

## CONSTRUCTIVISMO EN LA PEDAGOGÍA DEL DISEÑO INDUSTRIAL: ¿QUÉ APRENDEN LOS ALUMNOS?

Miguel Ángel Ovalle\*

### Resumen

Se presentan aquí datos, análisis y resultados producidos por un estudio cualitativo sobre la pedagogía del diseño industrial. Se analizan los efectos que tienen el aprendizaje en colaboración y las actividades de interacción con el entorno (experimentación con prototipos y comunicación con usuarios y expertos relacionados) en el aprendizaje del diseño industrial. Con esta innovación pedagógica y con la investigación sobre sus efectos, se quiso aportar una nueva visión de la pedagogía del diseño que convierta las variadas experiencias e interacciones del estudiante, durante el proceso, en herramientas de apoyo pedagógico que sustenten su aprendizaje y les permitan entender lo que es diseñar. Se realizó el estudio con un grupo de estudiantes del taller 10° del Departamento de Diseño Industrial de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Los Andes, en Bogotá, Colombia. Se analizó la incidencia de la experimentación, el contacto con usuarios y expertos y el trabajo en colaboración tanto en la calidad de los productos como en la calidad del aprendizaje individual sobre el proceso de diseño. Se utilizaron datos recogidos en distintos momentos de aprendizaje, consignados en matrices de observación de los productos de los estudiantes y de las presentaciones parciales y finales de los objetos diseñados y en entrevistas con los alumnos. Se analizó esta información desagregándola deductivamente en categorías que denotan aprendizaje del proceso de diseñar y reflexión sobre él a partir de la interacción con otros y con el ambiente.

La investigación aporta evidencia de la efectividad de este cambio en el paradigma tradicional de la enseñanza del diseño, al propiciar autonomía en el aprendizaje del alumno y hacer significativas las actividades de interacción social, indagación y la experimentación dentro del proceso de diseñar. Estas prácticas, poco estudiadas en la pedagogía del diseño, aparecen como recursos para el proceso de aprendizaje antes que como exigencias metodológicas para la producción de resultados.

### Palabras Clave:

*Constructivismo, proceso pedagógico, diseño, trabajo en colaboración*

### Abstract

The article presents the data, analysis and results of a qualitative study about the pedagogy of Industrial Design. It analyzes the effects of collaboration and activities in which students interact with the context

(experiments with prototypes and communication with users and related experts) on the learning of Industrial Design. With this pedagogical innovation and with the study the text offers a new vision of the pedagogy of Design, in which the different experiences and interactions of the students during the process turn into pedagogical tools to support their learning and their understanding of what designing is about.

The study was conducted with last semester students of the Department of Architecture and Design at Universidad de Los Andes, Bogotá. It analyzes the effects of experimentation, contact with users and experts and collaborative work, both on the quality of products and on the quality of individual learning about the design process. It gathers data at different points, in rubrics for the observation of products and of project presentations and in interviews with the students. It analyzes the data in deductive categories indicating learning of the design process and reflection about it from the different interactive activities.

The study produces evidence of benefits obtained when the traditional educational paradigm in the teaching of design changes. Autonomous learning is promoted and social interaction, inquiry and experimentation are made significant during the design process. These practices, sparsely studied in association with the pedagogy of Design, appear here as valuable learning resources instead of methodological requirements.

### Key words:

*Constructivism, pedagogic process, design, cooperative work.*

### Antecedentes y marco de referencia

Durante el año 2003, puse en práctica una intervención pedagógica en un curso del programa de Diseño, en la facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de los Andes, en Bogotá, Colombia. El curso es un taller semestral de diseño industrial con estudiantes de último semestre (10°). Decidí hacerlo al encontrar, en sus proyectos y en sus documentos, que un gran porcentaje de estudiantes, luego de cuatro años de formación universitaria dentro del programa, llegan al final de sus estudios con diversas carencias en sus habilidades, que no favorecen sus resultados académicos ni la calidad de sus productos. Demostraban, por ejemplo, bajo nivel de autonomía para aprender desde sus experiencias y para ejecutar sus tareas, es decir, para pensar, decidir y actuar con independencia en la generación de sus conceptos y en la decisión de las acciones necesarias para desarrollar sus proyectos de diseño; mostraban poco interés personal por interactuar con recursos de la universidad, del departamento y aún del entorno social

\* Diseñador Industrial. Magíster en Educación, Universidad de los Andes. Profesor Asociado del Departamento de Diseño, Universidad de los Andes.

en el que pueden estar los futuros usuarios de sus productos; su lenguaje oral y sus capacidades de expresión mediante técnicas de representación no eran fluidos; tampoco mostraban habilidad en la redacción de documentos. En suma, no tenían habilidades para relacionarse científicamente con el ambiente de donde podían partir y en donde podían llegar a funcionar sus diseños. El desarrollo de estas habilidades permitiría a los estudiantes, que egresaran de la carrera de diseño, hacer y actuar autónomamente y de manera profesional en contextos sociales y técnicos y comprender las implicaciones de sus acciones y productos en cada contexto. Un análisis de las prácticas tradicionales en la enseñanza del diseño y de las prácticas de taller en nuestro propio Departamento de Diseño revela que el 'cómo se aprende' a diseñar ha sido poco relevante en ellas. El interés se ha puesto en realizar ordenadamente y completar linealmente los pasos metodológicos del proceso de diseño recogidos de la bibliografía del diseño y previamente acordados en distintos cursos. En muy pocos casos hay reflexión de los estudiantes sobre cómo aprenden conceptos de diseño y cómo van comprendiendo los procesos que ayudan a crear un concepto y a configurar el nuevo producto industrial al que subyace. Parece, pues, que estudiantes y profesores pensamos que llegar a una solución de diseño es aprender a diseñar. Esto quiere decir que hemos llegado a confundir procesos de diseño con procesos pedagógicos y a desconocer los aprendizajes que pueden ocurrir en el proceso de diseñar; no nos hemos detenido a establecer distinciones entre lo pedagógico y lo metodológico de las clases y los talleres de diseño. Asumimos erróneamente que quien sigue pautas o metodologías de diseño y logra resultados bien valorados por un profesor 'aprende' a diseñar, cuando, en realidad, su labor ha sido la gestión de un proceso que depende del modelo planteado por las exigencias académicas tradicionales que buscan obtener y evaluar resultados finales. Encuentro aún más evidencia de esto en el hecho de que actualmente no tenemos en cuenta la influencia pedagógica de acciones que podrían apoyar el aprendizaje que construye un estudiante de diseño: su interacción con el ambiente donde funcionarán sus productos y con los futuros usuarios de los objetos que pretende diseñar y el contacto con sus compañeros, profesores y contexto académico. El panorama es uno en el que las metodologías para diseñar nos encierran en una pedagogía del diseño limitada por los métodos mismos y por la tradicional dialéctica profesor-alumno que frecuentemente propiciamos los profesores. Esto no parecería estimular la formación de autonomía en el

estudiante, ni como aprendiz ni como diseñador, sino su dependencia de la visión y la evaluación personal de un maestro. Un plan pedagógico debería apoyar y propiciar el aprender desde la interacción con muchas personas, objetos y contextos, en conjunción con los procesos de reflexión individual y grupal sobre lo que se va aprendiendo; procesos válidos, pues los estudiantes de diseño deberán utilizarlos más tarde, en sus ambientes de trabajo profesional. El constructivismo proporciona un fundamento epistemológico para el proceso pedagógico, referido a una serie de visiones sobre cómo aprende el individuo, cómo actúa sobre el mundo y cómo comprende concretamente los procesos y el medio. Quienes aplican el constructivismo a situaciones pedagógicas ven el aprendizaje como un proceso de quien aprende, donde este construye sentido en contexto. En este proceso el maestro es un facilitador, motivador y tutor que ayuda al aprendiz a desarrollar su conocimiento, también sus habilidades de pensamiento y razonamiento, con preguntas que exigen y provocan la construcción de su comprensión y su metacognición (pensamiento sobre el propio aprendizaje). El facilitador no usa su propio conocimiento para responder; conduce al estudiante a buscar respuestas (Savery & Duffy, 1996) y le ayuda a establecer sus propias distinciones conceptuales. Desde esta visión también se cuestiona la enseñanza tradicional, donde el profesor es un instructor que transmite conocimientos a un estudiante pasivo. Y es que, incluso, en la enseñanza de una disciplina propositiva y de acción como es el diseño, también encontramos al docente tradicional como el actor central del aprendizaje, que propone y evalúa procesos, métodos y resultados. Desde un punto de vista metodológico, el proceso de diseñar se puede definir como la suma de pasos que buscan acercarnos al descubrimiento de soluciones (Anders, 2000). A su vez el proceso pedagógico puede considerarse un proceso intencional y planeado que facilita que los individuos se apropien creativamente de alguna porción de saber, con miras a elevar su formación (Flórez Ochoa, 1994). El aprendizaje sería un proceso cognoscitivo que se genera activamente en el interior y desde él, de cada persona (León Pereira, OEA-MEN, 1990). Estas definiciones, consistentes con ideas constructivistas, incorporan al concepto de proceso otros como el de descubrimiento (de soluciones) y el de saber (apropiarse del...), que en el contexto pedagógico pueden interactuar con conceptos afines a los de la indagación científica. En efecto, Schon (1987) ve al diseñador utilizando formas complejas de pensamiento que vinculan la artesanía y la ciencia. Sin embargo, en la educación tradicional, la ciencia se considera una actividad

especializada que tiene poco sentido en la vida real (Carey, 1989), lo que en la formación de diseñadores se aprecia cuando la expectativa por lograr productos innovadores y la creación estética o técnica se sobreponen a la necesidad de llevar a cabo prácticas orientadas hacia construir un proceso auténticamente pedagógico para el aprendizaje del proceso de diseñar.

