

Capítulo 2

Educación Técnica Nacional e Industria 4.0

Creatividad disruptiva para la enseñanza transversal de modelos de productos industriales

Ibar Federico Anderson

Universidad Nacional de La Plata

Escuela de Educación Técnica N° 2 "Independencia", Argentina.

RESUMEN

Este artículo aborda la planificación curricular sobre la enseñanza del dibujo técnico en Escuelas Técnicas Nacionales, centrándose en el caso de la Provincia de Entre Ríos, coordinado por el INET bajo la Ley de Educación Provincial N° 9890, que se acopla a la Ley de Educación Nacional 26.206. Esta situación abre el debate de las relaciones entre el arte y el diseño y otros espacios curriculares con una fundamentación pedagógica, sobre la enseñanza del dibujo técnico y sus implicancias con el arte en la Escuela Técnica N° 2 "Independencia" de la ciudad de Concordia, Entre Ríos. Se realiza una breve fundamentación epistemológica, que arroja las conclusiones entre la evolución de la Revolución Industrial en sus cuatro fases y sus características principales incidentes sobre los modelos pedagógicos. Lo que ha sido asociado a los diversos modelos industriales. Luego de un repaso sobre el sistema educativo prusiano, la crítica se centra en el modelo educativo fordista/taylorista y su fuerte incidencia en las Escuelas Técnicas Nacionales. Luego de un breve análisis de la teoría del diseño industrial, la arquitectura y la ingeniería; se concluye cerrar la teoría con el análisis de un caso de diseño de un producto industrial. Se articulan otros espacios interdisciplinarios de modo transversal y habilitando nuevas posibilidades para la pedagogía y la enseñanza.

Palabras clave: *Educación; escuelas técnicas; dibujo técnico; educación tecnológica; taller de computación; Industria 4.0.*

INTRODUCCIÓN

El autor de este artículo, dado que el mismo ha ejercido la docencia en diversas Escuelas de Educación Técnicas de nivel Medio (Secundaria) en la ciudad de La Plata. Luego se trasladó a la Provincia de Entre Ríos, donde reside y ejerce la docencia en Escuelas de Educación Técnicas de nivel Medio de dicha provincia⁶. Es este el contexto que propicia el debate de este artículo se centrado en las relaciones entre el dibujo técnico (espacio curricular de experiencia en el ejercicio de la profesión) y el arte (artes visuales o artes plásticas). El marco normativo lo constituye la Resolución N° 609/09 del Consejo General de Educación de la Provincia de Entre Ríos y Ref. DETP 2008. A partir de la Ley de Educación Nacional 26.206 del año 2006 y en la Provincia de Entre Ríos con la Ley de Educación Provincial N° 9890 coordinado por el INET: Instituto Nacional de Educación Tecnológica.

Los *Lineamientos Curriculares Preliminares de la Escuela Secundaria en la Modalidad de Educación Técnico Profesional*, comprende la educación que brindan las escuelas Técnicas y Agrotécnicas del Nivel Secundario, de siete años de duración, organizada en un Ciclo Básico (tres años) y un Ciclo Superior (cuatro años) y los Centro de Formación Profesional; en el marco de la Ley de Educación Técnico Profesional N° 26.058 y sus reglamentaciones. La Provincia de Entre Ríos adhiere en todos sus términos mediante la Ley Provincial N° 9673.

Los procedimientos curriculares para el abordaje del Eje del artículo que aquí nos atañe respecto de esas propuestas en la modalidad de Educación Técnico Profesional en la Provincia de Entre Ríos se encuentran explicitados en las secciones referidas al documento *Del Ciclo Básico de las Instituciones de Educación Técnico Profesional correspondiente a la Educación Secundaria – Anexo III*. En este documento se especifica el *Campo de “Formación Técnica Específica” en el Ciclo Básico. Vinculación con el Mundo del Trabajo y la Producción (VMTyP): Lineamientos preliminares para Dibujo Técnico*.

⁶ Con su mayor carga horaria en la actual Escuela de Educación Nacional Técnica N° 2 “Independencia” de la ciudad de Concordia, Entre Ríos (CUE: 3001188).

