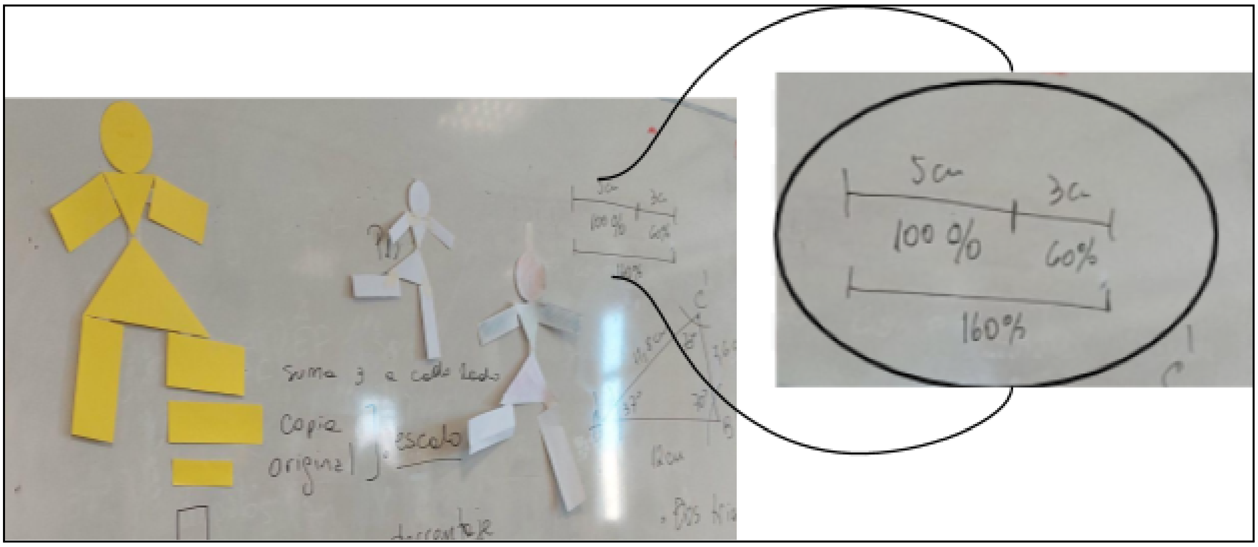


Imagen 4. Uso de porcentajes para la resolución de figuras semejantes. Fotografía propia.

El porcentaje puede verse como una cantidad intensiva por su naturaleza relacional. Por ello, dice Vergnaud (1991) que se considera como una razón interna o escalar que concuerda con cantidades de igual unidad dimensional, lo mismo que la escala. El uso de porcentajes en problemas geométricos implica una serie de decisiones y relaciones que pueden ser difíciles de interiorizar para algunos estudiantes, especialmente cuando las nociones de aumento o disminución no se presentan de manera clara o cuando los estudiantes están acostumbrados a un enfoque numérico más simple.

En la misma línea, Godino y Ruiz (2002) mencionan que el porcentaje procede de la necesidad de comparar, tanto de manera relativa como de manera absoluta, dos números. Las investigaciones indican que, aunque los porcentajes se enseñan con frecuencia como un concepto sencillo, su comprensión profunda y su aplicación en contextos complejos, puede ser un desafío (Espinel; Bruno y Plasencia, 2010).

Otro procedimiento que se aprecia en las intervenciones de E7: dice que su grupo ha aplicado la *regla de tres* para calcular las dimensiones ampliadas. En la didáctica de la matemática, donde es variada la preocupación por el estudio de la proporcionalidad, la observación más frecuente es "el razonamiento proporcional es reemplazado rápidamente por la regla de tres" (Mochon Cohen, 2012, pag 133). Esta *sustitución* genera una complicación pues el estudiante aprende el método creyendo que aprende el concepto.

En este sentido, resultan importante las intervenciones docentes, las mismas intentan centrarse no sólo en los resultados, sino en las razones por las que los estudiantes están utilizando estos métodos:

> *P: decían es para que se conserve la forma del "muñeco" a cada pieza, a cada medida de longitud, le tengo que aumentar el 60% o calcular el 160%.* […] *Por ejemplo, para calcular el de 10cm: 10cm es el 100% y entonces el nuevo tiene que medir el 160% de ese… 10cm tiene que guardar la misma relación que 160% con 100%* […] *que da? 1,6.* […] *Ellas (otro grupo), para calcular en cuánto queda el de 10 cm: 10 por 8 y divido por 5. O sea, 10*

> *centímetros por 8 centímetros sobre 5 centímetros. ¿Están de acuerdo? Cancelé este centímetro con este y me queda 1,6 […]¿Qué puedo pensar acá? a los 10 cm tengo que multiplicarlo por 8 divido 5, que es lo mismo que multiplicar por 1,6… ¿donde más apareció 1,6? …*

El propósito es que los estudiantes desarrollen una comprensión sólida y flexible y aprendan el razonamiento proporcional. Se vuelve necesario que se haga evidente la constante de proporcionalidad (en este caso 1,6), para eso la sistematización se vuelve necesaria (fig. 4).

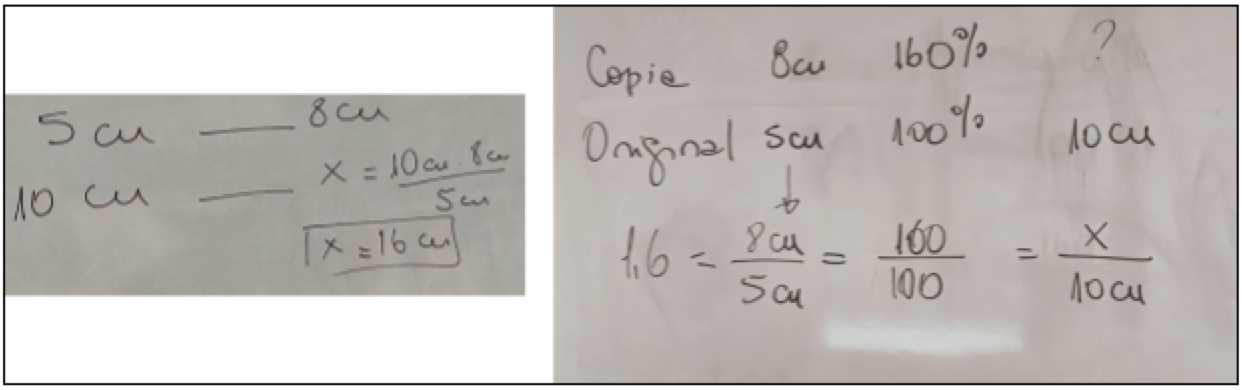


Imagen 5. Comparación de métodos de resolución. Fotografías propias.

Por otra parte, considerando que es posible dar la noción informal de figuras semejantes utilizando la homotecia, se planteó el estudio de esta transformación del plano. Efectivamente, se utilizó la homotecia como transformación en el plano que brinda figuras con “ángulos congruentes y lados proporcionales”. Esto se abordará en la próxima sección.

Enseñar homotecia: descripción de la actividad y análisis[8].

Como se mencionó anteriormente, el estudio de la Geometría enfrenta el desafío de vincular la comprensión empírica y visual de los objetos con un enfoque más abstracto basado en relaciones matemáticas. En este sentido, las actividades de construcción y la manipulación de materiales concretos, como se destacó antes, son fundamentales para facilitar este proceso de transición, promoviendo la formulación de conjeturas y el desarrollo de un conocimiento más profundo.

En esta sección se realiza un análisis de la parte de la secuencia para enseñar la homotecia mediante la reducción y/o ampliación de una figura utilizando un pantógrafo. Entendiendo que sólo con los materiales concretos no se genera aprendizaje de las nociones matemáticas, resulta necesario que quien aprende interactúe con ellos en un ambiente organizado.

Reinterpretando a Rabardel (1999), en el contexto de la enseñanza, los artefactos son elementos que el docente ofrece a los estudiantes con la intención de que, mediante su uso, se conviertan en instrumentos. Este proceso implica una transformación donde el artefacto se integra con

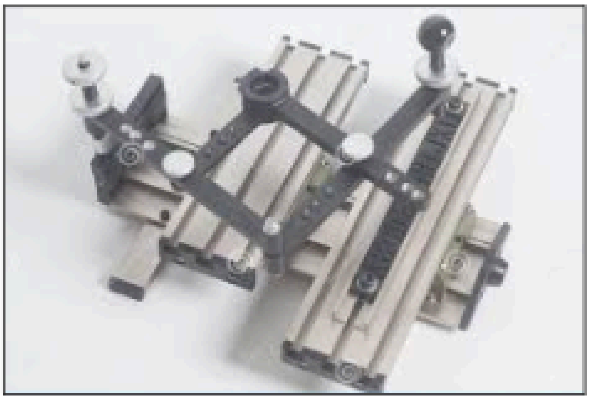
[8] El análisis a priori de esta secuencia fue presentado en el VIII Congreso Nacional y VI Internacional de Investigación Educativa desarrollado en Abril de 2024 en Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Nacional Del Comahue, bajo el título “Enseñanza de la homotecia mediante el uso del pantógrafo. Análisis a priori de una unidad didáctica.” escrito por Garelik, C., Llorens, E., & Fuentealba Palavecino, J. C. (2024)

esquemas de utilización que fundamentan las actividades realizadas por las y los estudiantes (Guin, Trouche, 2002). En este sentido, la gestión didáctica de estos elementos, conocida como *orquestación instrumental*, organiza su uso en función de los objetivos educativos definidos por la intencionalidad docente.

Un ejemplo en esta secuencia, es el uso del pantógrafo. Siguiendo los conceptos del enfoque instrumental, la construcción y la interacción con este artefacto lo han transformado en un instrumento que permite al estudiantado establecer nuevas relaciones matemáticas. Esto habilita la comprensión de la homotecia como un conocimiento conceptual y procedimental, permitiendo no sólo deducir propiedades, sino también comprender el procedimiento necesario para realizar esta transformación con regla y compás.

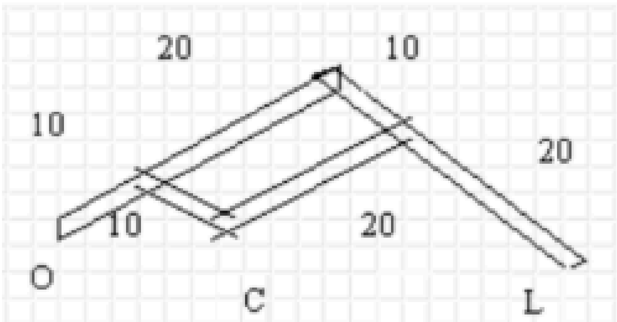
El pantógrafo, utilizado en dibujo, permite copiar o reproducir un diseño en una escala diferente gracias a su funcionamiento basado en varillas articuladas que conservan el paralelismo. En el marco de esta secuencia didáctica, se siguió la propuesta de Godino y Ruiz (2002, pág. 543), que plantea el uso de tiras de cartón para la construcción de este artefacto. Se especificaron condiciones en cuanto al tamaño, el margen para la superposición de los “brazos” del pantógrafo y la necesidad de mantener el paralelismo, asegurando así que el diseño favorezca el logro de los objetivos de aprendizaje.

Un pantógrafo es un dispositivo mecánico que se usa para hacer ampliaciones o reducciones de dibujos. Existen de diferentes materiales y tamaños, pero básicamente requiere de cuatro varillas articuladas con algún tipo de remache formando un paralelogramo con dos lados prolongados, como se ve en la figura próxima.



Se puede construir una versión simple usando tiras de cartulina o cartón duro. Necesitaremos para ello dos bandas de cartón duro de 33cm x 3cm, una de 26cm x 3cm y una de 16cm x 3cm. Armar una estructura que quede dispuesta como la muestra la imagen que visualiza a la izquierda.

El punto O se mantiene fijo en la superficie en la que se van a trazar los dibujos mientras que el C se mueve sobre la figura a copiar. El lápiz se sitúa en L para trazar la ampliación.



Actividades para realizar luego de construir el pantógrafo:

1) Copiar uno de los triángulos construidos en el inciso 2 de la actividad 1, usando el pantógrafo.

Imagen 6. Actividad "Aprender a usar el pantógrafo". Extraído de la secuencia de actividades.

A través de esta reproducción, se espera que el grupo de estudiantes se familiarice con el uso y los resultados que brinda el pantógrafo construido: triplica el tamaño de la figura original. Considerando las condiciones de construcción del pantógrafo, la figura original y la copiada, se espera que los estudiantes puedan justificar dicha ampliación.

El objetivo de estas actividades es que, a través de la observación de las posiciones de los vértices de los triángulos con respecto al punto fijo y los segmentos proporcionales, puedan conjeturar sobre fenómenos relativos a la homotecia y propiedades que surgen de la definición de la misma. En este caso, las propiedades que debieran surgir son:

- colinealidad: de acuerdo a la definición planteada de homotecia, los puntos del plano, O, P y P' son colineales.
- paralelismo: la imagen de un segmento AB es otro segmento $A'B'$ paralelo al anterior.

Luego, a partir de la medición de los segmentos observados anteriormente, en las actividades 2 y 3, y a partir de los saberes previos, se pide la razón que se da entre el triángulo ampliado y el original.

Imagen 7. Estudiante usando el pantógrafo para copiar un triángulo. Fotografía propia.

2) Analizando el pantógrafo y la relación entre las distintas tiras de cartón y dónde se puso el lápiz y dónde el "cursor" para producir este agrandamiento: ¿cuál es la razón de semejanza entre el triángulo copiado y el original? Establecer conclusiones respecto de las razones entre las distancias del punto fijo al lápiz y desde el punto fijo al cursor y entre los lados correspondientes de los triángulos.
3) Discutir en los mesones[9] y responder: ¿Por qué el pantógrafo permite hacer figuras semejantes? ¿Cómo habría que construirlo para producir una duplicación (o reducción a la mitad)? Es decir, para que los trazos correspondientes estén en una razón de 1:2 (ó 2:1, respectivamente).
4) ¿Qué sucede si se invierte la función de los puntos L y C? ¿Se conserva la razón de semejanza? Justificar la respuesta.

Imagen 8. Incisos 2 a 4 de la actividad del "Pantógrafo". Extraído de la secuencia de actividades.