Las aplicaciones pedagógicas consistentes con el constructivismo también se relacionan con la visión de Brown, Collins y Duguid (1989), quienes conectan el acto de conocer con el de aprender y el de comprender participando en una actividad (Chen et al., 2001). Inclusive nos permiten revisar conceptos relacionados con el pensar y el hacer, y acercarnos a describir el camino entre el pensar especulativo y el pensar en términos del uso (Aicher, 2001) que se da en contextos reales. La calidad de la participación efectiva para el aprendizaje se aclara por medio del concepto de desempeño auténtico (Perkins, 1998; Gardner & Boix-Mansilla, 1998), dentro del llamado 'constructivismo del desempeño' (Perkins, 1998). Comprender se convierte entonces en la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno conoce, y de desempeñarse flexiblemente con lo que uno sabe en diferentes contextos (Perkins, 1998). Así, la comprensión, y, por consiguiente, el aprendizaje, se reconocen por medio del desempeño y van mucho más allá de la memorización y las acciones rutinarias (Perkins, 1998), modeladas o dirigidas.

Saunders (1992) propone que deben ponerse problemas en las manos del alumno para estimular la indagación científica en el proceso de aprendizaje. Esto implica que el alumno observe el problema, lo conozca e interactúe con él sin que se le dé la receta para solucionarlo. Se busca así generar un aprendizaje significativo en el estudiante a partir de experiencias, para que desarrolle autonomía de pensamiento y acción, además de habilidad en la argumentación de alternativas, procesos y decisiones. Si los problemas combinan adecuadamente conocimientos previos y nuevos, ese tipo de ejercicio puede ayudar a asegurar que el aprendizaje ocurra en una zona de desarrollo próximo entre la posibilidad de aprendizaje autónomo que tiene el estudiante y la que tiene de alcanzar aprendizaje con la ayuda de otros, de herramientas y de ambientes mediados (Vigotsky, 1978).

Panitz (1996) explica cómo la práctica del aprendizaje en colaboración con otros, o co-labor (Hiltz, 1994, en Sherry, 1998), propicia la influencia de un grupo en el aprendizaje de un individuo y la capacidad de negociación. Esta práctica corresponde a los conceptos de conocimiento como construcción social, y aprendizaje como proceso social

(Vigotsky, 1978; Bruffe, 1993). Jonassen (1999), probablemente basado en la teoría de desarrollo cognoscitivo en contexto social de Vygotsky (1978), describe también el conocimiento como proceso de construcción individual y social. La colaboración propicia la interacción y puede llevar a confrontación intergrupala de conceptos, lo que obliga a elaborar posiciones mejor argumentadas y más maduras (Brown & Palincsar, 1989 en Sherry, 1998) y genera reestructuraciones cognoscitivas y cambios conceptuales en los miembros de los grupos.

Desde el punto de vista de la disciplina específica del diseño, el diseñador debe investigar dentro de grupos humanos para obtener una imagen realista y sistémica de las relaciones que comparten grupos de sujetos entre ellos, con su entorno y con sus objetos, de modo que produzca 'diseño para la gente'. Quien diseña debe abordar holísticamente el conocimiento pertinente a la naturaleza del objeto que diseña; no es suficiente cuando usa una parte de la información o unos pocos datos o cuando no establece relaciones entre ellos. Esa visión holística es planteada por Perkins (1989) al proponer el conocimiento como un proceso asimilable al de diseñar, definido a partir de propósitos, estructura, casos modelo y argumentos que explican y evalúan aquello que conocemos o deseamos conocer. Si el conocimiento está desconectado de los propósitos y de los contextos de aplicación que lo justifican, únicamente tendremos información (Perkins, 1989), es decir, datos pasivos que se obtienen y se transmiten. Hacer diseño sería entonces desarrollar un proceso para dotar de propósitos lo que se diseña y organizar información muy diversa alrededor de contextos para su aplicación. El conocimiento mediado por el proceso de diseño exige que se utilice lo conocido, no que se enuncie solamente. Requiere, además, que se establezcan y argumenten relaciones entre conocimientos distintos. Con esta visión, el proceso de diseñar aportaría elementos para la comprensión y generación significativa de conceptos, para la innovación y la solución creativa de problemas.

Así, desde el diseño mismo y desde las ideas de desempeño, construcción, proceso y aprendizaje con otros, se plantea la posibilidad de crear estrategias pedagógicas que favorezcan el aprendizaje del diseño, basadas en la relación sistemática con otras personas, espacios y objetos. El constructivismo puede mostrar alternativas conducentes a entender el proceso pedagógico que implica diseñar, pues ve el aprendizaje como un proceso activo de construcción más que de recepción de conocimientos. Permite también entender el papel de la acción y el desempeño en la construcción y búsqueda significativa de conocimiento, de

modo que permite pensar en que un estudiante construye sus conceptos sobre el diseño y sobre lo que diseña en la acción de diseñar. Y aunque en el proceso de diseñar el desempeño se plasma tradicionalmente en la producción de objetos, su aprendizaje debe incluir otro tipo de desempeños. Los ambientes propicios de aprendizaje para el diseño, probablemente deben abundar en oportunidades de interacción entre el estudiante y otros, e incluir obligatoriamente el contacto y la investigación con el contexto y sobre éste, de los usuarios para quienes diseña y con los objetos y técnicas relacionados con lo que diseña y sobre ellos. Conjugando el proceso individual de diseño con el trabajo en colaboración, con técnicas de investigación etnográficas y trabajos de experimentación debe, entonces, propiciar un aprendizaje enriquecido, donde el profesor debería estar atento a que estas acciones se realicen más como apoyo al aprendizaje y al desarrollo del producto que como obligación metodológica, poco significativa en el proceso.

Es difícil encontrar bibliografía sobre estudios de prácticas afines con el constructivismo que se hayan utilizado específicamente en el diseño industrial. Las prácticas que he analizado en este marco conceptual, al ser inherentes a los procesos de investigación e innovación, pueden haberse utilizado tangencialmente en la enseñanza del diseño; no obstante la literatura sobre formas de enseñanza del diseño no presenta esta evidencia, lo que hace improbable que se hayan utilizado sistemáticamente. La innovación pedagógica que he realizado puede entonces constituir un experimento en alguna medida innovador, y la investigación sobre su efectividad, un aporte al conocimiento pedagógico sobre la enseñanza-aprendizaje del diseño.

## La innovación pedagógica

A partir de este marco conceptual, la innovación consistió en poner en práctica el aprendizaje en colaboración, durante el proceso de diseño que realizan los estudiantes de un producto o sistema de productos, con el propósito explícito de observar si contribuía al aprendizaje del proceso de diseño. Busqué propiciar la interacción entre pares y con el ambiente externo al aula, esperando generar apropiación responsable del aprendizaje por parte de cada estudiante y utilizando como estímulo y medio de contraste de sus ideas, las ideas de otros y su interacción con el entorno. Para el efecto, propuse que los alumnos participaran en trabajo con sus pares con acciones, problemas y herramientas que ellos mismos consideraron importantes para completar un proyecto de diseño que fue su Proyecto de Grado (PG). Los invité a

conformar grupos de trabajo (mesas temáticas) según sus intereses y los propósitos de sus proyectos. Realizaron discusiones y trabajos en equipo sobre actividades de investigación etnográfica de los posibles usuarios y de experimentación en campo, explorando el ambiente externo al aula e interactuando con los posibles beneficiarios de sus investigaciones y diseños. Recogieron de ellos datos pertinentes para el diseño de sus objetos y pudieron reconocer por ellos mismos, a través de sus interacciones, procesos, materiales, recursos y otras condiciones que debían tener en cuenta en sus objetos, de modo que se hiciera significativo su aprendizaje del proceso de diseño. A medida que avanzó la aplicación de estas estrategias mantuve, como maestro, un constante monitoreo de los eventos, procesos y resultados, atendí casos grupales y personales cuidando de evitar las prácticas tradicionales de la corrección individual de resultados y la propuesta directa de formas de solución. Di apoyo a la construcción de conocimientos de cada estudiante, propiciando diferentes formas de demostrar su comprensión y proporcionándoles soporte para resolver problemas relacionados con una posible pobre relación con sus aprendizajes previos.