Educación, diseño e innovación en Latinoamérica

Así es como arribamos al eje de debate de este artículo en torno a la planificación curricular, es decir, al dibujo técnico, sus relaciones con el diseño y su especificidad en el campo del arte (sin perder de vista la crisis que enfrenta el paradigma de la enseñanza actual que se basa en un modelo pedagógico fordista). A este modelo educativo que se lo suele caracterizar como perteneciente a la segunda etapa de la Revolución Industrial⁷, también se lo suele denominar como fase de la Industria 2.0

El modelo de producción de la Industria 2.0 introdujo transformaciones (básicamente el mejoramiento en la cadena de montaje de Ford), que afectaron al factor trabajo y al sistema educativo y científico. La producción en cadena de montaje, producción en masa, fue un sistema de producción en serie o fabricación en serie; como tal fue un proceso revolucionario en la producción industrial cuya base fue la línea de ensamblado o línea de producción continua (que se conserva hasta el presente en muchas industrias). Esta forma de organización de la producción que delega a cada trabajador una función específica y especializada en máquinas también más desarrolladas fue inmediatamente transferida al sistema educativo en lo que actualmente se ha dado en conocer como modelo de Educación Fordista.

⁷ El término de Segunda Revolución Industrial designa el conjunto de transformaciones socio económicas interrelacionadas que se produjeron aproximadamente entre 1850 hasta 1870 y el comienzo de la Primera Guerra Mundial, en 1914. Durante este periodo los cambios se aceleraron fuertemente. El proceso de industrialización cambió su naturaleza y el crecimiento económico varió de modelo. Los cambios técnicos siguieron ocupando una posición central, junto a los ocurridos en los mercados, en su tamaño y estructura. Las innovaciones técnicas concentradas esencialmente, en nuevas fuentes de energía como el gas, el petróleo o la electricidad; nuevos materiales y nuevos sistemas de transporte (avión y automóvil) y comunicación (teléfono y radio) indujeron transformaciones en cadena que afectaron al factor trabajo y al sistema educativo y científico; al tamaño y gestión de las empresas, a la forma de organización del trabajo, al consumo, hasta desembocar también en la política.

Debate en torno a la pedagogía de la enseñanza del dibujo técnico, sus implicancias con el arte y las tecnológicas CAD-CAM, CAD/Impresión3D y el nuevo paradigma de la Industria 4.0

No podemos desentendernos fácilmente del modo en que comprendemos el sistema educativo y académico actual de las escuelas secundarias y técnicas (incluso Universidades) que la República Argentina adoptó a lo largo de su corta historia; sin hacer una revisión de sus orígenes en el modelo educativo instalado en Prusia⁸ en los siglos XVIII y XIX (coincidentalmente con las necesidades impuestas por las revoluciones burguesas europeas: Francesa e Industrial inglesa).

Durante el siglo XVIII, el Reino de Prusia fue uno de los primeros del mundo en introducir la educación primaria obligatoria y gratuita. Pero el problema es que el sistema educativo actual fue diseñado y estructurado para una era diferente a la que vivimos actualmente. Efectivamente nada tienen en común el siglo XVIII con el actual siglo XXI, dado que fue concebido en la cultura intelectual de la Ilustración⁹ o Siglo de las Luces¹⁰ y en las circunstancias

⁸ El Reino de Prusia fue un Estado europeo que existió desde 1701 hasta 1918. Gobernado durante toda su existencia por la rama franconiana de la dinastía Hohenzollern, originalmente estaba centrado en Brandeburgo-Prusia. Prusia (fue un reino alemán y Estado histórico nacido de la unión del Ducado de Prusia y el Margraviato de Brandeburgo (Brandeburgo-Prusia). Prusia es parte fundamental de la historia de Alemania y de Europa, y desde su fundación como reino fue una de las grandes potencias del continente y alcanzó su mayor hegemonía durante los siglos XVIII y XIX.

⁹ La Ilustración fue un movimiento cultural e intelectual europeo (especialmente en Francia, Inglaterra y Alemania) que se desarrolló desde mediados del siglo XVIII, teniendo como fenómeno histórico simbólico y problemático la Revolución francesa. En algunos países se prolongó al menos durante los primeros años del siglo XIX. Se denominó de este modo por su declarada finalidad de disipar las tinieblas de la humanidad mediante las luces de la razón. El siglo XVIII es conocido, por este motivo, como el Siglo de las Luces y del asentamiento de la fe en el progreso. Los pensadores de la Ilustración sostenían que el conocimiento humano podía combatir la ignorancia, la superstición y la tiranía para construir un mundo mejor. La Ilustración tuvo una gran influencia en aspectos científicos, económicos, políticos y sociales de la época.

Educación, diseño e innovación en Latinoamérica

económicas de la Revolución Industrial que estaba operando en Inglaterra¹¹ (desde mediados del siglo XVIII y hasta a principios del siglo XIX), tan distante de las actuales necesidades productivas y económicas del siglo XXI.