La segunda pregunta del inciso 3 invita a pensar en la relación entre los brazos del pantógrafo y la razón entre las medidas de los lados de la figura copiada y la original. Estas actividades habilitan definir la razón de homotecia (k) vinculada a la razón de semejanza ($|k|$, esto es el valor absoluto de k), ya que las figuras homotéticas son semejantes.
El concepto de "razón de homotecia" se introduce a medida que los estudiantes intentan calcular cómo se relacionan los lados de los triángulos original y la copia. La razón de semejanza es la

constante de proporcionalidad entre los lados correspondientes. La razón de homotecia (k) y la razón de semejanza están estrechamente relacionadas, pues ambas describen cómo una figura es transformada a otra de manera proporcional.
La razón de semejanza se refiere a la constante de proporcionalidad entre los lados correspondientes de dos figuras semejantes, lo que coincide con la razón de homotecia. En este caso, la comparación entre los lados de los triángulos lleva a una serie de cálculos, correcciones y explicaciones adicionales como se puede ver en las siguientes intervenciones que se realizan en uno de los mesones de trabajo[9]:

> *P: ¿Son semejantes o no los triángulos que dibujaron?*
> *E1: Sí, los dos primeros… los otros no están semejantes.*
> *E2: Pero ahora tengo dudas. ¿Por qué no son semejantes?*
> *P: Si son semejantes, ¿que debería poder decir?*
> *E2: Tendría que haber un criterio de semejanza… Porque el criterio de semejanza sirve también para ver la razón. Entre estos dos y estos dos está la forma y varía el tamaño…*
> *E1: ¿Cuál es la razón de semejanza?*
> *P: A ver… Dale…*
> *E2: Yo pensaba que iba a ser así… los lados son todos "proporcionables"... Hice la división con los primeros triángulos y da, pero con los otros no…*
> *P: Fijense que los lados que tienen que ser proporcionales,son los correspondientes…Yo puedo armar con los lados de los triángulos, puedo armar razones… Por ejemplo, lo que podría ser es el cateto que está enfrentado al 35°. El cateto que está enfrentado al 35° es BC podría dividirlo por la hipotenusa.*

En esta última intervención docente, vemos que los estudiantes no veían semejantes a los triángulos copiados cuando alternaban el lápiz y el cursor. Cuando el copiado era una reducción, ubicaron de manera incorrecta los lados correspondientes y por eso no podían comprobar la proporcionalidad.
Por otra parte, al solicitar invertir la posición del cursor y el lápiz, se planea que puedan observar una *reducción* de la figura original analizando la razón de semejanza.

> *P: …Ahora lo vamos a poner en color negro. La razón es… tenemos que hacer el lado BA, 5,9, dividido el lado DE, que es 4,1. Y eso da 1,43. 1,43. Ok. Y ahora tenemos que hacer todas las que corresponden del ABC en el triángulo rojo de DEF. Bien… todas dan aproximadamente 1,43… Esta es la razón de ser semejanza. ¿Cómo es DEF con respecto a ABC? ¿Más grande o más chico?*

El fragmento anterior, que es parte de una socialización de la clase, se aplica a ampliación y reducción, que son importantes de identificar cuando se trabaja con figuras homotéticas. Por ampliación entendemos el proceso por el cual una figura se hace más grande manteniendo la

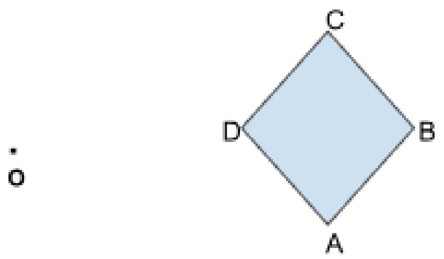
[9] Las notaciones Ei indican que son estudiantes diferentes quienes hablan. En cada sección, Ei no indica necesariamente a la misma persona.

proporción entre sus lados, mientras que la reducción es el proceso por el cual una figura se hace más pequeña, también manteniendo la proporcionalidad entre sus lados.
Así, ambos conceptos están directamente relacionados con la razón de semejanza, que determina si la figura se amplía o reduce, dependiendo de si es mayor o menor que 1, respectivamente.Se busca observar algunas relaciones del valor de la razón de homotecia (k):

- si $k > 1$, el resultado es una "ampliación" de la figura original.
- si $0 < k < 1$, el resultado es una "reducción" de la figura original.

La razón de homotecia puede, a diferencia de la razón de semejanza, ser negativa. Al introducir la propiedad de que k<0 genera una rotación de 180° respecto al centro de homotecia, se establece una relación entre las transformaciones geométricas y la noción de semejanza con cambio de orientación.
Esta propiedad puede vincularse más adelante en el recorrido del programa con la simetría central, como otro de los movimientos en el plano estudiados en MC. Si bien en la secuencia didáctica aparecen actividades para abordarlo, no serán parte del análisis de este TFI.
En la actividad siguiente, la intención es transferir lo deducido a la construcción de la homotecia con regla y compás. Para ello se plantea un "punto fijo", un cuadrilátero y se solicita obtener el cuadrilátero semejante duplicando el tamaño sin el uso del pantógrafo.

2) Realizar, en esta hoja, una ampliación del polígono ABCD como si se realizara con un pantógrafo que duplica el tamaño. O representa el punto fijo.



a) Realizar la "duplicación" sabiendo que el punto fijo coincide con el vértice A.
b) Explicar el procedimiento realizado en cada caso.

Imagen 9. Realizar la homotecia con regla y compás. Extraído de la secuencia de actividades.

Así, para reforzar el procedimiento sin el uso del material concreto, se modifica la posición del punto O. Esto es, se pide duplicar el tamaño del cuadrilátero considerando que el "punto fijo" es uno de los vértices del polígono dado. Esta construcción no sería posible realizarla con el pantógrafo.

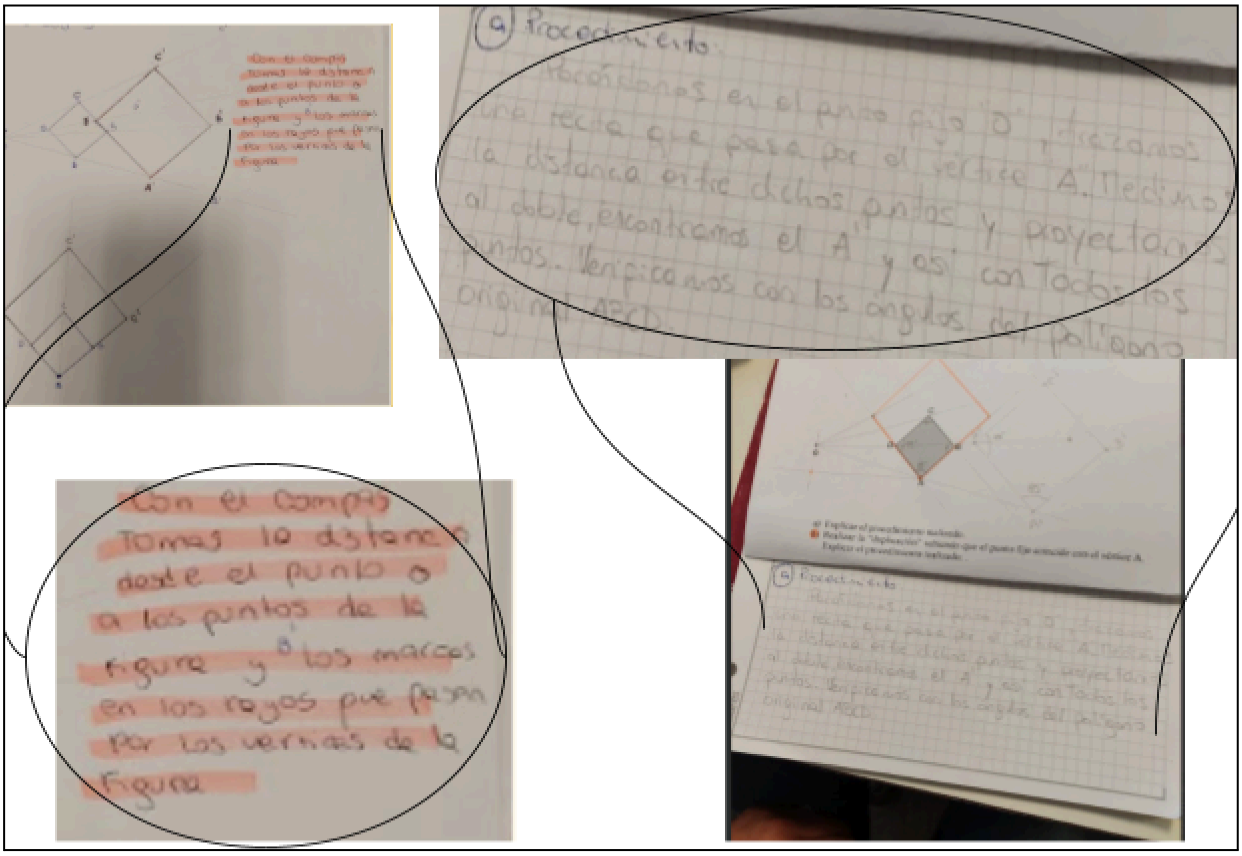


Imagen 10. Explicaciones de estudiantes que comienzan a realizar la homotecia con regla y compás. Fotografías propias.

Se puede observar en estas imágenes que los estudiantes explican fácilmente el procedimiento realizado. Aunque no está especificado, han utilizado el compás como elemento de medición de longitud sin mayores complicaciones.

La evaluación: El Trabajo Práctico Integrador[10].

Para cierre de la asignatura MC durante el año 2023, se propuso al grupo de estudiantes un Trabajo Práctico Integrador (TPI, Anexo 3). Como se ha planteado, la secuencia didáctica que se ofrece busca abordar problemáticas que respondan al perfil profesional de la carrera para analizar el impacto en los aprendizajes del estudiantado. La idea es que luego de este análisis y en función de los datos obtenidos en la evaluación, se re-diseñen dichas unidades didácticas para volver a implementarla el año próximo.
En esta sección se relata la propuesta del Trabajo Práctico Integrador (TPI) que consistió en el diseño de un mobiliario original, la construcción de su maqueta y la presentación de un informe

[10] Parte de lo desarrollado en la presente sección forma parte del artículo "Al servicio del Diseño: la Matemática aplicada a la búsqueda de formas, materiales y estructuras." escrito por Garelik, C., Llorens, E.,y Fuentealba Palavecino, J. C. (2024). Publicado en la revista En Clave Didáctica del CEDE-UNSAM, 17.

que diera cuenta del trabajo realizado. En dicho informe se pidieron especificaciones del mobiliario, justificaciones sobre la elección de los materiales y tamaño, cálculos efectuados, esquemas y bocetos, fotos de la maqueta, indicaciones de escalas usadas, análisis físico del mobiliario en reposo y núcleos conceptuales abordados, justificando el porqué de los mismos.
Además cada grupo debía realizar una presentación oral de diez minutos en la que expuso su diseño, el uso del mismo, la maqueta y aquellos conceptos que involucraron en el diseño. También, debían explicar qué tuvieron en cuenta a la hora de diseñarlo. Sobre este último punto, en la presentación oral, justificar la elección de materiales que se utilizarían en la construcción real del mobiliario. El trabajo se realizó en grupos de hasta cinco personas y disponían de un mes para su desarrollo, mientras se llevaba adelante el último trayecto de la asignatura.
En el TPI se valoró la cantidad de núcleos conceptuales de la asignatura que se aplicaron en el diseño del mobiliario y la profundidad con la que abordaron cada núcleo conceptual. Esto es, la utilización de vocabulario específico, cálculos pertinentes, buen manejo de unidades, aplicaciones de propiedades si correspondiere, la elección correcta de la escala. También se tuvo en cuenta la originalidad y simpleza en el diseño, la prolijidad y claridad en la presentación, tanto oral como escrita. Estos indicadores fueron anticipados en las consignas planteadas al estudiantado (ver Anexo 3).
El diseño del mobiliario tuvo diferentes motivaciones. Por ejemplo, algunos grupos comenzaron con el del triángulo, que formaba parte de la Unidad 1 del programa. En estos casos, asumieron que era el núcleo conceptual que se enlazaba en todas las unidades de la asignatura, e inspirados en esa forma geométrica diseñaron su mobiliario (Imagen 11).

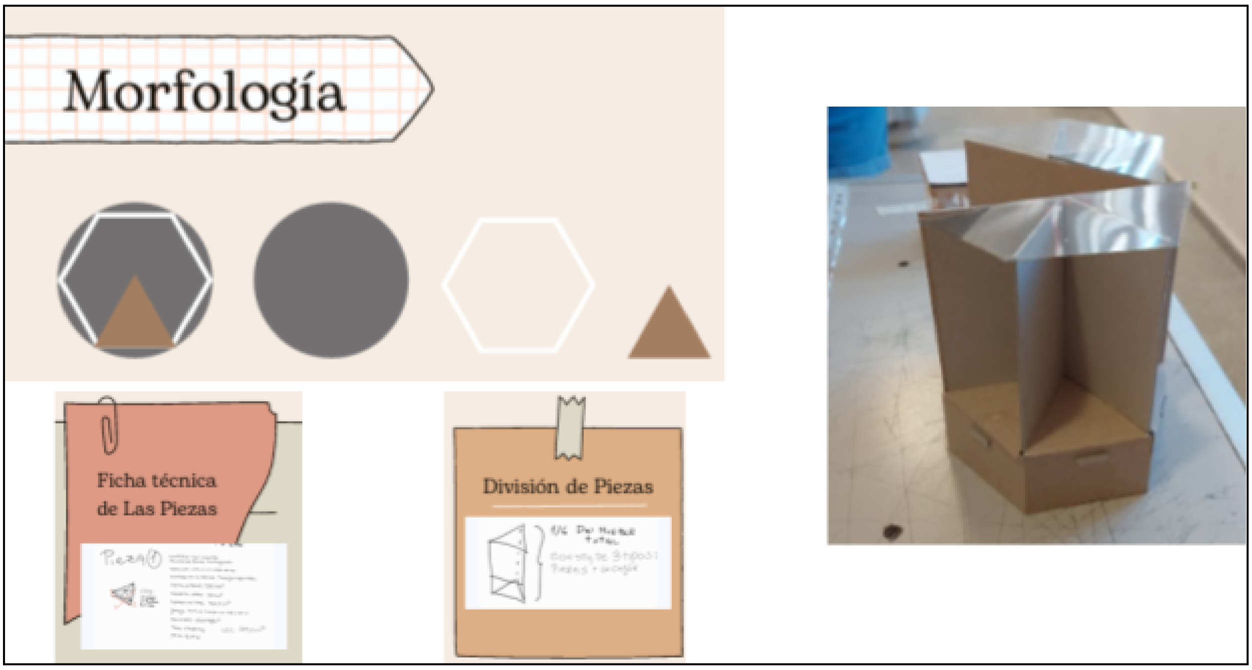


Imagen 11. El triángulo fue usado como elemento inspirador de este mobiliario “Mesita hexagonal”. Extraído del informe del TPI presentado por estudiantes de DIM 2023.