## Metodología

Para evaluar el impacto de esta innovación pedagógica, realicé una investigación cualitativa en la que observé, registré y analicé eventos que manifestaron la incidencia, positiva o negativa, de las prácticas introducidas y observadas en su proceso de aprendizaje -antes que desde mi modo de enseñar- expresado por los estudiantes sobre el proceso de diseñar. También observé su trabajo en colaboración en el aprendizaje, objetos, gráficos y textos producidos en el marco del proyecto de grado, en el cual el estudiante debe llegar al diseño de un producto o sistema de productos, desarrollando y presentando bocetos, planos, maquetas y prototipos parciales; también debe sustentar el proceso con documentos tanto de investigación como de descripción del proceso de desarrollo de su producto.

## Preguntas de Investigación

Guié mi investigación desde las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo contribuyen *la experimentación y la interacción con usuarios* al aprendizaje que obtiene cada estudiante sobre el proceso de diseñar?
2. ¿Cómo contribuye *la interacción entre pares* al aprendizaje que obtiene cada estudiante sobre el proceso de diseñar?

## **La muestra**

Para desarrollar la investigación trabajé con un grupo de veinte estudiantes (codificados en este estudio de A1 hasta A20) de géneros masculino y femenino, del último año del programa de Diseño Industrial, que estudian en el Departamento de Diseño de la Universidad de los Andes y desarrollaron su Proyecto de Grado (PG) en la asignatura Taller 10°, en el último semestre de su carrera. Para el efecto obtuve el apoyo y aprobaciones del decano de la facultad y del director del departamento mencionado, así como la autorización expresa de los propios estudiantes. La muestra constituye la totalidad de los estudiantes que llegan a este nivel de la carrera. Además la configuración de grupo es típica dentro de los talleres del programa de diseño. Los 20 alumnos se dividieron para conformar siete grupos que llamé mesas temáticas, organizadas voluntariamente por los estudiantes, gracias a la afinidad de sus proyectos, a sus temas de investigación o a la relación interpersonal de sus integrantes. Cada grupo tuvo entre dos y cuatro integrantes. No se forzó a ningún estudiante a participar de esta innovación, así el curso autónomamente se dividió en dos grupos, unos que optaron por seguirla y otros que mantuvieron comportamientos tradicionales, esto permitió notar diferencias en los resultados de cada estudiante y cada mesa temática.

## **Recolección y análisis de datos**

Obtuve datos durante el desarrollo del curso, aprovechando las actividades que realizaron los estudiantes en clase y desde los productos que desarrollaron en sus proyectos de diseño, con los siguientes instrumentos:  
*Matrices de observación de desempeño* (Goodrich, 1999): Son documentos que aclaran las expectativas del maestro sobre los productos parciales y final, mostrando al estudiante cómo puede alcanzarlas y ayudándolo a detectar y resolver problemas y a ser juez en progreso de su propio trabajo (Goodrich, 1999). Funcionan así como instrumentos para evaluar el producto académico, como herramientas metacognoscitivas que pueden estimular aún más el aprendizaje individual y como guías de desempeño que reducen la incertidumbre sobre los productos esperados. Apliqué una misma matriz durante todo el semestre a las entregas parciales y final de los proyectos de los estudiantes. Siempre fue conocida y utilizada por los estudiantes, no sólo por el profesor, y dejaba observar los procesos pedagógicos, no sólo los contenidos o resultados formales, técnicos o estéticos. De esta manera, los criterios allí expresados

reflejaban cómo lograr la construcción reflexiva y autocrítica de los productos.

Con ellas obtuve datos sobre los cambios en el desarrollo de los conceptos y en la configuración de los productos a lo largo del semestre académico. Estos datos mostraron específicamente grados de avance en los siguientes aspectos: la reflexión sobre el desarrollo de conceptos, los trabajos de experimentación, la interacción con usuarios (indagación etnográfica), la autonomía generada por la interacción con pares y los recursos para la expresión que usaron los alumnos durante el proceso de diseño. Dentro de cada aspecto hubo cinco niveles para definir grados de desempeño, que se organizaron de forma progresiva de más bajo a más alto, con los siguientes significados: 1, no hay desarrollo en el aspecto observado; 2, hay capacidad para el acopio de información; 3, hay habilidad para elaborar descripciones de procesos; 4, hay buen nivel de análisis; y 5, hay buena comprensión del propio proceso de diseño. (Ver Anexo 1: Formato de la Matriz de Observación de Desempeño).

*Observaciones participativas en el aula:* Hice observaciones en las reuniones de grupo que tuvieron los alumnos durante las clases, valiéndome de notas de campo sobre los procesos y manifestaciones de aprendizaje que demostraban en grupo o individualmente durante las clases y presentaciones colegiadas de sus productos (evaluaciones). Con ellas, menos sistematizadas que las matrices, y sus registros analicé aspectos de los eventos de clase en los que los estudiantes mostraban efectos de su interacción con pares, su forma de trabajar en equipo, su desempeño autónomo e independiente del profesor y los procesos de conversación y reflexión en grupo.

*Entrevistas con estudiantes:* Realicé entrevistas estructuradas con los estudiantes, cerca del final del curso de taller, sobre la utilidad o inutilidad de las actividades del curso en sus procesos de aprendizaje. Las grabé y transcribí literalmente en su totalidad para facilitar su análisis detallado. Con ellas indagué cómo las prácticas introducidas sustentaron o no el aprendizaje y la comprensión del proceso de diseño, además de la calidad en los productos diseñados. Extraje de ellas expresiones referentes al aprendizaje que obtuvo cada estudiante al abordar sus proyectos, para el diseño de sus productos y para interactuar con el entorno, con sus pares y sus profesores.

El análisis se logró triangulando los datos arrojados por los diferentes instrumentos. Se tuvo en cuenta que el grupo se dividió autónomamente, dando lugar al surgimiento de dos grandes grupos. Uno funcionó como grupo control, pues no participó activamente de las propuestas de esta

investigación. Así encontré manifestaciones de aprendizaje agrupables en categorías, unas sobre expresiones concretas de aprendizajes logrados a partir de las nuevas formas de acción introducidas y otras de los modos tradicionales practicados por los estudiantes.

## Resultados

Acercar a los alumnos a procesos de indagación más científicos consistió en que experimentaran con sus objetos, especialmente en relación directa con las personas que podrían tener contacto con ellos. Así, de forma independiente o por grupos, todos los estudiantes realizaron diversos experimentos con sus modelos tridimensionales, en interacción con usuarios y en entornos reales. Conocieron así en la realidad contextos de uso, usuarios, fabricantes y comercializadores que los relacionaron con materiales, técnicas y procesos propios de los objetos que estaban diseñando.

En general todos los estudiantes reconocen y demuestran grandes aprendizajes sobre el proceso de diseñar, debidos a la experimentación y al contacto con usuarios. Los aprendizajes que se destacaron a través de las entrevistas y las observaciones de clase y de presentaciones orales de evaluación fueron los siguientes: *el hacer y el observar reflexivamente, la planeación y el control del proceso, la valoración y el uso del ensayo y el error, el uso de herramientas de indagación y comunicación, y la comprensión de procesos técnicos en escenarios reales.*

La co-labor fue asumida de formas diversas por los alumnos del curso, y algunos decidieron no realizarla. Diez estudiantes de tres mesas temáticas (G1, G2 y G3, estudiantes A1 a A10) mantuvieron permanentemente su trabajo con otros. Los diez de las mesas restantes (G4, G5, G6, G7, estudiantes A11 a A20) no mostraron apoyo constante entre pares para el desarrollo de sus proyectos individuales.

Dentro de un panorama general de aprendizaje, los estudiantes que trabajaron consistentemente en grupo vieron intensificado el suyo, probablemente debido a la colaboración. La interacción entre pares produjo aportes al aprendizaje en las siguientes áreas específicas: *Autonomía, aportes de otros al trabajo propio y habilidad para hacer y recibir críticas.*

Presento a continuación los resultados de mi análisis, referenciando los comentarios de los estudiantes en las entrevistas e identificando sus mesas temáticas (G) y sus códigos (A), para mostrar los resultados de sus distintas formas de interacción, principalmente las de aquellos que

trabajaron en colaboración y las de quienes no lo hicieron. En una última subsección, presento los resultados observados en las matrices de evaluación de desempeño individual, para reforzar los primeros que indican los datos más cualitativos.

## **Efectos de la experimentación y el contacto con usuarios: Aprendizaje sobre el proceso de diseñar**

### **Hacer y observar reflexivamente**

Varios estudiantes no conocían las ventajas de hacer experimentos en campo y observar reflexivamente los resultados. Por eso esta vez, confrontando el entorno con materiales y relaciones de uso, encontraron que estaban aprendiendo de forma diferente, antes que con el profesor, el dato bibliográfico o su opinión ingenua. Esto a su vez los obligó a dar sentido a resultados o hechos inesperados. Como lo dicen seis alumnos: *“en semestres pasados uno se limitaba a hacer un modelo que uno creía que iba a funcionar, pero no tenía en cuenta muchos aspectos”* (A14). Ahora *“lo tenemos que ir a comprobar, y me doy cuenta, yo misma me voy cerciorando, aunque sea un error, pero me estoy cerciorando de eso”* (A2). *“Uno sólo se da cuenta experimentando en la vida real. Hay cosas que son mínimas pero que a la hora de hacer un producto, son muy valederas y sólo se pueden ver haciendo las pruebas”* (A11). Se refieren a casos específicos: *“... fue como la primera aproximación en escala 1:1 a probar algo tridimensional. Hasta el momento uno lo tenía todo en su cabeza y funcionaba muy bien. Como que verlo hecho y probarlo [en contexto] sí fue darse cuenta de muchas cosas”* (A10). Lograron obtener referencias útiles, y al asumir tareas donde empíricamente podían observar cómo funcionaban sus objetos con posibles usuarios y en contextos reales, reflexionaron sobre su diseño: *“Después de nuestro trabajo de campo con niños de 6 años, en el que compartimos los juegos que les gustaban y los que no, encontré que los juegos de retos, competencia y concentración, que llevaban a un resultado, son los que más les gustan”* (A3). En general *“experimentar [en campo] nos sirve para darnos cuenta de errores y mejorar cada proyecto”* (A10).