Hubo otros grupos que tomaron como referencia situaciones o temáticas propias de la asignatura: se inspiraron en situaciones problemáticas intra-matemáticas planteadas en las clases para practicar algunos contenidos (Imagen 12), o en un único núcleo conceptual abordado (rectángulos notables, esfuerzos y deformaciones).

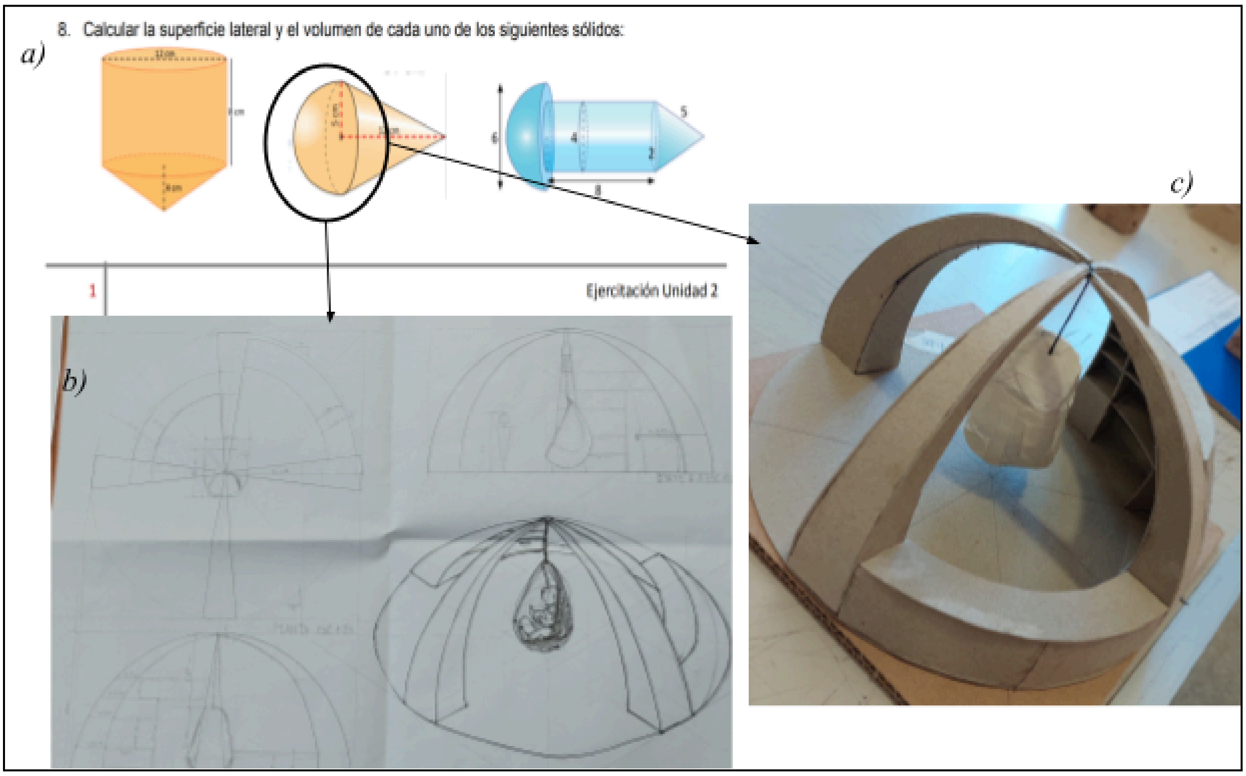


Imagen 12. Situación presentada en la ejercitación con el casquete esférico (a), y diseño de "sala de juegos y lectura" que inspiró: planos (b) y maqueta (c). Extraído del informe del TPI presentado por estudiantes de DIM 2023.

Otro grupo partió de una situación particular, la de una estudiante a quien se le rompió una silla de jardín. Con el objetivo de reutilizarla, se preguntaban si era lo mismo colgarla o apoyarla. Usando los conceptos de tensión y deformación, concluyeron en el diseño de una silla colgante. Otro de los grupos manifestó que su motivación principal estuvo en el uso específico para un usuario particular: diseñaron una hamaca para preadolescentes.

Además, en todos los casos se consideraron diversos núcleos temáticos en función del diseño propio. Así, mientras algunos tomaron a un cuerpo geométrico como base para el diseño del mobiliario (cilindro, prismas, cubo, casquete esférico); hubo quienes decidieron por ejemplo, trabajar con las propiedades de figuras planas y a través de ellas plantear las características de sus mobiliarios (Imagen 13).

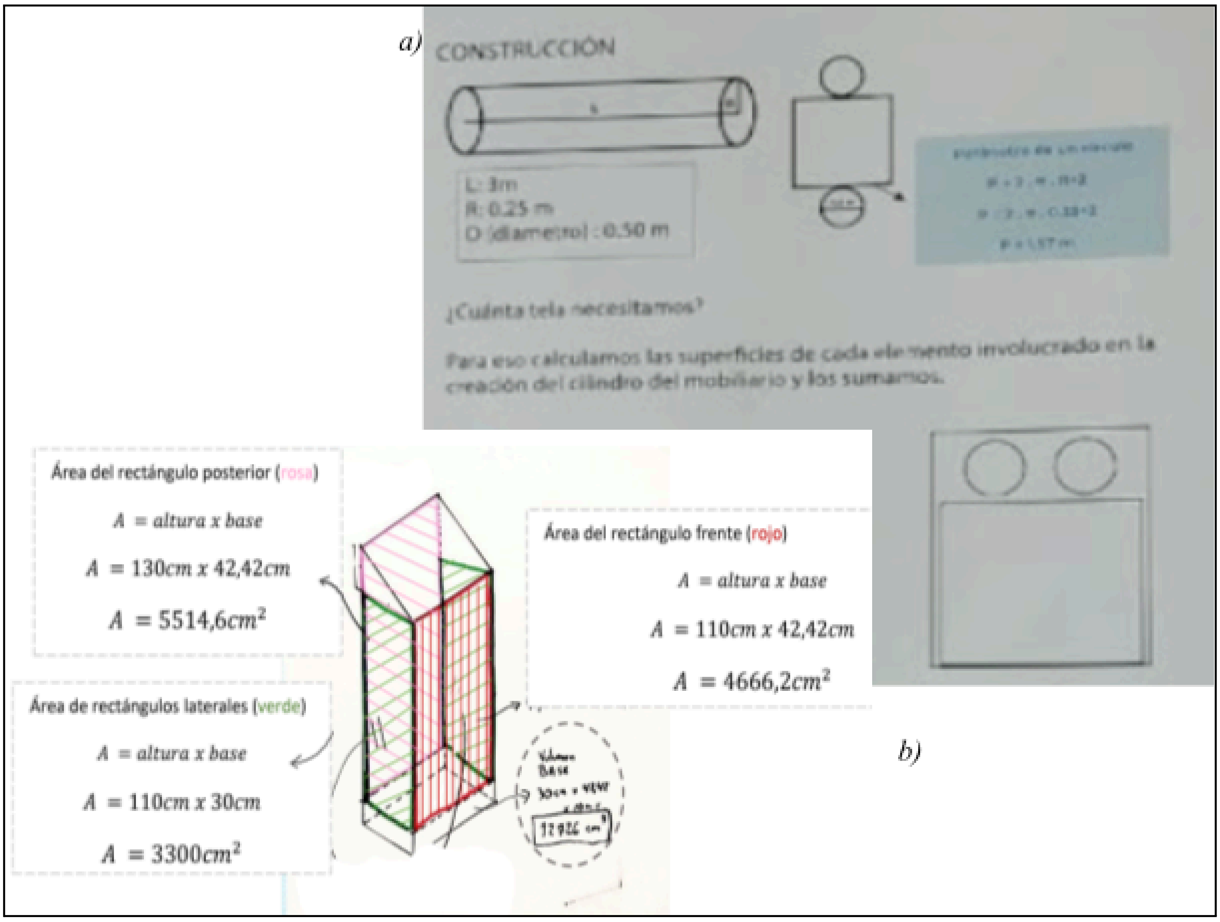


Imagen 13. Uso de polígonos y cuerpos geométricos en el diseño de mobiliarios. a) El cilindro es el cuerpo principal del mobiliario diseñado por el grupo de estudiantes. b) El mobiliario está formado por diferentes piezas cuya base son rectángulos. Extraído de los informes del TPI presentado por estudiantes de DIM 2023.

El trabajo con magnitudes, que es un tema relevante para la asignatura, fue abordado por todos los grupos de trabajo en diferentes aspectos. Por ejemplo, en la Imagen 13b) los estudiantes utilizaron el cálculo de superficie en cada una de las piezas del atril para obtener luego, la masa del mismo. Mientras que el interés del cálculo de superficie mostrado en la Imagen 13a), fue obtener cuánta tela necesitarían para el tapizado del mobiliario diseñado, en las propiedades de esta tela (terciopelo elastizado) y el relleno (látex natural), estudiando la relación esfuerzo-deformación de estos materiales.

Por otra parte, de acuerdo a las necesidades de cada diseño, los estudiantes realizaron avances en diversos aspectos que no habían sido abordados en la asignatura. Por ejemplo, un tema estudiado durante el cursado es teselado en el plano. Un teselado en el plano es un conjunto de polígonos dispuestos de forma que no se superponen unos con otros ni quedan separaciones entre ellos. La condición para que las figuras se teselen es que la suma de los ángulos que concurren en cada vértice del polígono sea igual a 360°.

Uno de los grupos propuso un diseño de teselado en el armazón de su “silla”. Esto implicó que la tesela estuviera sobre una estructura curvada del espacio, tal como se muestra en la Imagen 14.

Esto condujo a que hicieran muchas pruebas hasta lograr lo que buscaban, porque el concepto de teselado de una esfera es un tema que excede a la asignatura y por ello no está en el programa.

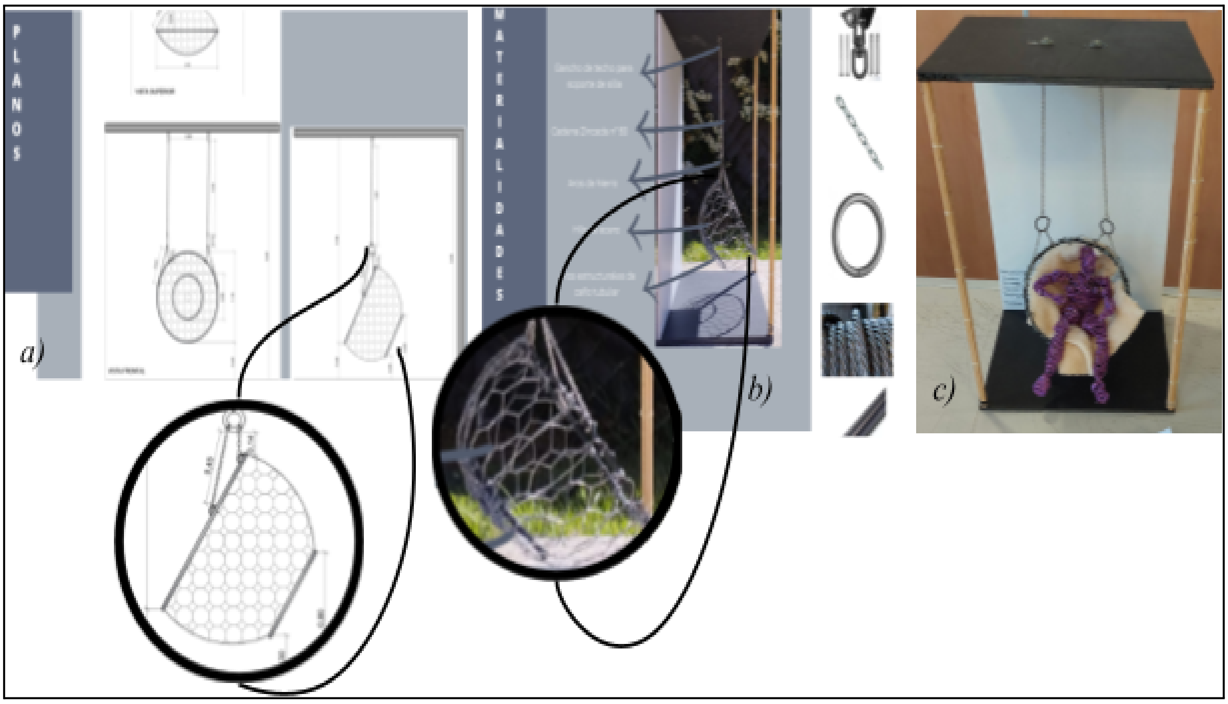


Imagen 14. Diseño "Silla Nido" cuya tesela planteada en el plano no pudo conservarse en la superficie curva. a) Planos. b) Materialidades c) Maqueta. Extraído del informe del TPI presentado por estudiantes de DIM 2023.