Durante las clases y evaluaciones me cercioré de que todos los estudiantes, antes de traer a clase su avance o de presentarlo a los profesores, lo pusieran bajo crítica o experimento en contextos reales y con participación de los beneficiarios del proyecto. Esta práctica, que se repitió en todas las sesiones de clase y evaluaciones del semestre,

aportó las condiciones para que su reflexión tuviera sustento en lo que hacían y observaban. La actitud reflexiva de los alumnos sobre el proceso de diseño se manifestó de forma diferente en los distintos grupos.

Los alumnos A1 a A10 (G1, G2 y G3) mantenían y aprovechaban su interacción para planear y ejecutar actividades y para compartir críticas sobre cada proyecto de la mesa temática; por ejemplo, comparaban entre ellos datos de comprobaciones ergonómicas y observaciones de uso con las que generaron criterios aplicables a sus proyectos o, en su defecto, podían decidir lo que no era útil para casos específicos. Así demostraban comprender mejor las implicaciones de cada decisión discutida en grupo. Los otros estudiantes (A11 hasta A20) también pudieron confrontar sus avances con usuarios y escenarios reales, pero no dieron muestra de poder contrastar sus hallazgos y conceptos con alguien diferente a sus profesores.

### **Planear y controlar el proceso de diseño**

Gracias a que interactuaron con usuarios, objetos y escenarios reales, los alumnos no ejecutaron simplemente acciones tradicionales como sólo elaborar un modelo y mostrarlo al profesor. Así aprendieron *“a integrar más cosas [en sus proyectos], que no es sólo lo que uno piensa y lo que está en los libros”* (A13). *“En los semestres pasados uno no tenía en cuenta muchos aspectos, le dábamos importancia a un sólo aspecto”* (A7). Esta vez tomaron control de sus procesos individuales: *“Son esas experiencias las que le determinan a uno el diseño [del objeto que hace]”* (A11) y le permiten *“saber decir [sustentar] de dónde salieron los cambios de un objeto”* (A6). *“Son las experiencias [de este proceso] las que le demuestran a uno que sí aprendió en la carrera”* (A1), y les dejan *“entender que el proceso de diseño no es una receta”* (A2). *“Lo otro es que uno tiene que elegir, o sea el diseño es un juego de elecciones, de quitar también”* (A8).

En clases y evaluaciones constaté diferencias en la regularidad en su trabajo de elaboración, observación y reflexión sobre el proceso de diseño entre quienes trabajaron en grupo constantemente (G1, G2 y G3) y quienes no lo hicieron (G4 a G7). Los primeros llevaron al aula protocolos modelos y videos sobre los que discutían. Así en sus reuniones de clase y evaluaciones siempre se refirieron, como grupo, a sus protocolos de trabajo para ejecutar tareas y sustentar cambios o aportes en sus diseños. Con esto privilegiaban su interacción, ejecución y reflexión conjunta como apoyo sustancial para obtener un mejor entendimiento de su proceso de diseño.

Los alumnos que no trabajaron con otros dieron menos importancia a la planeación de sus actividades, pero el hecho de interactuar con personas y escenarios propios de sus proyectos les permitió ofrecer argumentos sobre cada avance que tenía su producto. Su reflexión era pobremente cotejada con otras opiniones de alumnos y se limitaba a descripciones de sus actividades y demostración de sus conclusiones. Exaltaban y defendían sus avances con menos evidencias externas, pues contaron sólo lo que lograban con usuarios y escenarios reales y no lo que obtenían con el aporte de sus pares.

### **Utilizar y valorar el ensayo y el error**

Cinco alumnos comentan que aprendieron a apreciar la experimentación y entienden ahora el efecto que tiene para desarrollar su proyecto: *“Experimentar me permitió hacer cambios en el proyecto”* (A15) y facilitó pronosticar y solucionar estados futuros de sus productos, pues dio significado a tareas que de otra manera no hubieran explorado ni contrastado con la realidad, sino intuitivamente: *“Esta comprobación con los materiales reales nos resolvió problemas como el grosor de las manijas, la manipulación por parte del usuario, los contrastes de color y textura...”* (A2). *“Experimentando [con usuarios] entendí que la maqueta no la podía trabajar en cartón, pues es muy diferente a un material que tratara de semejarse más a lo que va a ser en la vida real”* (A15).

Equivocarse en sus experimentos al interactuar con usuarios llegó a ser significativo. En lugar de frustrarlos en su avance, les ayudó a tomar decisiones que los llevaron a progresar en los proyectos: *“Yo quería comprobar la manipulación, cómo funcionaba, pero entonces me di cuenta de que no funcionaba así como yo quería, sino así. Entonces me tocaba cambiarle la forma o disimular más la curva o efectivamente hacer dos agarres”* (A11). Las equivocaciones también les permitieron pensar en nuevos experimentos, *“ver si de pronto se puede plantear otra comprobación con cosas que hicieron falta en esta comprobación”* (A14).

La prueba y el error fueron constantes en sus presentaciones y evaluaciones. Quienes trabajaron en colaboración (G1, G2 y G3) contaron con la ayuda física de sus pares para realizar sus maquetas, modelos, experimentos y presentaciones, recibieron opiniones de sus pares y retroalimentaron su proceso inmediatamente en reuniones con su grupo y en las sesiones de experimentación con usuarios, antes de llevarlos al aula. En cambio quienes trabajaron solos, aunque experimentaron con usuarios, siempre esperaron la

corrección que hiciera el profesor, pues era su único otro medio de contraste de sus avances.

### **Usar efectivamente herramientas de indagación**

Las ayudas que los estudiantes de taller antes habían usado sólo para documentar sus proyectos (p.ej. fotografías y filmaciones) esta vez fueron aplicadas como herramientas de búsqueda para obtener datos, revisarlos y presentarlos. Usaron las grabaciones, el video y la fotografía en sus indagaciones, consignaron esta información en sus documentos y presentaron evidencia oral y visual en sus evaluaciones. Encontraron relevante su uso, pues fue de apoyo para la revisión de sus avances y para la comunicación de sus acciones, como lo afirman cuatro alumnos: *“Una cosa dice la literatura y otra cosa es verlos, filmarlos y ver cómo es el comportamiento [de usuarios con sus objetos]. Entonces esa parte de pasar de lo que está escrito a lo práctico es fundamental; ver el papel que hace la gente”*(A3); *“hice unas encuestas con el usuario y eso me hizo ver como que estaba mal mi propuesta”* (A12). *“Se puede decir que el desarrollo de un producto tiene una investigación teórica que es relevante, pero la información que se encuentra en campo no tiene reemplazo, además no se puede comparar la facilidad con que se puede hacer”*(A17); *“uno va a un parque y ya no ve el parque como antes sino que está específicamente observando y registrando el comportamiento de la gente”*(A14). En sesiones de clase, pero con mayor calidad en las evaluaciones, todos los alumnos de la muestra presentaron y sustentaron sus trabajos de experimentación de objetos con usuarios y en escenarios reales, gracias a que utilizaron grabaciones, fotografía y video. Estas herramientas les facilitaron la presentación de evidencia de sus acciones. Para quienes trabajaron en equipo fueron apoyo al trabajo en colaboración y fundamento para sus reuniones, útiles para revisar y controlar sus avances en forma grupal y para presentarse como grupo en las evaluaciones. Principalmente fueron instrumentos útiles para el estudio y la comprensión de sus aciertos y errores, un gran apoyo para su proceso de aprendizaje. Los otros estudiantes las usaron para documentar el proceso individualmente, comunicarse con el profesor y obtener retroalimentación en las evaluaciones.