Además, cada uno de los grupos analizó los costos de los materiales que propusieron para realizar cada mobiliario y para ello necesitaron el cálculo de distintas magnitudes como superficie, volumen y sus relaciones con el dinero. En este sentido resulta valioso ver cómo los estudiantes demuestran su razonamiento proporcional enfocado en la futura práctica profesional.
Otra actividad llevada adelante por varios grupos, fue el planteo de situaciones que podrían darse con su mobiliario, y que serían resueltas analizando conceptos estudiados en la asignatura. Ejemplos de esta actividad se muestran en la Imagen 15, donde se plantean dos situaciones.
En la primera foto de la imagen siguiente, 15a), el grupo se propuso analizar bajo qué circunstancias un libro se caería al ser apoyado en su atril, considerando el ángulo de inclinación del mismo y la masa del libro. En la 15b), se puede observar el uso que ha realizado otro grupo de estudiantes de la homotecia: plantean la reducción de la escala en los planos presentados. En este último caso, han podido dar cuenta de la relación entre homotecia, figuras semejantes y escalas.

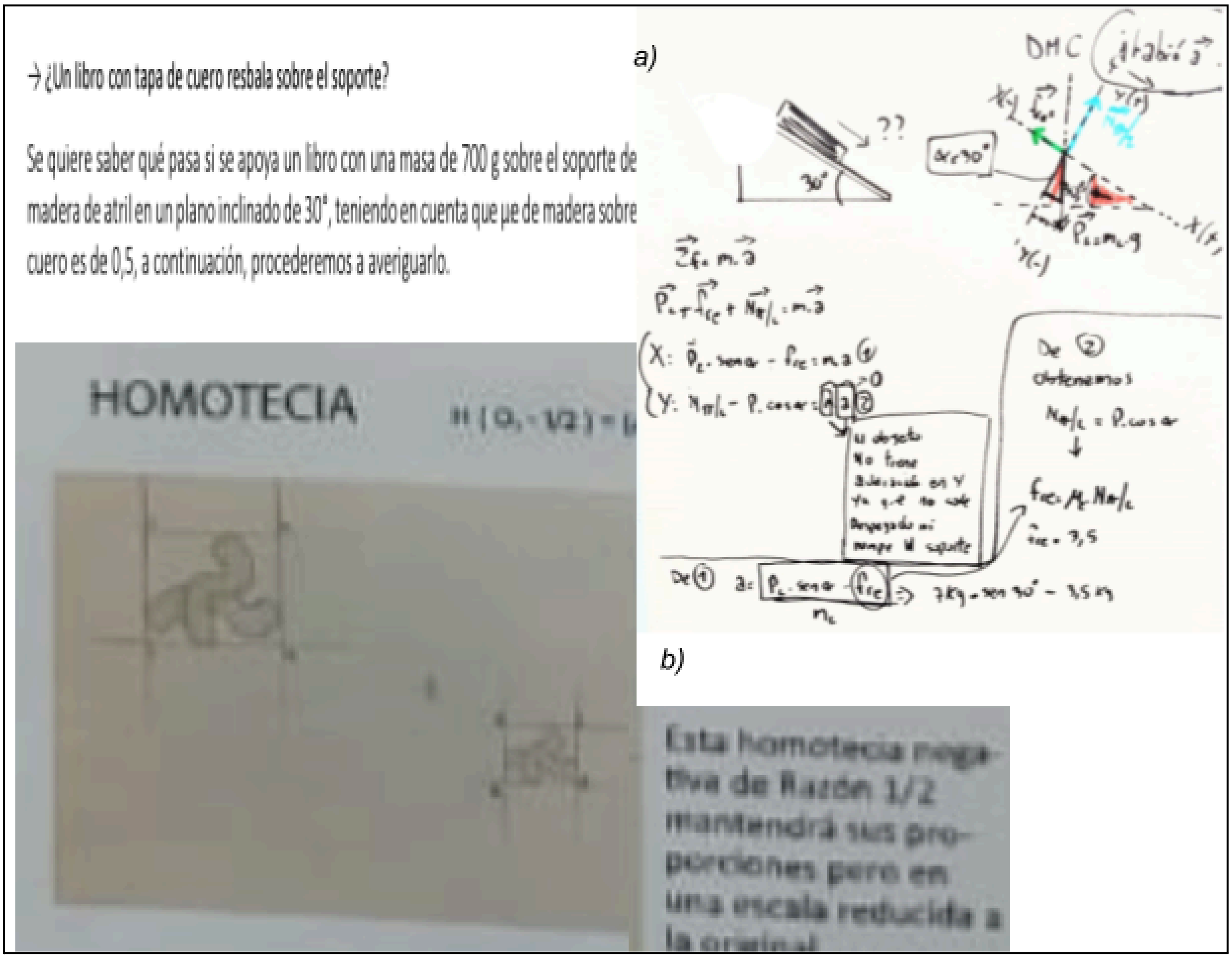


Imagen 15. Situaciones planteadas por los grupos para poner en juego diversos núcleos conceptuales de la asignatura. Extraído de los informes del TPI presentado por estudiantes de DIM 2023.

Los desarrollos presentados del TPI revelan una variedad de enfoques adoptados por los grupos de estudiantes, demostrando comprensión de los núcleos conceptuales abordados en la asignatura. Se puede observar justificaciones y argumentaciones diferentes de parte del estudiantado sobre la elección y ejecución de sus diseños.

Para finalizar, el marco teórico subraya la importancia de generar ambientes de aprendizaje activos, donde el estudiantado pueda manipular objetos, construir modelos y vincular razonamientos intuitivos y formales (Villella, 1998, citado en Villella et al, 2024). En el caso del TPI, la propuesta de diseñar y analizar mobiliarios permitió crear un escenario concreto y contextualizado que favoreció la aplicación de estos principios. El uso de materiales específicos en las maquetas y herramientas para realizar cálculos y análisis físicos, evidencia la generación de un entorno propicio para integrar conocimientos previos con nuevos aprendizajes, facilitando una reconstrucción significativa de los conceptos matemáticos.

Además, si se resalta la importancia de que el estudiantado elabore sus propios esquemas conceptuales mediante la reconstrucción activa del conocimiento; en el TPI, esta reconstrucción fue evidente en la forma en que los grupos abordaron conceptos como escalas, homotecia y análisis de magnitudes. Es más, el trabajar con teselados en el diseño de estructuras curvas implicó ir más allá de los contenidos vistos en clase y explorar nuevas aplicaciones matemáticas. Este proceso permitió integrar razonamientos geométricos y físicos, destacando cómo el aprendizaje matemático puede ser potenciado a través de tareas desafiantes y contextualizadas.

ALGUNAS REFLEXIONES FINALES

¿Las matemáticas son neutras? No. Son tan útiles como peligrosas, tan bellas como tiranas. Peligrosas,porque constituyen uno de los productos sofisticados de la mente humana, de la cultura que, en la misma medida en que coadyuvan al bienestar a través de sus aportes a la ciencia y la tecnología, lo hacen al desarrollo de tecnologías con gran capacidad de destrucción. Tiranas, porque se imponen en la enseñanza de una manera tal que socavan con gran eficiencia la autoestima: se nos convence de que son importantes para desempeñarse en la vida y, al mismo tiempo, que no estamos dotados para comprenderlas. Como resultado de ese doble mensaje, debemos hacernos a un lado, sin que haya nadie a quien culpar, más que a nosotros mismos. Por ello, dedicarse a encontrar las formas en que las matemáticas pueden ser accesibles y, por increíble que parezca, disfrutables, se convierte en una lucha política contra ese orden establecido. Tratar de que todo el mundo, o la más gente posible, acceda a esa disciplina, le pierda el miedo, descubra su propio potencial, e incluso la disfrute, es una forma de aportar –en serio- a la democracia.

David Block[11]

Reflexiones sobre mi Trayectoria en Matemática Compositiva

Mi llegada a MC estuvo condicionada por factores externos a mí, lo que implicó iniciar en un ámbito desconocido: un equipo, una carrera y una asignatura nuevos, además de enfrentar esta situación de manera apresurada. En 2015, al ingresar a MC en DIM, desconocía completamente la carrera, su plan de estudios y la asignatura misma. Incluso algunos contenidos del programa eran temas que no había aprendido durante mi formación de grado como Profesora en Matemática. La asignatura integraba contenidos de Matemática, principalmente Geometría, y de Física, con una perspectiva artística en algunos temas.

En ese contexto, me incorporé a un equipo conformado por una Profesora Adjunta regular y una Jefe de Trabajos Prácticos interina, ambas con conocimiento de la carrera desde su creación -en 2010- cuando el plan de estudios difería del actual. Antes de la resolución UNRN N.º 52/15, DIM incluía otros espacios curriculares. Por ejemplo los estudiantes debían aprobar Razonamiento y Resolución de Problemas (RRP), un módulo introductorio con contenidos de Matemática de nivel secundario. También se dictaban Matemática, Geometría y Física Aplicada al Diseño de Interiores y Mobiliario, distribuidas de manera cuatrimestral entre el primer y segundo año. Con la reforma de 2015, RRP dejó de ser obligatoria, y las otras tres asignaturas se unificaron bajo una que se cursaba de manera anual: Matemática Compositiva. Las docentes que me acompañaron en ese período habían definido previamente, junto con la coordinación de carrera de ese entonces, los contenidos y la estructura de la nueva asignatura.

[11] En Broitman, C. (2022). Introducción al dossier: Didáctica de las Matemáticas. Un análisis político e ideológico sobre saberes y prácticas. Archivos de Ciencias de la Educación, 16(21), e101-e101.

Mi ingreso precipitado, sumado a mi desconocimiento de Física, limitó mi participación en la enseñanza de Matemática, lo que redujo mi capacidad de acompañar integralmente a los estudiantes. Esto impactó profundamente en mi práctica de enseñanza. Citando a Tenti Fanfani (2004), si el rol docente exige actuar, "como mediador eficaz entre las nuevas generaciones y la cultura" y tener "la sabiduría necesaria para motivar, movilizar, interesar y hasta cautivar a los estudiantes", en ese momento no me sentía preparada para cumplir con esas expectativas. Experimentaba una falta de conocimiento sobre los contenidos, la carrera, la sede de trabajo y las características del estudiantado, lo que, sumado a la presión del tiempo, me implicaba en una situación compleja y desafiante.

Con el tiempo, aunque no he realizado estudios formales en Física, me siento más segura para brindar apoyo en esa área gracias al aprendizaje obtenido de mis compañeras expertas en el área. Como señalan De Vincenzi, Marcano y Macri (2020),

> "*la buena práctica educativa es un conjunto de acciones intencionales que surgen en un contexto que la condiciona, por lo que su análisis en el nivel universitario debe contemplar aspectos del contexto institucional, su organización y dinámica, la disciplina, el currículum, las exigencias formativas del perfil de egreso, entre otros*" (p. 160).

Hoy, tras años de trabajo conjunto con las mismas docentes[12], tengo mayor certeza en el acompañamiento que podemos ofrecer y más confianza en el equipo. Esto me ha permitido constatar que las prácticas docentes en la universidad están atravesadas no solo por factores sociales, económicos y culturales, sino también por intereses individuales. Estas interacciones han configurado nuevos escenarios docentes y han propiciado cambios significativos en el programa, la presentación de los contenidos, las metodologías de enseñanza y las formas de evaluación.

Algunos de estos cambios han sido impulsados por reflexiones internas, tanto individuales como colectivas, y han estado orientadas a mejorar la formación de los estudiantes de DIM en el área Matemática y Física. Tal como se relató antes, se han implementado estrategias para vincular los contenidos con la práctica profesional, destacando la centralidad de la enseñanza en la relación del estudiantado con el saber y el entorno en el que interactúa. Esto ha transformado la enseñanza, pasando de un enfoque de "transmisión" a uno de "acompañamiento".

Interpretando a De Vincenzi (2009) se puede plantear que este cambio responde, en parte, a la necesidad de adaptar la intervención docente al contexto de "masificación de la educación superior" y a la diversidad de estudiantes que llegan a la universidad, muchas veces con una preparación desde la escuela secundaria que no es la esperada. En este sentido, todo docente debe acompañar a los y las estudiantes en su proceso de aprendizaje, gestionar el medio y el saber, y tomar decisiones basadas en un contexto dinámico y cambiante. Es aquí donde se materializa la figura del *profesional reflexivo*, capaz de evaluar elementos novedosos en las situaciones educativas y ajustar su práctica en consecuencia (Shön, 1992).

[12] Al finalizar este TFI, una de las docentes ha renunciado, y en su lugar hay un Profesor de Física con quien comparto otro espacio de trabajo, por lo cual la "confianza" laboral no se ha visto modificada.

En este sentido, el desarrollo profesional docente se convierte así en una exigencia; especialmente en el nivel universitario, donde los posgrados tienen un valor agregado considerando la carrera docente. Programas de formación, como esta Especialización en Docencia Universitaria, permiten a los docentes confrontar sus conocimientos disciplinares con los pedagógicos y didácticos (De Vincenzi, 2011). En mi caso, estos saberes han sido esenciales para comprender la especificidad de la enseñanza de la Matemática en el nivel superior, buscando formar profesionales que respondan a las demandas del perfil de egreso de las y los diseñadores de interiores y mobiliario planteados en la UNRN.

La enseñanza de semejanza en DIM

Siguiendo esta idea, en este trabajo se ha presentado una propuesta que hace foco en que los estudiantes de DIM de la UNRN comprendan de manera profunda qué es la semejanza de figura. Esto implica que reconozcan cuándo dos figuras son semejantes, identifiquen sus propiedades y sepan aplicarlas adecuadamente en su futura práctica profesional. Sin embargo, para que el concepto de semejanza deje de ser estrictamente visual y se convierta en una herramienta matemática sólida, es necesario que los estudiantes establezcan relaciones entre las formas semejantes. Estas incluyen la congruencia de los ángulos correspondientes y la proporcionalidad en las medidas de los lados. Además, deben ser capaces de extender estas relaciones a otros contextos, como las áreas y volúmenes. Esto es, acceder a un razonamiento proporcional completo y vigente en el perfil profesional.

El concepto de escala, familiar para los estudiantes debido a su uso previo en representación gráfica, se integra de manera eficaz en la enseñanza de la semejanza. Sin embargo, algunos estudiantes enfrentan dificultades cuando intentan aplicar estos conceptos en contextos más abstractos, como al trabajar con factores de ampliación no enteros. Esta dificultad refleja la necesidad de hacer explícitas las conexiones entre las representaciones gráficas y las matemáticas más formales de la proporcionalidad.