### **Comprender procesos técnicos en escenarios reales**

Seis alumnos expresan cómo sus experiencias en campo se tornan valiosas como aprendizaje técnico, cuando las palpan

directamente en contexto. Aprovecharon la experimentación para comprender cómo funciona la tecnología y cuánto le aporta al proceso de diseño aprender en la realidad sobre procesos técnicos. Este tipo de investigación también los obligó a planear y controlar los factores que observaban: *“Hacer cosas asimétricas era muy complicado porque la arcilla reduce y se mueve; en el horno ella se mueve y se reduce diferente”* (A10). Sobre todo les facilitó llevar su observación hasta contextos y acciones muy precisas *“Entonces se tomaron tiempos, esta comprobación se hizo ayudado con una estufa de gas, y generando básicamente un sistema funcional, un prototipo funcional del mecanismo; esto me dio diferentes puntos [que debía] tener en cuenta”* (A12); *“En los hatos encontré otra clase de problemas con el usuario: la suciedad, los dolores de espalda por esfuerzo...”* (A11). La interacción con usuarios les aporta a los estudiantes una visión para apoyar sus procesos de diseño, y obtienen así conocimiento de la realidad. Así lo comentan tres estudiantes luego de compartir con usuarios sobre sus actividades y técnicas: *“Observé campesinos ordeñando y levantando cantinas, contacté una empresa que hace helados y yogurt, viajé en un camión recolector de leche, visité plantas sofisticadas como Pasco, visité almacenes de insumos agrícolas, para conocer los objetos que venden para el ordeño...”* (A11). *“He estado en contacto [con usuarios], viendo cómo manipulan sus herramientas, cómo es la posición del cuerpo”* (A15); *“Con esta experiencia uno ya sabe que el trabajo se debe desarrollar con la gente”* (A13). Una alumna compara sus acciones y aprendizaje en mi curso con lo que un profesor ofrece, diciendo: *“Ahora hay seis profesores, todos son muy buenos y conocen un área, pero ninguno me ha servido tanto como el señor que tiene su fábrica de cinco años. Eso es la verdad; o la señora que le encanta la arcilla y es una artesana. Nadie me ha podido dar lo que ellos me dan”* (A10). En esa misma dirección otro afirma: *“Con las empresas yo nunca había tenido contacto. Fueron las que me ayudaron a mí en este periodo, me colaboraron más que todo con gente que sabe del tema, con la gente que maneja el producto que estoy haciendo”* (A11). Un alumno encuentra útiles estas formas de interacción ante contextos específicos *“para lograr un entendimiento profundo del entorno”* (A16). En las observaciones de clase y en las evaluaciones fue claro que cada alumno tuvo interacción con usuarios, técnicos y asesores; todos documentaron esas actividades en contexto y las mostraron en sus evaluaciones. Pero quienes mejor las desarrollaron fueron los estudiantes de G1 hasta G4. Lo hicieron porque interactuaron en grupo en los contextos reales y con los mismos usuarios.

## **Efectos de la interacción entre pares en el aprendizaje**

Entre los diez estudiantes integrantes de grupos que trabajaron consistentemente en colaboración (G1, G2, G3), todos describen beneficios que encontraron al interactuar en co-labor con pares: expresan que esto les favoreció en su autonomía, en la eficiencia de las actividades que podían desarrollar y en su apreciación de la crítica entre pares. También cuatro estudiantes de los grupos restantes, que no trabajaron en grupo, reflexionan sobre las bondades que hubiera podido tener la interacción con sus pares.

### **Autonomía**

El desempeño autónomo de quienes trabajaron en co-labor se observó a partir de lo que hacían y obtenían en interacción y acuerdo con sus pares. Igualmente se plasmó en el aprovechamiento sistemático de recursos y referencias externas distintas del profesor (pares, entorno, asesores). Nueve alumnos manifiestan que trabajar con su mesa temática (G1, G2, G3) les permitió decidir con autonomía, es decir, que aprendieron a tomar decisiones, pensar y hacer, gracias al apoyo del equipo de compañeros con quienes observaban, comentaban y evaluaban sus actividades y resultados: *"Por ejemplo con el video, nos reunimos y miramos los errores. Dijimos 'hubiera sido bueno hacer esto, faltó esto, esto estuvo bien', y ahí cada uno comienza a hacer las correcciones de lo que salió mal en la comprobación y a chulear lo que ya puede servir"* (A2). También se sintieron capaces de *"ir por... cuenta [propia] y conseguir contactos y que le crean a uno y que le hablen"* (A6).

Y exhiben independencia del profesor y su rol activo en el aprendizaje: *"Hacemos correcciones entre nosotras y conocer mucho más los proyectos de cada una"* (A1), permitió *"...valorar opiniones de todos [usuarios, pares], no sólo del profesor."* (A3). *"Usted [el profesor] no nos organiza el protocolo sino que, como grupo, nosotros lo hacemos"* (A8); *"... yo creo que en este momento, el hecho de que nosotros trabajemos ya no dependiendo del profesor tanto, sino entre nosotros, nos hace tener una visión como más profesional"* (A9).

Inclusive lograron seguridad para asumir sus decisiones: *"Uno antes hacía un objeto y llegaba y lo presentaba al profesor, mejor dicho con un montón de inseguridad; ahora uno es como más seguro gracias a lo que hacemos en grupo"* (A5). Comentan que así sienten *"seguridad de mi profesionalismo, que mi punto de vista vale, que es importante ante el grupo"* (A1) y pueden *"sentir mas*

*seguridad frente a lo que estamos haciendo* (A4).

En efecto, la observación de sesiones de trabajo en clase y de evaluaciones -que también presentaban como grupo- reveló que los grupos G1, G2 y G3 planearon, evaluaron y controlaron autónomamente la ejecución y observación de sus procesos de aprendizaje, con ventajas importantes sobre quienes trabajaron solos. Planearon en co-labor sus protocolos de ejecución y observación de sus experimentos, prepararon escenarios, decidieron tiempos, operaciones y actividades de cada miembro del grupo y también dedicaron tiempo y atención a revisar los resultados de cada uno de los miembros del grupo. Examinaron las entrevistas, observaciones, los videos y fotografías que tomaron en grupo y así compartieron críticas, elogios y responsabilidades. Ese proceso de hacer en equipo les exigió planear su trabajo personal para que coincidiera con el de sus compañeros de grupo en tiempo, calidad y eficacia. Acordaron cómo utilizar sus propias herramientas y habilidades, conocidas o desarrolladas en grupo, y fueron aprendiendo que interactuando podían asumir oportunamente y con mayor seguridad sus conclusiones. Así sus avances fueron rápidos y seguros pues contaban con más referencias externas sobre su trabajo en curso.

Por el contrario, los demás estudiantes del curso (A11 a A20 de los grupos G4 a G7) no realizaron acuerdos, trabajos o presentaciones entre pares. En sus desempeños mostraron conductas comunes en los cursos tradicionales de taller como no atreverse a tomar decisiones complejas y esperar la ayuda del profesor, lo que hacía más lento el proceso de diseño y el aprendizaje. Su trabajo individual no dejó que su gestión fuera útil para otros alumnos del grupo, o que la de otros les sirviera a ellos; sus conclusiones no podían ser contrastadas con opiniones distintas a las del profesor o a las propias.

### **Aportes de otros al trabajo propio**

El contacto de los integrantes de G1, G2 y G3 con problemas, intereses y tareas comunes fue reconocido positivamente por ellos y ayudó a cada miembro a entender y valorar las experiencias, habilidades y conocimientos que existían en el grupo y comprender que podían aprovecharlos en cada uno de sus proyectos. Así lo expresan cuatro alumnos: *"Nos sirve a todos una misma experiencia [experimento]; entonces no tenemos que hacerlo por separado cada uno. Por ejemplo, para calcular la fuerza que tiene un niño, con una ya calculamos y sabemos para todos"* (A4). Sus acciones les enseñaron sobre las oportunidades y ventajas de trabajar en equipo: *"Eran datos que no estaban*

a la mano. Tocaba salir a la calle a observar; ese fue gran trabajo del grupo que nos sirvió a todos" (A19). "También nos ayudábamos mucho [en cada proyecto] en el momento en el que nos quedábamos enfrascadas, nos complementamos una con la otra, lo que sabe una, con lo que sabemos que sabe la otra" (A1). Reconocieron esto como un trabajo auténticamente profesional: "Como profesional, por lo general, se está trabajando en equipo (...). Entonces esto [co-laborar] le ayuda mucho a uno a aprender" (A9).

Al contrario, los alumnos de otros grupos (G4, G5, G6, G7) no compartían sus experiencias personales y sus acciones eran aisladas de sus grupos. Seis alumnos de estos grupos reconocieron dificultades en su trabajo y les dieron significado; concluyeron que les faltó trabajar y entenderse con sus pares: "Desde el principio fue difícil trabajar en grupo; (...) como que no teníamos un hilo conductor" (A20). Lo mismo reconoce otro estudiante: "Pues a mí me parece que hizo mucha falta haber trabajado en grupo... pero como que falta alguien, como un líder en el grupo" (A19). No se facilitó en aquellos grupos donde no hubo afinidad en temas y proyectos o empatía personal: "Aunque los temas son similares, no son tan afines como para hacer trabajo en equipo" (A17). "Uno siempre termina trabajando con la gente que ha estado acostumbrado a trabajar toda la carrera" (A16). Sin embargo, entienden que no sólo la afinidad temática era importante: "Ése fue mi error tratar de buscar algo en común cuando pudimos sentarnos a hablar como amigo[s] y contarle mi proyecto y dígame que piensa" (A19). Claramente le dan importancia al trabajo en colaboración: "[Aprender en co-labor] se debe hacer desde antes, en otros semestres, así hoy se aprovecharía mucho más" (A14).

En las reuniones de trabajo en clase de los grupos (G1, G2 y G3) fue notorio que la colaboración les facilitó concretar pormenores de sus proyectos. Esas acciones fueron útiles, pues lograron definir, en tiempos muy cortos, qué información necesitaban y cuáles tareas podrían compartir aprovechando su experiencia y habilidades; también llevar a cabo sus planes y avances en compañía de su grupo. Esto fue también evidente cuando presentaron sus evaluaciones, donde hacían inicialmente un recuento de sus trabajos en colaboración, mostraban qué aspectos desarrollaban en grupo y cuáles les estaban siendo de utilidad individualmente, para después presentar cada uno sus conclusiones y cómo iban aplicándolas a sus propios objetos.

## Habilidad para dar y recibir críticas

Como lo exponen nueve alumnos, los estudiantes de G1, G2, G3 trabajando en colaboración compartían sus opiniones y críticas: "Cada uno comentaba [sobre el proyecto del otro] y la persona tomaba apuntes o se acordaba de comentarios que fueron valiosos" (A10). Criticarse les sirvió "para enterarse mejor del proyecto del otro y así ayudarlo" (A8), porque "es bueno tener otras opiniones y otras perspectivas de compañeros" (A9). Descubrieron que atender a la crítica del compañero es otra forma de avanzar, de manera positiva, en su proceso individual: "Uno se casa con una idea, y ahí se quedó; entonces que otra persona del grupo vea el video [de experiencias con sus objetos] ayuda a que se mejoren mucho cosas que uno no vio antes" (A2). "Parte importante en este proyecto fue compartir con la mesa temática, pues aprovechando la información que cada una obtenía por separado, podíamos ser críticas ante los otros proyectos de la mesa" (A2).

Reconocieron que trabajar así fue nuevo para ellos en la carrera y que hubiera sido importante tener antes la experiencia: "Pero sí, eso sí ha hecho falta en todos los semestres y en el transcurso de la carrera; siempre hace falta esa capacidad de criticar a la gente" (A9), "porque ya uno estaría formado en dar crítica, saber aceptarla y aprender así a sustentar más las cosas" (A10). "Como que en un semestre no se alcanza a generar ese grado de confianza" (A15). "Sí se debe hacer antes. Nosotras sí perdimos mucho tiempo antes de empezar a entendernos como grupo" (A4). "Hubiera sido mejor que desde el primer semestre hubiéramos trabajado así, pues como que sentamos más cabeza desde el principio" (A9).

Trabajar en colaboración les desarrolló una actitud favorable hacia la crítica de otros y la autocrítica, que les permite aprendizajes específicos: "Uno aprende a decir lo que piensa, a sentirse útil, a ayudar y ser tolerante" (A3); también "a ser menos obstinada, menos terca y más receptiva" (A1). "Siempre hace falta esa capacidad de criticar a la gente y de ser abierta a la crítica" (A4). "En mi caso debo ser más flexible y menos insistente en las ideas originales, en las ideas que yo veo, que más me llegan a mí, yo tengo que también responderle a más personas" (A9). Inclusive alumnas del grupo G5, que presentó escasa colaboración, comentaron: "Nos damos cuenta de muchas cosas porque dibujamos, tomamos fotos juntas, investigamos juntas y opinamos sobre lo que iba pasando" (A15).

En sus reuniones y en las evaluaciones fue observable su aprendizaje sobre la habilidad de criticarse. Mientras al inicio del semestre los alumnos de G1, G2, G3 se limitaban a

contar sus experiencias sin recurrir a la opinión de sus pares, en etapas posteriores compartían opiniones positivas o negativas sobre sus avances. Lo hicieron al revisar videos de experimentación, al presentarlos ante sus compañeros y recibir comentarios y preguntas, cuando compartían decisiones sobre cómo presentar resultados y al decidir cambios que podrían realizar en sus diseños. Esto permitió que cambiaran sus actitudes al avanzar el semestre, aceptando o pidiendo aclaraciones ante las opiniones de sus compañeros y profesores, que tradicionalmente son quienes critican y ‘corrigen’ los procesos y productos. Este aspecto no fue observado en los grupos que no hicieron trabajo en co-labor; no lo manifestaron en sus entrevistas, ni fue evidente en sus presentaciones y evaluaciones.

### Lo que muestran las matrices

Las matrices corroboran las diferencias en calidad de aprendizaje entre quienes hicieron trabajo en colaboración y quienes no lo hicieron, según puede verse en la tabla N°1. En el aspecto conceptos-reflexión, por ejemplo, aunque todos los estudiantes comenzaron con desempeños de calidad comparable, los alumnos de los grupos que trabajaron en colaboración (G1 a G3) muestran procesos de aprendizaje de mayor adelanto (flechas más largas). Cinco de ellos alcanzaron el nivel 5 de desempeño y los cinco restantes llegaron al nivel 4. Esto quiere decir que el trabajar juntos fomentó una actitud más crítica, así la mitad llegaron a establecer nuevas relaciones y conceptos muy bien concebidos y sustentados, y la mitad presentaron conexiones

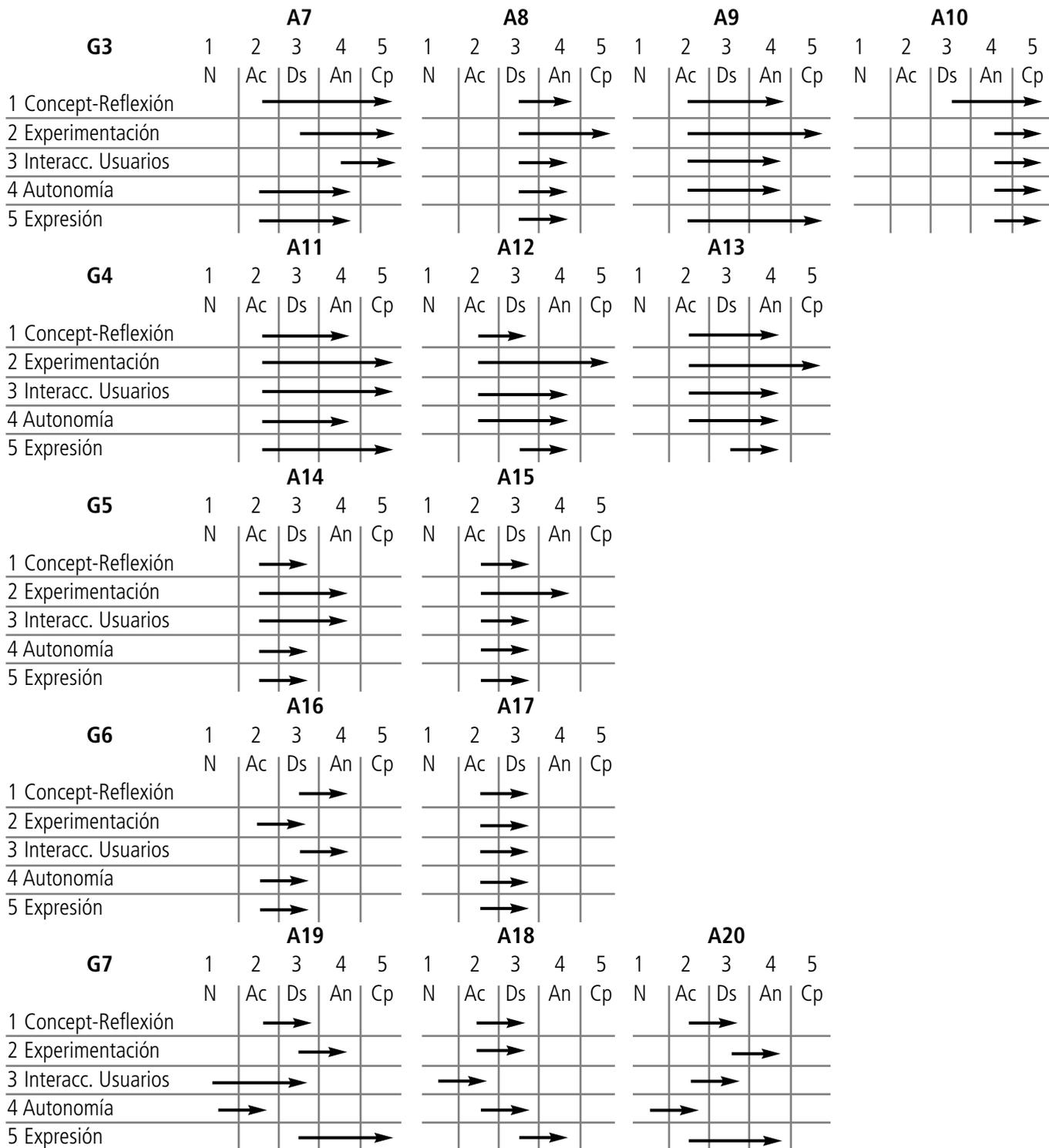
claras entre las variables de sus proyectos y expresaron en sus hallazgos patrones y contradicciones entre ellas, aunque no llegaron a elaboraciones conceptuales ni a sustentaciones de calidad comparable. En las mesas G4 a G7 sólo algunos de los estudiantes lograron el nivel 4, mientras la mayoría llegaron solamente a un nivel descriptivo de sus observaciones (3), con el cual mostraron autoevaluación de sus conceptos previos, sin llegar a establecer ni a explicar claramente nuevas relaciones conceptuales.