La introducción del porcentaje como una forma alternativa de interpretar las ampliaciones añade una capa de complejidad al proceso de aprendizaje, pero también es una alternativa viable para que los estudiantes comprendan las relaciones proporcionales de manera más aplicada a su perfil profesional. Se puede pensar que los estudiantes que recurren al uso de porcentajes para ajustar las dimensiones de las figuras muestran una comprensión más profunda de cómo las relaciones proporcionales afectan a todas las dimensiones de una figura de manera uniforme.

La noción de semejanza es un concepto complejo para muchos estudiantes, quienes tienden a asociarlo con la idea vaga de “la misma forma”, lo que se vuelve especialmente ambiguo cuando se trabaja con figuras rectilíneas. Esto resalta la importancia de abordar ambos conceptos de manera conjunta y reforzar continuamente tanto los aspectos conceptuales como los procedimientos matemáticos, estableciendo equivalencias claras entre ellos.

Es importante destacar que, una planificación adecuada de la discusión en grupo y el diseño de actividades matemáticas relevantes pueden generar oportunidades de aprendizaje. En el caso específico de la enseñanza de semejanza, se evidencia a través de esta propuesta cómo los conceptos de proporcionalidad y escala se internalizan a través de un proceso guiado de interacción, reflexión y análisis, facilitado por las estrategias de orquestación del docente.

La enseñanza de la homotecia: de lo concreto a lo abstracto

Por otra parte, la enseñanza de la homotecia, como una transformación geométrica en el plano, plantea desafíos tanto a nivel conceptual como procedimental. A partir de los análisis mostrados sobre algunas las actividades desarrolladas en el contexto de la asignatura MC durante 2023, se puede reflexionar sobre cómo esta noción geométrica es abordada en la práctica educativa.

Esto es, nos hemos propuesto acercar el concepto de homotecia y sus propiedades a estudiantes de primer año de la universidad mediante una forma diferente a la aplicación de una construcción teórica. En efecto, el uso de materiales concretos como el pantógrafo, en lugar de recurrir a la mera aplicación de teorías abstractas, permite un acercamiento tangible y visual al concepto de homotecia. Este tipo de actividades fomenta la interacción de los estudiantes con los objetos de estudio, lo que no sólo facilita la comprensión empírica, sino que también promueve la formulación de conjeturas y la exploración de propiedades geométricas.

Sin embargo, el uso del pantógrafo debe ser considerado sólo como un medio para facilitar el entendimiento inicial. Si bien es efectivo para realizar transformaciones físicas, los estudiantes deben ser capaces de transferir esa comprensión a procedimientos más abstractos, como la construcción de homotecias con regla y compás.

Entendiendo que sólo con los materiales concretos no se genera aprendizaje de las nociones matemáticas, resulta necesario que quien aprende interactúe con ellos en un ambiente organizado. Así, el pantógrafo se convierte en instrumento sólo si quien lo usa puede producir nuevas relaciones que le permiten abordar la homotecia como un conocimiento conceptual y procedimental. Es decir, además de deducir propiedades, también comprender el procedimiento implicado para realizar esta transformación.

Del razonamiento proporcional a la creación de mobiliario original

Por otra parte, el TPI propuesto para evaluar el cierre de la asignatura, se enfoca en el diseño de mobiliario original, la construcción de maquetas y la presentación de informe. Este enfoque se alínea con la premisa de integrar la teoría matemática en la práctica del diseño, lo que se traduce en una aplicación efectiva de los conceptos matemáticos y físicos en situaciones reales y contextualizadas. Particularmente, al integrar la Matemática en un contexto aplicado y práctico relacionado con el diseño de mobiliario, es que se busca transformar la práctica docente y mejorar los aprendizajes del estudiantado.

Desde la perspectiva de la TSD, el TPI evidenció un proceso de aprendizaje donde el estudiante es el centro de la acción, guiado por preguntas, problemas y desafíos que les permiten estructurar y reorganizar sus conocimientos. La interacción con problemas extra-matemáticos, como la aplicación de tensiones o la relación esfuerzo-deformación, fue un ejemplo claro de cómo las actividades propuestas en el TPI promovieron operaciones cognitivas complejas como la deducción, la abstracción y la demostración.

De acuerdo a lo relatado en el capítulo anterior, se observa: la integración de la Matemática en el diseño de mobiliarios, la diversidad de enfoques y motivaciones de los grupos de estudiantes a la hora de desarrollar y presentar el TPI, la ampliación de temas estudiados, la exploración e interés más allá del programa de contenidos, el análisis de costos, el diseño conceptual y el desarrollo de habilidades transversales. Efectivamente, la conexión entre el aprendizaje matemático y las competencias requeridas en la práctica profesional es un aspecto central según el marco teórico presentado antes y fue particularmente relevante en el TPI. El análisis de costos, la elección de materiales y la planificación de diseños originales demostraron cómo los estudiantes lograron vincular conceptos matemáticos con situaciones del mundo real del interiorismo. Además, la evaluación del trabajo en términos de claridad, originalidad y profundidad conceptual reflejó el impacto de estas actividades en el desarrollo de competencias clave como la argumentación, el razonamiento proporcional y la aplicación de propiedades geométricas.
En la presentación oral y escrita se evaluaron no sólo núcleos conceptuales, sino también aspectos como la originalidad, la simplicidad, la prolijidad y la claridad. Esto refleja un enfoque integral en el desarrollo de habilidades esenciales en el ámbito profesional. La evaluación de las producciones del TPI proporcionó una oportunidad para la reflexión docente y la mejora en las prácticas de enseñanza.
Efectivamente, luego de observar y analizar las producciones realizadas para este TPI, se pueden evaluar las prácticas docentes en MC ya que "*mirar las producciones de los alumnos implica que podamos hacernos preguntas que relacionen con lo que ellos entendieron y, por supuesto, con lo que nosotros hicimos antes en la enseñanza*" (Furman, 2023, pág 319). En este sentido, a partir de la experiencia del 2023, se ha podido revalorizar el eje transversal de esta asignatura: focalizado en el razonamiento proporcional. En efecto, no sólo los contenidos matemáticos pueden ser interpretados en términos de RPP, también las magnitudes y los conceptos físicos abordados se pueden interpretar como razones entre elementos y características de los cuerpos.
Es decir, es fundamental proporcionar a los estudiantes, de DIM en particular, herramientas que no sólo les permitan resolver las situaciones propuestas por el grupo de docentes como reconocer figuras semejantes, sino que también aprendan a establecer y aplicar relaciones proporcionales en una variedad de contextos, desde el gráfico hasta el numérico. Esto facilitará la integración de la geometría en su formación profesional y contribuirá a su capacidad para aplicar estos conocimientos de manera efectiva en su futura práctica.
Parafraseando a Furman (2023), en el sistema educativo abundan las prácticas contrarias al aprendizaje profundo, dado que el estudiantado cree que aprender es algo que hace para otros y no para sí mismos. Deja de comprender cuál es el sentido de lo que está estudiando, repitiendo mecanismos para sus docentes en las evaluaciones. Por ejemplo, creer que "no sirven para la Matemática" puede ser producto de haber experimentado métodos de enseñanza inadecuados, que promueven la adquisición de información, dejando de lado el desarrollo de habilidades para resolver problemas. El equipo docente en DIM pretende mostrar la Matemática al servicio del diseño de un mobiliario, sin descuidar lo esencial de esta ciencia; esto es, desarrollar el pensamiento lógico matemático, utilizar lenguaje adecuado y la escritura simbólica.
Considerando la dimensión emocional que plantea Furman (2023), y que se ha planteado en el marco teórico, lo relatado en el capítulo anterior muestra la influencia de lo aprendido al ver

como algunos grupos evidenciaron tal confianza que pudieron ampliar y romper los límites que les proponía el programa de contenidos. Ejemplo de esto es el teselado que se intentó proponer en el TPI, en superficies curvas, que implica un estudio en 3D que excede ampliamente los contenidos matemáticos de la asignatura. Es decir, este enfoque amplía los horizontes de los estudiantes, fomentando la creatividad y también el pensamiento matemático.
El análisis de los TPI evidencia la aplicación efectiva del razonamiento proporcional por parte del estudiantado. La utilización de homotecia, escalas y relaciones geométricas en sus diseños de mobiliario demuestra cómo estas herramientas matemáticas se convierten en aliadas fundamentales para resolver problemas prácticos y crear piezas funcionales y estéticas. Estos resultados respaldan la idea de que el razonamiento proporcional actúa como un puente entre la teoría matemática y la práctica profesional del diseño.

Desafíos y oportunidades para continuar investigando

La asignatura MC ha experimentado modificaciones significativas desde 2015 hasta la actualidad. En este TFI se han destacado algunos avances en las prácticas docentes, particularmente aquellos que promueven el desarrollo del razonamiento proporcional en el estudiantado de la carrera de DIM. No obstante, se identifica que aún existen aspectos pendientes que podrían enriquecer tanto el análisis como la comprensión y mejora de las prácticas docentes en MC en pos de mejorar los aprendizajes de las y los estudiantes. Este proceso de reflexión y análisis resulta clave para afinar y perfeccionar la metodología, permitiendo una comprensión más completa de su impacto y efectividad en el contexto educativo. En este sentido, atender a estos puntos favorece el rediseño de la secuencia presentada, así como del resto del dictado de la asignatura.
Por ejemplo, es necesario poner foco en la manera en que los estudiantes interiorizan las relaciones matemáticas abstractas subyacentes a las transformaciones geométricas, particularmente en la homotecia. En este trabajo se vio que aunque los estudiantes lograron aplicar la homotecia a través de medios concretos (el pantógrafo), no siempre fue evidente que comprendieran las razones inherentes a la transformación en términos de la razón de homotecia y su relación con la razón de semejanza.
Esto resalta la necesidad de reforzar el aprendizaje teórico que acompaña a las actividades prácticas, para asegurar que las y los estudiantes puedan transferir ese conocimiento a otros contextos matemáticos y profesionales. Por ejemplo, se puede plantear analizar el alcance de diferentes niveles de razonamiento relacionado al concepto de semejanza. En un nivel inferior, el concepto es estrictamente visual, y posiblemente no preciso. En otro, superior, los estudiantes pueden comenzar a medir ángulos, longitudes de lados, calcular áreas y volúmenes (de los sólidos) que sean semejantes.
De esta manera se pueden encontrar relaciones entre formas semejantes: el estudiantado puede encontrar que todos los ángulos que se corresponden deben ser congruentes, pero que otras medidas varían de manera proporcional. Si un lado de una figura semejante a otra es de triple tamaño que el correspondiente en la figura pequeña, esa misma relación habrá entre todas las restantes dimensiones lineales. También que, si la razón entre las longitudes correspondientes es

de 1 a n, la razón entre las áreas será de 1 a n^2, y la razón entre los volúmenes será de 1 a n^3. Así, queda la posibilidad de explorar desafíos durante la implementación de este tipo de trabajos y las reflexiones derivadas de la experiencia.

Otro ejemplo puede ser cómo influye la motivación personal de los estudiantes (por ejemplo, el diseño inspirado en un concepto geométrico o en una necesidad de un usuario específico) en la calidad de las aplicaciones matemáticas en los diseños. En el mismo sentido analizar, qué estrategias de enseñanza pueden emplearse para fomentar la creatividad y aplicación matemática en los proyectos, sin perder la rigurosidad propia de la misma.

También queda la posibilidad de analizar en términos de aprendizaje, cómo impacta el uso de materiales concretos (como el pantógrafo) en quien aprende y del desarrollo del razonamiento proporcional. Asimismo, qué herramientas matemáticas adicionales podrían integrar los estudiantes en sus proyectos a partir del razonamiento proporcional en el diseño de mobiliarios funcionales e innovadores.

En este sentido, también podemos pensar en implementar en esta secuencia el uso de recursos informáticos, analizar si es posible alcanzar el razonamiento proporcional a través del uso de diferentes software de geometría dinámica por ejemplo, GeoGebra. Se podría analizar también, cómo acompañar con TIC la construcción del razonamiento proporcional al analizar magnitudes no lineales, como superficie y volumen.

Para finalizar, y de modo más general, plantear un posible factor que influye en la dinámica de MC y del estudiantado de DIM: desde 2018, en la Escuela de Arquitectura, Arte y Diseño se dicta la carrera de Arquitectura. Ambas carreras, DIM y Arquitectura, comparten espacios físicos, también curriculares, y algunos docentes[13].

Así, se genera una situación particular en muchos estudiantes: se inscriben en Arquitectura y en DIM. Esta doble inscripción, lejos de ser una elección vocacional, responde a una estrategia para asegurar un lugar en la UNRN y poder tener más chances en la carrera de Arquitectura, considerada la opción preferencial. Esto es porque el curso de ingreso de Arquitectura sirve para realizar una selección en los ingresantes, entonces quienes no puedan ingresar en dicha carrera tienen la posibilidad de "adelantar" algunos espacios curriculares en DIM. Esta dinámica contrasta con la noción de *etapa de experimentación* planteada por Panaia (2015), donde los estudiantes exploran activamente distintas opciones académicas.

Como señala Huertas (1997), las acciones de los estudiantes no solo están motivadas por sus deseos, sino también por factores externos como las oportunidades y las obligaciones. En este caso, a veces hay falta de interés genuino en DIM por haber quedado fuera del cupo de Arquitectura. En MC por ejemplo, se mostró que se observa una alta tasa de abandono. Se podría pensar que esto se debe a que MC no es un espacio que se les de como equivalencia para Arquitectura, puesto que los contenidos abordados son diferentes. Por lo tanto se podría analizar si es posible explicar el abandono de MC por esta variable. Comprender esta dinámica puede ayudar a diseñar estrategias pedagógicas que aborden las necesidades específicas de este grupo de estudiantes.

[13] Tres de las docentes de MC en el 2023 trabajaban allá: dos en Matemática Aplicada (primer año) y una en Física (segundo año).

Como reflexión final, no es novedoso decir que actualmente se requieren de nuevas miradas acerca del quehacer docente de nivel superior. No es suficiente con preparar las clases tradicionales, explicar y evaluar en las instancias parciales y finales, por el contrario, el foco se desplaza desde el docente como gran protagonista al estudiante. De este modo, es necesario abandonar viejos paradigmas tradicionales y construir nuevos escenarios que promuevan la formación del estudiantado, atendiendo a su desarrollo integral con competencias útiles para su accionar profesional. Así, se presenta necesario reconocer fortalezas y debilidades en el grupo de estudiantes y también de docentes, reinterpretar la diversidades con las cuales nos encontramos en nuestras aulas (físicas y/o virtuales) y convertirlas en oportunidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ander Egg, E (1991). El taller. Una alternativa de innovación pedagógica. 2da Edición. *Editorial Magisterio Del Río De La Plata*. Buenos Aires. ISBN 950-550 067-X

Arcanio, M., Falavigna, C. y Soler, P. (2013). *Ingreso y desconcierto: ¿nuevas preguntas y viejas estrategias? Sobre los jóvenes, la relación con el conocimiento y la construcción de subjetividades.* Cuadernos de Educación Año XI – N° 11 – Septiembre 2013 ISSN 2344-9152.

Artigue, M., Douady, R., Moreno, L., Gómez, P. (Ed.) (1995). Ingeniería didáctica en educación matemática, pp. 33-59. "*Una empresa docente*" & Grupo Editorial Iberoamérica. Impreso en México.

Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF,* 1(1-10).

Brooker, G. y Stone, S. (2010). *Diseño de interiores. Manual para los futuros profesionales del sector*. Océano. Barcelona

Brousseau, G (2000). Educación y didáctica de las matemáticas. *Educación Matemática* Vol. 12 No. 1. pp 5 - 38.

Brousseau, G (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas*. Buenos Aires, Libros Zorzal

Cantoral R. et al. (2015). El programa socioepistemológico de investigación en matemática educativa: el caso de latinoamérica. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa,* RELIME, vol. 18, núm. 1, pp. 5-17, Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. Recuperado de: https://www.redalyc.org/journal/335/33535428001/html/

Capece Perez, L.E. (2015). "La enseñanza de la matemática en ingeniería". En *Investigaciones en educación matemática*. Aportes desde una unidad de investigación. Recuperado de: http://funes.uniandes.edu.co/8359/1/Cap%C3%ADtulo_8_Ense%C3%B1anza_de_la_Matem%C3%A1tica_LCP.pdf

Castillo Bravo, C. D. (2017). *El arte abstracto como lenguaje para el diseño interior* (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay).

Chacón, M., Farías, S., González, V., & Poco, A. (2009). Un procedimiento para establecer criterios para elaborar problemas. In *Memorias del 10º Simposio de Educación Matemática*.

Charnay, R. (1994). Aprender (por medio de) la resolución de problemas. Didáctica de matemáticas. *Aportes y reflexiones,* 51-64.

Chevallard, Y., Bosch, M., Gascón, J. (1997). *El eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje*. Cuadernos de educación. Estudiar matemáticas, Barcelona: Editorial ice–horsori.

Ching, F. D. (2002). Arquitectura, Forma Y Orden. México: G. Gilli.

Ching, F. D., Binggeli, C., Tessio, L., & del Álamo, M. R. (2015). *Diseño de interiores: un manual*. Barcelona: Gustavo Gili.

Corica, A. R., (2009). Aprender Matemática en la Universidad: la perspectiva de estudiantes de primera año. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 4(1),10-27.[fecha de Consulta 8 de Noviembre de 2022]. ISSN: . Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273320453003

De Ketele, J. M. (1984). *Observar para educar. Observación y evaluación en la práctica educativa*. Madrid: Editorial Visor

Delgado Banegas, C. (2020). Nociones del espacio interior entre las Lógicas de Coherencia Espacial y La Percepción Visual. El interiorismo de Zaha Hadid. *Centro de Estudios en Diseño y Comunicación* . pp 117 - 133 ISSN 1668-0227 [http://www.scielo.org.ar/pdf/ccedce/n86/1853-3523-ccedce-86-116.pdf]

De Vincenzi, A. (2009). Concepciones de enseñanza y su relación con las prácticas docentes: un estudio con profesores universitarios. *Revista Educación y Educadores*, 12(2), 87-101.

De Vincenzi, A; Marcano, D; Macri, A. (2020). La práctica educativa bajo el lente de la teoría de la actividad. Revista Científica Multidisciplinaria, 5(1), 159-176.

Díaz-Barriga, A (1996) *Didáctica y Curriculum. Articulaciones en los programas de estudios*. México, Nuevomar.

Díaz-Barriga, Á. (2013). Guía para la elaboración de una secuencia didáctica. *UNAM, México, consultada el*, *10*(04), 1-15.

Edelstein, G (2011) Formar y formarse en la enseñanza. Ed. Paidós. Bs. As.

Elam, K. (2014). La geometría del diseño: Estudios sobre la proporción y la composición. Editorial GG.

Espinel, M. C., Bruno, A., & Plasencia, I. (2010). La comprensión de gráficas de porcentaje de variación en situaciones cotidianas. *Unión-Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 6(24).

Ezcurra, A. M. (2005). *Diagnóstico preliminar de las dificultades de los alumnos de primer ingreso a la educación superior.* Perfiles Educativos, vol. XXVII, núm. 107, enero-marzo, 2005, pp. 118-133. México: Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación.

Ezcurra, A. M. (2007). *Los estudiantes de nuevo ingreso: democratización y responsabilidad de las instituciones universitarias*. Cuaderno Pedagogía Universitaria. Pró-Reitoria de Graduação da Universidade de Sao Paulo.

Ferrarino, C; Ayuso, B.; Garelik, C.; Lozano, E. (2020) Aproximaciones a las miradas de los profesores respecto a las causales de discontinuidad de estudios en la Universidad. *1er Simposio Latinoamericano y Caribeño sobre investigación en educación inclusiva.* 24, 25 y 26 de Setiembre 2020, CELEI, Chile.

Ferrer Puigdellívol, M.; Fortuny Aymemí, J.; Morera Úbeda, L. "Efectes de l'actuació docent en la generació d'oportunitats de aprenentatge matemàtic". *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, vol.VOL 32, no. 3, pp. 385-0, https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/287560

Furman, M. (2023). *Enseñar distinto*. 1° Edición especial. Colección Formando Docentes. SXXI Editores para el Ministerio de Educación de la Nación. Instituto Nacional de Formación Docente. ISBN 978-987-801-231-5

Gibelli, T. (2014). La investigación basada en diseño para el estudio de una innovación en educación superior que promueve la autorregulación del aprendizaje utilizando TIC. En *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación* (pp. 1-16).

Godino, J. D., & Ruiz, F. (2002). *Geometría y su didáctica para maestros*. Universidad de Granada, Departamento de Didáctica de la Matemática.

Godino J., Batanero C., Font V. (2003). *Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de la matemática para maestros*. Departamento de Didáctica de la Matemática Facultad de Ciencias de la Educación Universidad de Granada

Gomez, B. (2007). La razón en semejanza: el caso del perrito. In *Investigaciones en educación matemática:: pensamiento numérico* (pp. 237-258).

González, Y., Arias, I., & Picado, M. (2020). La homotecia: análisis conceptual y análisis de contenido. [Recuperado en marzo 2024 en http://funes.uniandes.edu.co/22405/1/Gonzalez2020La.pdf]

Lanzillotto, C., Farías, A., Heredia, M., & Torres, A. (2021). *Matemática aplicada para estudiantes de arquitectura*. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño.

Guin, D., & Trouche, L. (2002). Mastering by the teacher of the instrumental genesis in CAS environments: necessity of instrumental orchestrations. *ZDM Mathematics Education*, *34*(5), 204-211.

Huertas, J. A. (1997). Motivación. Querer aprender. Buenos Aires: Aique, 33.

Imbernon, F. (1996). En busca del discurso educativo: la escuela, la innovación educativa, el currículum, el maestro y su formación.

Lesh, R., Post, T., & Behr, M. (1988). Proportional Reasoning. In J. Hiebert & M. Behr (Eds.) Number Concepts and Operations in the Middle Grades (pp. 93-118). Reston, VA: Lawrence Erlbaum & National Council of Teachers of Mathematics.

Lorente, J. F. E. (2001). La teoría de la proporción arquitectónica en Vitruvio. *Artigrama*, (16), 229-256.

Macanchí Pico, M., Orozco Castillo, B., & Campoverde Encalada, M. (2020). Innovación educativa, pedagógica y didáctica. Concepciones para la práctica en la educación superior. *Revista Universidad y Sociedad*, *12*(1), 396-403. Epub 02 de febrero de 2020. Recuperado en 18 de diciembre de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000100396&lng=es&tlng=es

Maldonado Pérez, M. (2007) El trabajo colaborativo en el aula universitaria. *Laurus,* vol. 13, núm. 23, pp. 263-278. Universidad Pedagógica Experimental Libertador Caracas, Venezuela. Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=76102314

Marradi, Archenti y Piovani (2007). *Metodología de las Ciencias Sociales*. Buenos Aires: EMECE.

Martínez, S. (2011). *"¿Igualdad de oportunidades?. Un desafío para la enseñanza superior. Estudiantes y mediaciones en la enseñanza"*. En Martínez, S. (comp.) *Democratización de la Universidad*. Neuquén: EDUCO.

Martínez Sierra, G. (2011). Representaciones sociales que poseen estudiantes de nivel medio superior acerca del aprendizaje y enseñanza de las Matemáticas. *Perfiles educativos* vol.33 no.132 Ciudad de México ene. 2011. Recuperado de: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982011000200006

Martínez Sierra, G. y Arellano, Y. (2011). Representaciones sociales que del aprendizaje de las matemáticas tienen estudiantes de nivel medio superior. *Sinéctica* [online]. 2011, n.36, pp.1-14. ISSN 2007-7033. Recuperado de: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1665-109X2011000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Mochón Cohen, S. (2012). Enseñanza del razonamiento proporcional y alternativas para el manejo de la regla de tres. *Educación matemática*, 24(1), 133-157. https://www.scielo.org.mx/pdf/ed/v24n1/v24n1a6.pdf

Del Castillo, A., & Montiel, G. (2009). ¿Artefacto o Instrumento? Esa es la pregunta. En P. Lestón, Acta Latinoamericana de Matemáticas Educativa (Vol. 22, págs. 459-467). México, DF, coacalco, Mexico: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A.C. y Comite Latinoamericano de Matemática Educativa. [Recuperado en marzo 2024 en http://funes.uniandes.edu.co/4821/1/Montiel%C2%BFArtefactoAlme2009.pdf]

Obando, G., Vasco, C. E., & Arboleda, L. C. (2014). Enseñanza y aprendizaje de la razón, la proporción y la proporcionalidad: un estado del arte. Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa, 17(1), 59-81.

Olvera, W., Gámez, I. E., & Martínez-Castillo, J. (2014). Aula invertida o modelo invertido de aprendizaje: Origen, sustento e implicaciones. *Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo*, 21, 143-160.

Panaia, M. (2015). Temporalidades individuales e institucionales del abandono universitario. Revista Pensamiento Universitario, 17, 19-38. En http://www.pensamientouniversitario.com.ar/index.php/pensamiento-universitario/numeros-anteriores-2/

Parra, C., & Saiz, I. (1994). *Didáctica de matemáticas: aportes y reflexiones*. Paidós.

Piaget, J., & Inhelder, B. (1958). *The growth of logical thinking from childhood to adolescence*. United Stated: Basic Book, Inc.

Pierella, M. P. (2014) *"El ingreso a la universidad pública: diversificación de la experiencia estudiantil y procesos de afiliación a la vida institucional"*. En Universidades. Dossier 51 . UDUAL · México · núm. 60 · abril-junio 2014

Pogré, P., De Gatica, A. y Krichesky, G. (coordinadoras) (2020). *Los inicios de la vida universitaria II. Políticas prácticas y estrategias para garantizar el derecho a la educación superior*. Buenos Aires: Teseo

Rabardel, P. (1999), Eléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques, en M. Bailleul (ed.) Mathématique, un problème didactique, La Pensée Sauvage, Grenoble, pp. 400.

Rinaudo M.C., Donolo D. (2010) Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. RED – *Revista de Educación a Distancia*. Número 22

Recuperado de: http://www.um.es/ead/red/

Rivera Calle, F. M., & García Martínez, A. (2018). Aula invertida con tecnologías emergentes en ambientes virtuales en la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador. *Revista cubana de educación superior*, *37*(1), 108-123. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0257-43142018000100008

Ruiz Morón, D. y otros/as (2011). Representaciones sociales en el aprendizaje de la matemática. *Educere*, vol. 15, núm. 51, julio-diciembre, 2011, pp. 439-449. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. https://www.redalyc.org/pdf/356/35621559014.pdf

Sadovsky, P. (2005). La teoría de las Situaciones Didácticas: un marco para pensar y actuar la enseñanza de la matemática. En: H. Alagia, A. Bressan y P. Sadovsky (Eds.) Reflexiones teóricas para la educación matemática (pp.1365), Buenos Aires: Libros del Zorzal.

Schon, D. A. (1992). *La formación de profesionales reflexivos: hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones* Paidós.

Silva Ruiz, J.; Ramos Mendoza, A.; Verduga Vélez, F. (2017). La apatía a las matemáticas en las carreras universitarias. *Rev. SINAPSIS*, Edición Nº 10, Vol. 1, Junio 2017. ISSN 1390 – 9770. Recuperado de: file:///C:/Users/cefer/Downloads/Dialnet-LaApatiaALasMatematicasEnLasCarrerasUniversitarias-8280872.pdf

Skovsmose, O (2012). Porvenir y política de los obstáculos de aprendizaje. Recuperado de: http://funes.uniandes.edu.co/2005/

Steiman, J. (2017). Las prácticas de enseñanza en la educación superior: un enfoque teórico-analítico. *Hologramática*, *26*(2), 115-153.

Suarez Burgos, A. y Rouquette Alvarado, J. (2015). Representaciones sociales sobre las matemáticas y su aprendizaje en educación superior. *Revista Veredas*. México pp . 227 - 245. Recuperado de: https://veredasojs.xoc.uam.mx › article › download

Suau, B. C. (2012). Geometría y método en diseño gráfico: del paradigma Newtoniano a la Teoría General de Sistemas, el Caos y los Fractales. *Arte, Individuo y Sociedad*, 24(2), 269282.