En el criterio relacionado con la experimentación, todos los estudiantes avanzaron, pues aprovecharon esas herramientas como medio de indagación y de comunicación, también para exhibir y compartir sus experiencias con asesores y profesores. Sus procesos evolucionaron, aunque con errores, pues no todos prepararon adecuadamente protocolos y escenarios. Pese a esto hicieron experimentos en campo, evaluaron sus resultados y encontraron, inclusive, hallazgos contrarios a sus expectativas y conceptos de diseño. Sobresalen un nivel aquellos alumnos que presentaron y valoraron su proceso de acierto y error (mesas G1 a G4), pues confrontaban escenarios, usuarios y productos, demostrando la validez de sus hallazgos y resultados. En este caso se encuentran los tres grupos que trabajaron en co-labor (G1 a G3).

En el aspecto de interacción con usuarios, relacionado con la indagación etnográfica, las matrices muestran de nuevo que los alumnos que presentaron mejores resultados fueron los que trabajaron en grupo. Seis de los alumnos de los grupos G1 a G3 lograron el nivel 5, mientras que sólo un integrante

**Tabla 1**  
**Grados de avance demostrados por los estudiantes evaluados por medio de las matrices de observación de desempeño.**

	A1					A2					A3					A4				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
G1	N	Ac	Ds	An	Cp	N	Ac	Ds	An	Cp	N	Ac	Ds	An	Cp	N	Ac	Ds	An	Cp
1 Concept-Reflexión				→				→					→						→	
2 Experimentación			→					→					→					→		
3 Interacc. Usuarios			→					→					→					→		
4 Autonomía				→				→					→					→		
5 Expresión				→				→					→					→		
G2	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5										
	N	Ac	Ds	An	Cp	N	Ac	Ds	An	Cp										
1 Concept-Reflexión			→					→												
2 Experimentación			→					→												
3 Interacc. Usuarios			→					→												
4 Autonomía			→					→												
5 Expresión			→					→												



de los otros grupos lo hizo. Esto indica que los primeros hicieron más confrontación de los datos conseguidos, se apoyaron para preparar mejor sus experiencias y protocolos de observación y comprendieron mejor las relaciones de sus usuarios con los productos que diseñaban. Los demás, aunque tuvieron relación con usuarios, tan sólo lograron describir sus labores con poca profundidad. En autonomía, cinco estudiantes de G1, G2 y G3 llegaron al

nivel 5 y otros cinco al nivel 4. Por tanto, usaron más recursos y, al compartir experiencias, críticas, materiales y resultados, avanzaron con mayor eficiencia; tomaron decisiones y actuaron consecuentemente, entendiendo que eran autónomos si las sustentaban con lo que obtenían en grupo. Los alumnos de la mesa G4 mostraron autonomía aunque no trabajaron como grupo (niveles 4 y 5), con lo cual sólo aportaron a sus propios intereses. Los alumnos de las

mesas G8 a G10 lograron muy bajos niveles de autonomía en sus decisiones y, por consiguiente, menor avance. Finalmente, en el criterio de uso de diferentes medios de expresión, aparece el mismo patrón de resultados. Aunque todos los alumnos aprovecharon estos medios (videos, fotografías, textos, medios gráficos, maquetas y prototipos) como medios de indagación y para exhibir y compartir sus experiencias con asesores y profesores, sólo los alumnos de G1, G2 y G3 los aprovecharon y comprendieron su utilidad en el trabajo en equipo; para ellos siempre fueron estos medios recursos para su interacción y para contrastar los trabajos individuales, de modo que también fueron muy eficazmente utilizados en las presentaciones y trabajos escritos. El efecto aparece en las matrices de evaluación, en donde sólo dos alumnos de los grupos que no trabajaron en colaboración alcanzaron el nivel 5, mientras que siete lo hacen en los grupos de efectiva co-labor.

Es notable que, al final del semestre, los grupos G5, G6 y G7 alcanzaran un nivel bajo en su desempeño general. Varios aspectos apenas pasaron del acopio de datos hasta el nivel descriptivo, probablemente por falta de elementos en sus indagaciones y por el poco contraste con otros, de sus opiniones y resultados, condiciones que no fue posible mejorar en corto plazo.

## Discusión

Parece que la interacción entre pares y la experimentación de productos en contacto con usuarios, expertos y contextos reales en la enseñanza del diseño, actividades auténticas del ejercicio del diseño y consistentes con principios constructivistas, facilitaron la integración de contenidos, acciones y experiencias que favorecieron distintas formas de aprendizaje en los alumnos, no sólo las asociadas con el resultado en un objeto. Algunas de estas formas de aprendizaje se relacionan con el proceso mismo de diseñar y otras con la reflexión y el diálogo constructivo con otros, de modo que parece haberse estimulado la indagación científica y el proceso activo de construcción de conocimiento acerca de los objetos y acerca del proceso.

Todos los estudiantes construyeron conceptos sobre lo que es diseñar recogiendo del entorno datos reales y realizando acerca de ellos interacciones sociales fundamentales en el diseño. Sus acciones para conseguir soluciones de diseño adecuadas fueron guiadas por la necesidad de responder auténticamente a situaciones, contextos y necesidades reales, descubiertas en el entorno de sus proyectos y en las demandas o expectativas detectadas y manifestadas por los usuarios potenciales. Los aprendizajes parecen venir de esas

experiencias, en las cuales ‘pensaron con otros’, y no sólo de su intuición o apreciaciones ingenuas o de las opiniones de sus profesores. De esta manera, modificaron sus costumbres de trabajo, que en otros semestres se limitaban a atender las opiniones que sus profesores o asesores académicos les aportaran durante las sesiones de clase, de corrección o de evaluación. Y demostraron que pudieron observar y manejar factores tecnológicos, sociales y estéticos que asociaron y aplicaron al producto que diseñaban. De su contacto con el entorno externo al salón de clases, aún dentro de la universidad, pudieron obtener datos significativos para mejorar el diseño parcial o total de sus productos. Esta forma de investigación aplicada, con tan variados procesos y fuentes, parece haberles facilitado establecer nuevas relaciones con la información obtenida, aplicar aquellos conceptos que probaban su utilidad dentro del sistema observado, aprender sobre métodos de indagación y conocer de primera mano procesos técnicos, sociales, productivos y comerciales que de otra forma sería prácticamente imposible incluir en el currículo semestral. Sus especulaciones e intuiciones, necesarias para construir conceptos técnicos y nuevas ideas, pudieron ser contrastadas y validadas, gracias a que participaron en actividades en las que pudieron observar y conocer directamente problemas y personas pertinentes al proyecto.

Todo esto se presentó intensificado en los alumnos que realizaron consistentemente trabajo en colaboración con sus compañeros. Muy especialmente porque estaban habituados a la corrección de sus trabajos por parte de un maestro, a evitar equivocarse, a que el profesor les mostrara relaciones entre teoría, práctica y experiencia para hacer decisiones de diseño y a la poca reflexión, y lograron aprendizaje autónomo y significativo. Esto quiere decir que lograron moverse ágilmente en el proceso de diseño sin esperar sólo la evaluación de expertos; sustentando sus decisiones lograron recoger información básica necesaria, a partir del contraste con experiencias obtenidas en interacción y en contexto, dando sentido a sus datos bibliográficos, para así realizar un proceso real y enriquecido de diseño. Gracias a la interacción que sostuvieron algunos alumnos con sus pares, su proceso de indagación sirvió claramente para hacer propias sus distinciones y más seguras sus respuestas. La colaboración también les facilitó la construcción de conocimiento, pues tuvieron oportunidades de compartir socialmente sus tareas, acciones, conceptos y preocupaciones con sus compañeros, ya no sólo con usuarios, fabricantes, artesanos y comercializadores.

La interacción generada por el trabajo en co-labor, además, permitió concretar acciones durante el proceso de diseño y

obligó al uso autónomo de herramientas de conocimiento adquiridas en otros momentos de la carrera. No sólo siguieron algunas pautas metodológicas conocidas, sino que cada uno, en interacción, pudo decidir cómo dar respuesta y forma a su proyecto. Interactuar con sus compañeros fue una herramienta pedagógica que, tácitamente, evitó la corrección por parte de los profesores y exigió a los estudiantes el usar sus habilidades cognoscitivas y comunicativas para observar, valorar, decidir y argumentar cambios en procesos y productos. De esta forma su desempeño, no sólo determinado por rutinas metodológicas, sino apoyado por la influencia del grupo y de las experiencias, fue más auténticamente profesional, independiente y significativo. Estos muchachos se prepararon mejor para mostrar sus procesos y resultados ante usuarios y ante jurados. Sin embargo, sería importante que la colaboración entre pares se realizara más temprano en la carrera y con un seguimiento muy detallado. Esto se hizo evidente, pues la indiferencia hacia esta práctica al comienzo del curso, que en varios grupos permaneció durante todo el semestre y fue probablemente alimentada por la costumbre de depender de criterios expertos, dejó ver que algunos no comprendieron el valor de aprovecharla para el aprendizaje.