Tapia, M. A., & Sánchez, M. E. (2018). Hacia una historia del diseño de interiores y mobiliario: Vicisitudes de una construcción teórica. [https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/11593/1.8%20Hacia%20una%20historia%20del%20dise%C3%B1o%20de%20interiores%20y%20mobiliario.%20Vicisitudes%20de%20una%20construcci%C3%B3n%20te%C3%B3rica.pdf?sequence=15&isAllowed=y]

Tenti Fanfani, E. (2007). Viejas y nuevas formas de autoridad docente. *Revista Todavía*. http://www.revistatodavia.com.ar/todavia07/notas/tenti/txttenti.html

Trigueros, María y Sánchez-Matamoros, Gloria (2022). El aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas en la Universidad. AIEM - *Avances de investigación en educación matemática*, 21, 1-5. https://doi.org/10.35763/aiem21.4445

Trouche, L. (2018). Comprender el trabajo de los docentes a través de su interacción con los recursos de su enseñanza - una historia de trayectorias. Educación Matemática, Sociedad Mexicana de Investigación y Divulgación de la Educación Matemática A. C., 30 (3), 9-40. Disponible en [http://www.revista-educacion-matematica.org.mx/descargas/vol30/3/01_REM_30-3.pdf].

Vaira, S. M.; Contini, L.; Avila, O. (s/f). La enseñanza de la matemática en el contexto de las ciencias. una forma de abordar la retención universitaria. Santa Fe: Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral. Recuperado de: https://www.aidu-asociacion.org/wp-content/uploads/2019/12/LA-ENSE%C3%91ANZA-DE-LA-MATEM%C3%81TICA-EN-EL-CONTEXTO-DE-LAS-CIENCIAS.-UNA-FORMA-DE-ABORDAR-LA-RETENCI%C3%93N-UNIVERSITARIA.pdf

Vercellino, S. (2021). *El primer año de la universidad como analizador institucional*. Chile: Polyphōnia. Revista de Educación Inclusiva- CELEI

Vergnaud, G. (1991). El niño, las matemáticas y la realidad. México: Trillas

Villella, J. ; Güerci, V; Nasuti, F. (2024). *Ayudar a aprender Matemática sin enseñar*. Montevideo: Espartaco - Océano.

Vygotsky, L. (1979). Consciousness as a problem in the psychology of behavior. *Soviet psychology*, 17(4), 3-35.

ANEXOS

Anexo 1. Programa Matemática Compositiva

	Sede	Alto Valle – Valle Medio
	Localidad	General Roca – Rio Negro
	Escuela de Docencia	EAAD
	Carrera	Diseño de Interiores y Mobiliario

PROGRAMA ANALÍTICO DE	MATEMÁTICA COMPOSITIVA	**Código SIU-Guaraní**
		R(1367)

Correlativas según plan de estudios	**Para Cursar**		**Para Aprobar**
	Cursada Aprobada	**Materia Aprobada**	**Materia Aprobada**
	No corresponde	No corresponde	No corresponde
Ciclo Lectivo	2023	**Régimen de cursada**	
		Anual	
Carga horaria Semanal	4	**Carga horaria total**	128
Horas Teóricas Totales	2	**Horas Prácticas Totales**	2
Horas de estudio extra clase recomendada	4	**RTF** (Reconocimiento de Trayectos Formativos equivalente a Créditos según SNRA)	9
Día/s y horario/s de cursado	Jueves y Viernes de 14hs a 16hs		
Día/s y horario/s de Tutorías/Consultas	A convenir con los estudiantes		
Profesor/a a cargo	Mg Claudia Garelik		
Equipo de docencia	Ing. María Pía Martinez Prof. Jenny Fuentealba Palavecino Prof. Emiliana Llorens		

Fundamentación

"En las creaciones artísticas o de diseño, el componente matemático es un factor más que aparece junto con la luz, el color o el volumen. La forma y el tamaño, su análisis, interpretación y manipulación, no es el único componente del planteamiento artístico, pero si es una de las bases de su estructura"[14]

[14]Ministerio de Educación Ciencia y Tecnología- Resolución de Problemas- Matemática- Cuaderno de trabajo para el alumno.

El conocimiento de las nociones matemáticas presentes en las producciones artísticas permite comprenderlas mejor y también usarlas en nuevas creaciones. Prueba de ello son los estudios de las proporciones del cuerpo humano realizados en el Renacimiento por Leonardo da Vinci y también por Le Corbusier a fines del siglo XIX.
A lo largo de la historia, la Geometría ha sido quien ha marcado las líneas maestras en cualquier proyecto de edificación. Pocas disciplinas establecieron nexos tan recurrentes y fecundos con la geometría como lo ha hecho el diseño.
Podemos relacionar construcción y geometría en dos sentidos:
- la construcción de la geometría destacando el proceso de su nacimiento y los procedimientos que la definen.
–la geometría de la construcción, interpretando a la geometría como la estructura abstracta que subyace a las construcciones de diseño.
Es a partir de analizar las formas geométricas y las proporciones que subyacen en ciertos diseños que nos proponemos ir construyendo los conocimientos teóricos-prácticos sobre las relaciones entre matemática y diseño.
La Física aplicada al interiorismo contribuye al diseño de espacios agradables, cómodos, sustentables y funcionales para cada necesidad. El profesional del diseño de interiores debe conocer los principios físicos vinculados a la materia y a la energía para aplicarlos en sus proyectos.
La Física construye modelos que intentan representar la realidad física. Éstos, deben ser lo suficientemente simples para ser regulados mediante métodos matemáticos, pero a su vez suficientemente realistas para que los resultados sean aplicables a la situación problema considerada.

> *“Estamos condicionados por nuestra simetría y las leyes físicas que nos rigen: la gravedad nos señala permanentemente el eje vertical y el horizontal; nuestra tridimensionalidad relaciona el avance de nuestro cuerpo en el espacio y nos da relaciones de profundidad. Objetos más distantes los vemos más pequeños pero “conocemos” su similitud y entonces decimos que son iguales, aun viéndose distintos”*[15] Serlin (2005)

Propósitos de la asignatura

- Reconocer y demostrar la vinculación que existe entre ciertos principios matemáticos y el diseño en 2D y 3D
- Estudiar las proporciones, las formas y transformaciones geométricas, como herramientas matemáticas para la construcción e interpretación de hechos de diseño.
- Interpretar y modelizar los fenómenos físicos que conforman el mundo de la materia y la energía, y aplicarlos a la composición de los objetos de diseño.
- Estudiar la proporcionalidad, profundizando la vinculación que existe entre ciertos principios de la misma con conceptos estéticos y morfológicos del diseño.
- Reconocer los elementos geométricos en construcciones artísticas.
- Estudiar las transformaciones geométricas, isométricas e isomórficas y reconocerlas en construcciones artísticas.
- Construir conceptos fundamentales de la mecánica y aplicarlos al equilibrio de los cuerpos apoyados o suspendidos.
- Aplicar las condiciones del equilibrio estático a situaciones de diseño.
- Reconocer transformaciones energéticas, en procesos mecánicos, térmicos, eléctricos y radiantes para vincularlos al diseño.

Contenidos Mínimos según plan de estudios

[15] Arq. Eli Sirlin (2005). Citado en Gallarato Paola (2015), *“Escena, hábitat y ciudad II. Elementos escenográficos. La luz como medio transformador del espacio”*.

Razón y proporción. El problema armónico. Proporcionalidad inconmensurable: número de oro o áureo. Formas geométricas y su diseño. Representación, descripción y construcción de polígonos. Representación bidimensional de poliedros. Transformaciones del plano: Simetría, Rotación, Traslación, Homotecia. Aplicaciones al diseño. La geometría del espacio.
Magnitudes y unidades. Fuerzas- Interacciones. Equilibrio. La Energía en el Diseño. Formas: cinética, potencial y mecánica. Energía térmica, Energía eléctrica, Energía radiante: generalidades.

COMPETENCIAS Y HABILIDADES Mínimas según SNRA

Comprender y transferir los conceptos y métodos matemáticos que permitan resolver problemas planteados en su especialidad. Decodificar el lenguaje simbólico y formal. Comprender los efectos de los fenómenos físicos aplicados a la disciplina.

Propuesta Metodológica

La metodología utilizada para las clases será el Aula Invertida, es decir en el aula virtual los estudiantes leen los apuntes, ven videos subidos por la cátedra, a su ritmo durante la semana, mientras que el aprendizaje en el aula presencial es mucho más dinámico e interactivo, los docentes guían a cada subgrupo de estudiantes en dicho aprendizaje a través del trabajo colaborativo en la resolución de problemas que les presentan referidos a su futura profesión.
En dichas clases presenciales, en caso de ser necesario, los estudiantes serán divididos en dos grupos (uno para cada día de clase) y se enfrentarán a prácticas físico-matemáticas, a la resolución de problemas que den lugar a la toma de decisiones, a debates sobre procedimientos, resultados y conclusiones.
Durante la resolución de los problemas propuestos, las docentes acompañarán a los estudiantes, aclarando dudas, orientando en las tareas que tienen que desarrollar, ayudando a establecer relaciones con los contenidos teóricos involucrados en su resolución. En forma colectiva se realizarán las correcciones e institucionalizaciones correspondientes.
El curso se desarrollará en sesenta y cuatro (64) clases de dos horas de duración cada una.
Los estudiantes, fuera del horario de cursado de la asignatura en forma presencial, deberán realizar algunos trabajos teórico- prácticos cuya presentación podrá ser escrita u oral.

Cronograma de Actividades Teóricas, Prácticas, Salidas de Campo, etc.

Entrega Trabajo Práctico Integrador: fecha a convenir.

¿Requiere extensión áulica? - modalidad virtual-

Sí, es imprescindible tener un aula virtual en el campus de la universidad para aplicar la metodología del aula invertida.

Ajustes para estudiantes con discapacidad

Unidad 1: **Construcción de figuras y medición en el plano.**	**Fecha Probable de Inicio y Finalización** **Desde el :** 11/03/2023 **Al** : 29/04/2023
Magnitudes y unidades: longitud y superficie. Polígonos. Triángulos: definición, construcción, congruencia de triángulos, perímetro y superficie. Cuadriláteros: definición, clasificación, construcción geométricas con regla y compás: mediatriz de un segmento, bisectriz de un ángulo, recta paralela y recta perpendicular a una recta dada, perímetro y área, propiedades. Polígonos regulares. Representación, descripción y construcción de polígonos. Cálculo de perímetros y superficies. Curvas en el plano: elipses, circunferencias. Trazado, reproducción y construcción de estas curvas.	

Unidad 2: **Relaciones del peso de un cuerpo.**	**Fecha Probable de Inicio y Finalización** **Desde el :** 05/05/2023 **Al** : 24/06/2023
Poliedros: caras, aristas, ángulos, vértice. Poliedros: desarrollo plano, construcción. Secciones de un cuerpo. No poliedros: desarrollo plano, construcción. Cálculo de volumen. Magnitudes y unidades: áreas laterales, volumen y capacidad. Fuerzas-Interacciones: Concepto y clasificación de las fuerzas. Masa y Densidad. Centro de gravedad. Tipos de Fuerzas: Peso. Normal. Tensión. Elástica. Rozamiento. Vectores: definición. Sistema de referencia. Vector determinado por dos puntos. Suma y resta de vectores. Vector opuesto. Multiplicación de un vector por un escalar. Coordenadas polares de un vector.	

Unidad 3: **Proporcionalidad geométrica y condiciones de equilibrio.**	**Fecha Probable de Inicio y Finalización** **Desde el :** 11/08/2023 **Al** : 30/09/2023
Semejanza de figuras. Trigonometría: semejanza de triángulos. Teorema de Thales, semejanza de triángulos rectángulos. Proporcionalidad y rectángulos notables. Transformaciones isomórficas en el plano: homotecia, construcción de figuras semejantes. Centro y razón de la homotecia. Aplicación a planos y maquetas. Sistemas de fuerzas: Diagrama de cuerpo libre. Resultante y equilibrante. Componentes cartesianos de una Fuerza. Plano Inclinado. Estática. Momento de una fuerza. Condiciones de equilibrio estático. Estabilidad y equilibrio de cuerpos suspendidos y apoyados. Tipos de equilibrio.	

Unidad 4: **Cubrimiento del plano: transformaciones y conservación en diseño**	**Fecha Probable de Inicio y Finalización** **Desde el :** 06/10/2023 **Al** : 25/11/2023
Transformaciones rígidas del plano: Simetrías. Reflexiones. Traslaciones. Rotaciones. Análisis, reproducción, ampliación. Construcciones de frisos. Análisis, reproducción, ampliación y construcción de mosaicos, teselados y frisos utilizando diferentes formas y transformaciones geométricas. Morfología de obras artísticas como las de Escher, las de la Alhambra de Granada y otras Composición de movimientos. Esfuerzos y deformaciones; conceptos de tracción, compresión, flexión, torsión y corte. Deformación Elástica. Estudio de aplicaciones sobre mobiliario.	

Propuesta de evaluación

La evaluación será continua mediante el seguimiento de las actividades realizadas: participación de las diferentes propuestas grupales e individuales donde se planteen problemas o discusiones sobre algún tema, cuestionarios asincrónicos propuestos en cada unidad para autoevaluarse, un Cuestionario Final Asincrónico después de cada unidad, instancias escritas individuales presenciales (con recuperación), participación en las clases presenciales, resolución de trabajos prácticos propuestos.

Asignatura posible de ser promocionada sin examen final: características y nota (número y letra)

La asignatura puede ser promocionada de la siguiente manera:

- 100% de los trabajos prácticos propuestos Aprobados.

- 100% de los Cuestionarios Finales Asincrónicos de cada unidad aprobados con **nota 7 (siete) o más**.
- 100% de las Evaluaciones Presenciales de cada unidad aprobadas con **nota 7 (siete) o más**.
- La participación en las diferentes propuestas grupales e individuales donde se plantee la resolución de algún problema o discusión.
- 70% asistencia a las clases presenciales.
- La nota integradora (el Cuestionario Final Asincrónico de cada unidad y la instancia de evaluación escrita presencial) tiene que ser **7 (siete) o más**.

Cada evaluación presencial tendrá su respectivo recuperatorio (que se debe aprobar con **nota 7 (siete) o más**). Para poder promocionar, en cada instancia de recuperación, sólo se puede recuperar una evaluación presencial, es decir, si en alguna instancia de recuperación se debe recuperar más de una evaluación (Recuperatorio integral) no se podrá acceder a la promoción.