A pesar de los resultados halagadores, el proceso de introducción de innovaciones pedagógicas en el diseño industrial presenta dificultades en diversos ámbitos y por diversas causas. En primer lugar, el enfoque centrado en el desempeño y en la estimulación del aprendizaje no es común en la enseñanza del diseño, que está bastante arraigada en el manejo y control profesoral de contenidos, en la 'corrección' y la evaluación de resultados o productos finales y en no valorar otras formas de interacción cognitiva, posibles para el estudiante. Esto limitó, en alguna medida, y sobre todo al inicio de su puesta en práctica, que los alumnos, otros profesores y aún administradores reconocieran una oportunidad de renovación pedagógica. Para poner en práctica innovaciones se necesita preparar docentes para que reinterpreten sus concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje, modificar los programas para que propicien la interacción entre estudiantes y con el ambiente y, finalmente, definir completamente los ambientes para el aprendizaje del diseño.

Encuentro que un sistema pedagógico centrado en la interacción del estudiante con sus pares, con objetos, con fuentes de información diferentes al profesor y a la bibliografía, que a su vez propicia una relación significativa con el entorno físico y social, requiere un docente cuyo compromiso académico supere sus intereses personales para que logre alcanzar un cambio de actitud en sus alumnos.

Debe ser un docente preocupado por entender cómo aprenden sus alumnos, no sólo por qué contenidos poner en su programa; un docente que piense en lo que le será útil al estudiante y lo hará competente, de modo que observe el desempeño durante el proceso de aprendizaje y no sólo evalúe el resultado. Pero, sobre todo, se necesita un profesor que permita que su alumno sea autónomo para descubrir y usar mecanismos para controlar su propio proceso de aprendizaje.

Con este ejercicio pude constatar que, en la pedagogía del diseño, ni estudiantes, ni profesores estamos acostumbrados ni preparados para dar importancia a los elementos que podrían mejorar nuestro aprendizaje. Sin embargo, atreverse a utilizar estos nuevos procesos puede propiciar grandes oportunidades. En el centro de estas posibilidades están las prácticas de hacer que los estudiantes sistematicen sus observaciones, recojan datos y organicen procesos experimentales, procesos que se estimulan cuando se realizan con otros. Entiendo ahora que el docente de diseño debe aprovechar pedagógicamente el proceso de diseño, pues es un campo muy propicio para orientar al estudiante hacia diversas experiencias de aprendizaje, más que para llenarlo de términos y conocimientos abstractos. El proceso de diseño proporciona un escenario natural para el aprendizaje, donde el estudiante puede observar, sistematizar, comprender y aplicar conocimientos con autonomía. Al docente esto le exige crear ambientes de aprendizaje por medio de experiencias que, además de ser significativas, logren llevar a quien aprende a terrenos donde su capacidad se vea desafiada por nuevas exigencias cognoscitivas y comunicativas.

## Referencias

- Aicher, O. (2000). *Analógico y Digital*. Barcelona: Editorial G.G.
- Anders, R. (2000). Defining, Mapping and Designing the Design Process. *Design Management Journal*, 11(3), 29-37.
- Boix-Mansilla, V. & Gardner, H. (1998). What are the Qualities of Understanding? En M. Stone (Ed.), *Teaching for Understanding: Linking Research with Practice*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Chen, P.; Chung, D.; Crane, A. & Hlavach, L. (2001). *Pedagogy Under Construction: Learning to Teach Collaborately*. Journalism & mass communication educator; Columbia. Summer 2001.

- Dinham, S.M. (1989). *Teaching Design: Designing teaching "College Teachers' Thinking and Playing: A Quantitative Study in the Design Studio"*. Arizona: Center for Research on Undergraduate Education, University of Arizona.
- Flórez Ochoa, R. (1994). *Hacia una pedagogía del conocimiento*. México: Ed. Mc. Graw Hill.
- Goodrich, H. (1999). *When Assessment is Instruction and Instruction is Assessment: Using Rubrics to Promote Thinking and Understanding*. En L. Hetland & S. Veenema (Eds.), *The Project Zero Classroom: New approaches to thinking and understanding*. Cambridge, MA: Harvard Project Zero.
- OEA-MEN. (1990). *Seminario, Desarrollo de procesos de pensamiento*. Bogotá-Tunja: MEN-DGC-DCF.
- Panitz, T. (1997). A Definition of Collaborative vs Cooperative Learning. *Cooperative Learning and College Teaching*, 8 (2).
- Perkins, D. (1989). *Conocimiento como Diseño*. Bogotá: Publicaciones Universidad Javeriana.
- Perkins, D. (1998). What is Understanding? En M. Stone (Ed.), *Teaching for Understanding: Linking Research with Practice*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Perkins, D. (1992). *Technology Meets Constructivism: do They Make a Marriage*. En T. Duffy & D. Jonassen, *Constructivism and the technology of instruction: A conversation*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Savery, J. & Duffy, T. (1996). *Problem Based Learning: An Instructional Model and its Constructivist Framework*. En B. Wilson (Ed.), *Constructivist learning environments: Case studies in instructional design*. New Jersey: Educational Technology Publications.
- Sherry, L. (1998). The dynamics of collaborative design. *IEEE Transactions on professional communication*, 41 (2), 123-129.
- Schon, D. (1998). *El profesional reflexivo. Cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Barcelona: Ed. Paidós.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, Ma.: Harvard University Press.

## Anexo 1

### Formato de la Matriz de Observación de Desempeños

Nivel	COMPRENSIÓN – 5 -	ANÁLISIS – 4 -	DESCRIPCIÓN – 3 -	ACOPIO – 2 -	1
ASPECTOS CONCEPTOS REFLEXIÓN	Resultados muestran actitud crítica elaboración conceptual y autocrítica de sus procesos de Diseño. Total claridad en las relaciones: Conceptos ↔ Proceso de Diseño ↔ Producto.	Explica y conecta conceptos con los factores y variables de diseño. Halla y Expresa patrones, causas, relaciones, contradicciones, aciertos, errores,... Genera claramente nuevas relaciones conceptuales.	Muestra evaluación de conceptos previos. -Incluye información de diseño sobre su avance (anterior y reciente) que compara y evalúa.	Recoge y Consigna sistemáticamente nueva información que plasma en medios escrito, gráfico, 3D.	NO PRESENTA DESARROLLO EN EL ASPECTO
D.I. Miguel A. Ovalle A EXPERIMENTACIÓN	Presenta Reflexivamente la evolución y procesos de: -cada factor de diseño, ... en la configuración del producto. Confronta: Escenario Û Producto en la configuración del producto. Evalúa el apoyo en su grupo temático.	Con su trabajo de Campo Reconoce nuevas propiedades y problemas, compara, evalúa y controla sus resultados de diseño. Refleja conocimiento y preparación en la disciplina profesional y manejo de cada factor del diseño.	Presenta pruebas de realizar, experimentos y comprobación: física, perceptiva, funcional, etc. Que Aplica en escenarios preparados. Con su mesa temática produce gráficos, modelos y pruebas preliminares.	Construye escenarios reales y planea experimentos para la evaluación de sus avances en la configuración de su producto.	
INTERACCIÓN USUARIOS	Reflexión aplicada y sustentada etnográficamente: Usuario ↔ producto diseñado Compara datos y resultados etnográficos con sus decisiones de diseño: que muestran pertinencia, objetividad, innovación, calidad, y diferenciación en el mercado.	Confronta resultados de la investigación con el producto diseñado y aspectos del entorno. Presenta Resultados de grupo con su mesa temática Hay Evidencia de trabajo etnográfico usando modelos y/o prototipos del diseño en proceso.	En cada etapa del proceso Trabaja con datos obtenidos de usuarios, clientes y procesos. Conoce y describe bien las relaciones humanas, sociales y culturales que asocia con sus diseños.	Prepara protocolos y situaciones de observación. Recolecta datos ordenadamente, acorde a los protocolos preparados.	
INTERACCIÓN PARES	Su proceso y productos muestran la importancia de la interacción y el Uso racional y eficiente de cada recurso (entorno, pares, textos, asesores, espacios, etc.).	Sustenta su investigación con referencias externas y de su grupo. Elabora sus conceptos personales con criterios, decisiones y respuestas integradas. No se auto-referencia.	Interactúa aisladamente con algunos recursos. No Presenta acciones, problemas y herramientas relevantes en su mesa temática y proyecto propio.	No usa los recursos humanos, espaciales, técnicos, textos, documentos, etc., que requiere para avanzar y soportar su proceso.	
EXPRESION	Calidad y relación comunicativa entre lo conceptual, lo visual y lo tridimensional. Presenta sus recursos expresivos como herramientas de pensamiento y reflexión sobre proceso y resultado.	Usa herramientas expresivas para: Confrontar, Experimentar, Probar, Contrastar, Evidenciar En dibujos (bocetos), textos (reportes) y modelos (2D,3D).	Muestra calidad en: Reportes con explicaciones claras y conectadas con su experiencia. Gráficos explicativos, diagramados de su proceso y producto de diseño Modelos usables, expresivos, útiles.	Presenta Recursos para su expresión: Bitácora del proceso. Documentación Bibliográfica. Modelos de avance. Textos personales y de grupo.	