Requisitos de acreditación

La asignatura puede acreditarse de tres maneras: con examen final regular, por promoción directa o por examen final libre. Si el estudiante cumple con:

- 100% de los Cuestionarios Finales Asincrónico de cada unidad aprobados con **nota 6 (seis)**.
- 100% de las Evaluaciones Presenciales de cada unidad aprobados con **nota 6 (seis)**.
- 60% de asistencia a las clases presenciales.
- La nota integradora (involucra la participación en las diferentes propuestas grupales e individuales, el Cuestionario Final de cada unidad y la instancia de Evaluación Presencial) es **6 (seis)**.

Cursa la asignatura y debe rendir examen final.
Cada instancia de evaluación presencial tendrá su respectivo recuperatorio (que se debe aprobar, con **nota 6 (seis)**). En caso de desaprobar varias instancias de evaluación presenciales, se tomará un recuperatorio integral relacionando los conceptos evaluados en cada una.

Asignatura posible de ser rendida en condición de "Alumno libre": SI

Fechas tentativas de evaluaciones previstas

Primer evaluación presencial: 28/04
Segundo evaluación presencial: 23/06
Tercer evaluación presencial: 29/09
Cuarto evaluación presencial: 10/11
Recuperatorios: 23/11 y 24/11

Bibliografía

- Alsina C., Pérez R. y Ruiz C.(1989). *"Simetría Dinámica"*. Col. Matemáticas: Cultura y Aprendizaje. Vol. 13. Ed. Síntesis, Madrid.
-Cromer, A. (2010) *"Física en la ciencia y en la industria"*. Editorial. Reverté
- Fiol Mora María Luisa, Fortuny Aymemi José María (1990) *"Proporcionalidad Directa. La forma y el número"*. Editorial Síntesis. Puig Adams.
- Guzmán, Miguel de; Cólera, Jose; Salvador, Adela (1991). *"Matemáticas". Bachillerato1.* Grupo Anaya. Madrid.
- Hewitt, P. (2007) *"Física conceptual"*. Editorial Pearson
-Nicolini, G., Santa, G., Vasino, S. (1998) *"Matemática para arquitectura y diseño".* Buenos Aires. Nueva Librería
-Puig Adam, (1970): *"Curso de geometría métrica"*. T II. Madrid.
- Sears,Zemansky, (2008) *"Física Universitaria"*. Editorial Aguilar
- Serway, R. (2010) *"Fundamentos de física"*.Editorial Cengage
-Tirao, J.: *"El plano"*. Docencia. Bs.As. 1979.

-Vera W. de Spinadel., Nottoli, Hernán. (2008) “*Herramientas matemáticas para la arquitectura y el diseño”*. Buenos Aires. Nobuko.

Vigencia del Programa		
2022	**2023**	**2024**
Claudia Garelik		
Firma y Aclaración Docente	**Firma y Aclaración Docente**	**Firma y Aclaración Docente**
Firma y Aclaración Director	**Firma y Aclaración Director**	**Firma y Aclaración Director**

Anexo 2. Secuencia Didáctica.

La secuencia está organizada en tres sesiones de 2 hs cada una.

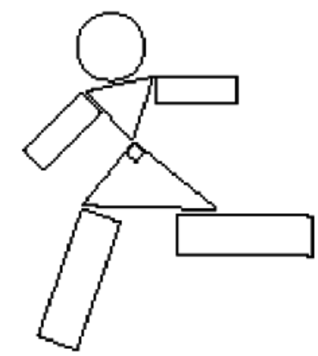
ACTIVIDADES 10/08/2023

1) Construir dos triángulos no congruentes ABC y DEF, sabiendo que sus ángulos miden 37º, 73º y 70º.

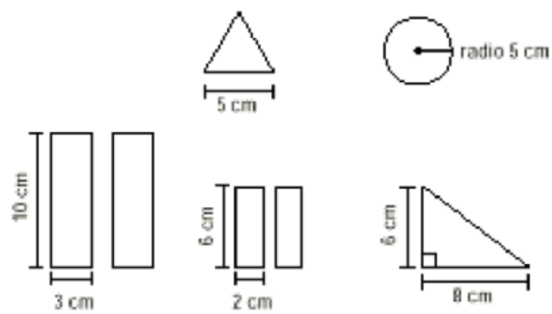
2) Construir dos triángulos rectángulos no congruentes ABC y DEF, sabiendo que un ángulo agudo mide 35º.

3) Una empresa ha diseñado un juego para niños que permite armar figuras como la del dibujo a) . Las piezas y sus medidas son las indicadas en b). Por diversas razones, la empresa decide agrandar estas piezas con el siguiente criterio: lo que mide 5 cm pasará a medir 8 cm; el resto de las medidas se deben ajustar a ese criterio para mantener la proporción. Diseñar en cartulina las piezas del juego ya ampliado. Analizar y comentar los procedimientos utilizados. ¿Cuál fue la pieza que ofreció mayor (o menor) dificultad para rehacerla?

a)

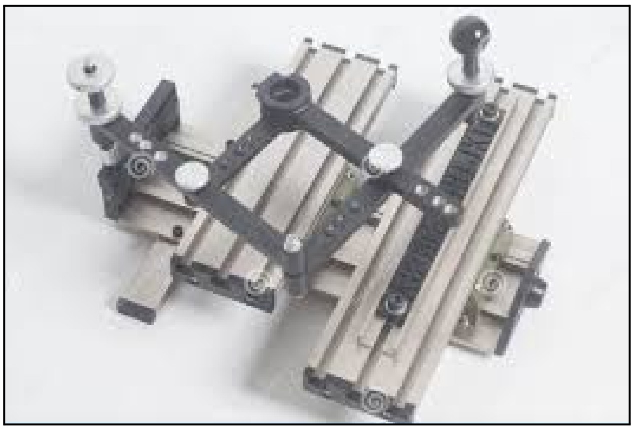


b)



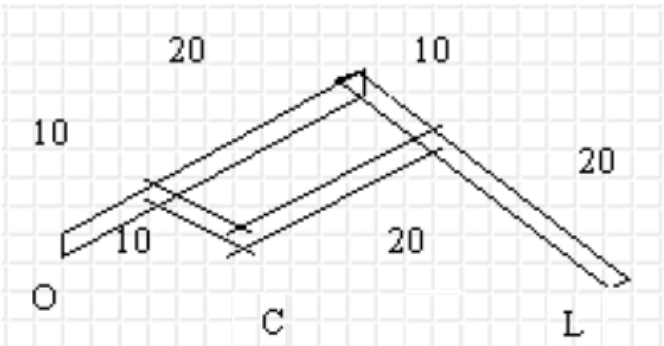
ACTIVIDADES 17/08/2023

Un pantógrafo es un dispositivo mecánico que se usa para hacer ampliaciones o reducciones de dibujos. Existen de diferentes materiales y tamaños, pero básicamente requiere de cuatro varillas articuladas con algún tipo de remache formando un paralelogramo con dos lados prolongados, como se ve en la figura próxima.



Se puede construir una versión simple usando tiras de cartulina o cartón duro. Necesitaremos para ello dos bandas de cartón duro de 33cm x 3cm, una de 26cm x 3cm y una de 16cm x 3cm. Armar una estructura que quede dispuesta como la muestra la imagen que visualiza a la izquierda.

El punto O se mantiene fijo en la superficie en la que se van a trazar los dibujos mientras que el C se mueve sobre la figura a copiar. El lápiz se sitúa en L para trazar la ampliación.

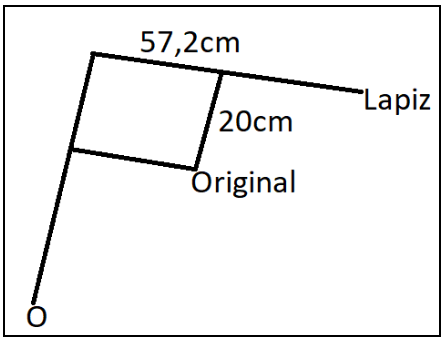


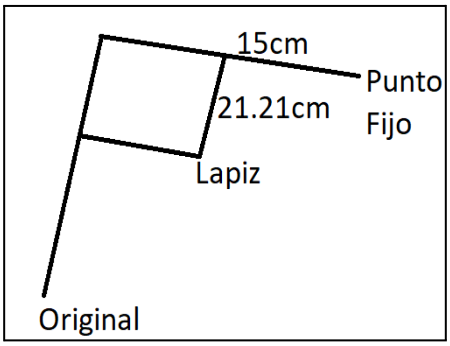
Actividades para realizar luego de construir el pantógrafo:

1) Copiar uno de los triángulos construidos en el inciso 2 de la actividad 1, usando el pantógrafo.
2) Analizando el pantógrafo y la relación entre las distintas tiras de cartón y dónde se puso el lápiz y dónde el "cursor" para producir este agrandamiento: ¿cuál es la razón de semejanza entre el triángulo copiado y el original? Establecer conclusiones respecto de las razones entre las distancias del punto fijo al lápiz y desde el punto fijo al cursor y entre los lados correspondientes de los triángulos.

3) ¿Qué sucede si se invierte la función de los puntos L y C? ¿Se conserva la razón de semejanza? Justificar la respuesta.
4) Discutir en los mesones y responder: ¿Por qué el pantógrafo permite hacer figuras semejantes? ¿Cómo habría que construirlo para producir una duplicación (o reducción a la mitad)? Es decir, para que los trazos correspondientes estén en una razón de 1:2 (ó 2:1, respectivamente).

5) Considerar los siguientes casos y analizar qué razón de semejanza tienen las figuras construidas sobre las originales en cada uno:

a) 

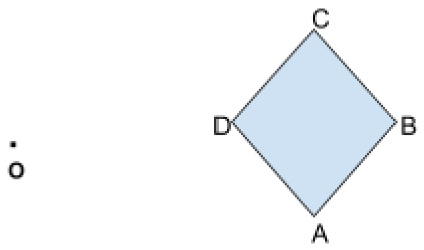
b) 

c) El pantógrafo está formado por varillas de 60cm. El paralelogramo tiene un lado que mide 20cm y el otro mide 30cm. El dibujo original está a la derecha del lápiz.

d) El pantógrafo está formado por varillas de 60cm. El paralelogramo tiene dos lados congruentes de 24 cm cada uno.

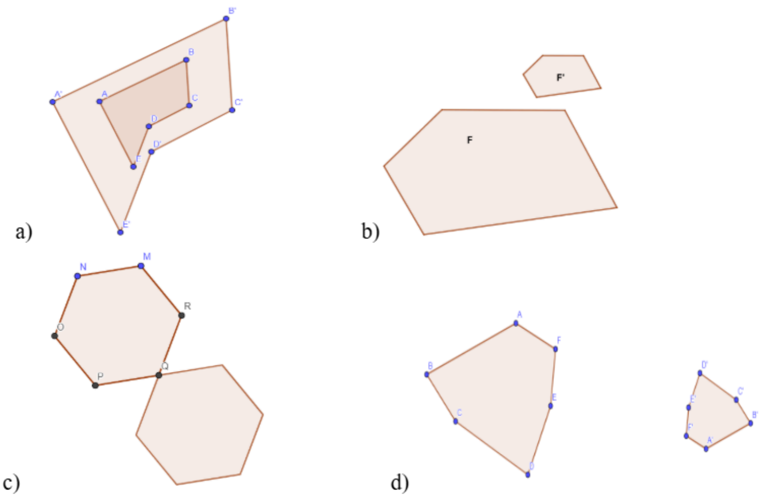
ACTIVIDAD 18/08/2023

1) Realizar, en esta hoja, una ampliación del polígono ABCD como si se realizara con un pantógrafo que duplica el tamaño. O representa el punto fijo.

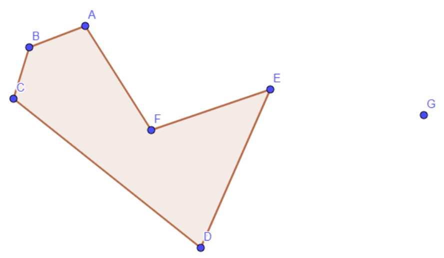


   a) Explicar el procedimiento realizado.
   b) Realizar la "duplicación" sabiendo que el punto fijo coincide con el vértice A. Explicar el procedimiento realizado.

2) Sabiendo que, en cada caso, las figuras son semejantes, ubicar la posición del **centro** que permite tal semejanza e indicar la razón. Considerar F original y F' copia:



3) Dado el punto G y el polígono ABCDEF, hallar A'B'C'D'E'F', sabiendo que son homotéticos. Dar las razones de semejanza de los polígonos e indicar simbólicamente el movimiento.



Anexo 3. Trabajo Práctico Integrador.

TRABAJO INTEGRADOR

A lo largo del año hemos estudiado diferentes núcleos conceptuales, en esta actividad nos proponemos que los estudien nuevamente y los revisen para poder aplicarlos en el diseño de interiores y mobiliario. El objetivo del trabajo integrador, entonces, es diseñar un mobiliario donde se evidencien estos aprendizajes.

Consignas de trabajo: en grupos de no más de 5 personas:

- Diseñar un mobiliario original.
- Construir una maqueta del mobiliario, indicando la escala conveniente.
- Elaborar y presentar en papel, un informe que dé cuenta del trabajo realizado. El mismo debe contener mínimamente: especificaciones del mobiliario, justificaciones sobre la elección de los materiales y tamaño, cálculos efectuados, esquemas y bocetos, fotos de la maqueta, indicaciones de escalas usadas, análisis físico del mobiliario en reposo y núcleos conceptuales abordados, justificando el porqué de los mismos.
- Organizar una presentación oral de 10 minutos como máximo, donde se muestre el mobiliario diseñado, la maqueta y los núcleos conceptuales más importantes abordados.

Para el desarrollo de este trabajo, se valorará:

- La cantidad de núcleos conceptuales de la asignatura que se integran en él.
- La profundidad abordada en cada núcleo conceptual: utilización de vocabulario específico, cálculos pertinentes, buen manejo de unidades, aplicaciones de propiedades si correspondiere, la elección correcta de escala.
- La originalidad y simpleza en el diseño.
- La prolijidad y claridad en la presentación.