Entonces emerge la herencia de la Revolución Francesa combinada con los efectos de la Revolución Industrial, como lo explica Eric Hobsbawm en *Las revoluciones burguesas* (1971). Se fusiona así el espíritu de democracia, libertad, razón (producto de la Ilustración presente en la Revolución Francesa) que se combina con el progreso tecnológico imperante en la época (producto de la Revolución Industrial).

La Educación Pública en épocas de las revoluciones burguesas, pagada con los impuestos, obligatoria para todos, gratuita y laica era una idea revolucionaria para la época. Por lo que la educación tal como la conocemos hoy se sustenta en dos pilares básicos: el económico (fruto del capitalismo de la Revolución Industrial de Inglaterra, en su primera fase: Industria 1.0) y el intelectual (fruto de la ilustración decimonónica que inspiró a la Revolución Francesa).

¹⁰ El siglo XVIII ha pasado a la Historia como el Siglo de las Luces, el siglo de la Ilustración. La Ilustración, movimiento filosófico, cultural y político, giraría alrededor de la idea de la Razón, en contraposición a la autoridad de la tradición. Este movimiento será impulsado y apoyado tanto por las monarquías absolutas europeas, que darán lugar al Despotismo Ilustrado, como por la nueva clase social en ascenso, la burguesía, que a la postre dará lugar a una serie de revoluciones liberales que culminarán en el siglo XIX con el establecimiento de monarquías parlamentarias tras la convulsión mundial ocasionada por la Revolución Francesa.

¹¹ La Revolución Industrial o Primera Revolución Industrial es el proceso de transformación económica, social y tecnológica que se inició en la segunda mitad del siglo XVIII en el Reino Unido, que se extendió unas décadas después a gran parte de Europa occidental y Norteamérica, y que concluyó entre 1820 y 1840. Durante este periodo se vivió el mayor conjunto de transformaciones económicas, tecnológicas y sociales de la historia de la humanidad desde el Neolítico, que vio el paso desde una economía rural basada fundamentalmente en la agricultura y el comercio a una economía de carácter urbano, industrializada y mecanizada.

Con el discurso del acceso de la educación para todos, esta idea de democracia ensamblaba perfectamente con el ideario de la Revolución Francesa: Libertad, Igualdad y Fraternidad.

Con el Iluminismo, nace el ideario común de arribar a la felicidad y libertad humana a partir del proyecto basado en el dominio de la naturaleza a través de la razón centrada en el sujeto que se pretende centro del mundo. La creación se valdrá de la racionalidad aplicada a la ciencia y a la técnica, para concretar su proyecto de dominio sobre el trabajador industrial (que sea dócil y obediente). Su estructura, heredera del modelo espartano, fomentaba la disciplina y la obediencia.

Que el obrero haga su trabajo de modo obediente en la línea de producción de la fábrica, nos remite directamente a la línea de montaje o cadena de montaje¹² que nos recuerda a Henry Ford (1863-1947) y su exitoso automóvil Ford modelo T.

Empresarios industriales del siglo XIX norteamericano –como Ford– impulsaron la educación a partir de sus fundaciones. Dado que el modelo de producción industrial y cadena de montaje era perfecto para la escuela, donde la educación de un niño y de un adolescente era comparable a la manufactura de un producto (requería una serie de pasos determinados en un orden específico). Separando a los niños por generaciones en grados escolares y en cada una de estas etapas trabajaría en cada uno de estos elementos (contenidos, asignaturas o espacios curriculares que asegurarían el éxito), pensado minuciosamente por un experto.

Curiosamente los organizadores del sistema educativo (expertos) han sido los burócratas planificadores de un Layout administrativo (que en muchos casos nunca dictaron clases en un aula frente a los alumnos).

¹² La producción en cadena, producción en masa, producción en serie o fabricación en serie fue un proceso revolucionario en la producción industrial cuya base es la cadena de montaje o línea de ensamblado o línea de producción; una forma de organización de la producción que delega a cada trabajador una función específica y especializada en máquinas también más desarrolladas.

Educación, diseño e innovación en Latinoamérica

En efecto, un mundo positivista, regido por una economía industrial, busca obtener los mayores resultados observables con el menor esfuerzo e inversión posible; aplicando fórmulas científicas y leyes generales al mundo del trabajo.

La estructura fordista¹³/taylorista¹⁴, relacionada con la producción industrial en cadena, que también aplicaba métodos científicos y mecanicistas para maximizar la eficiencia de la mano de obra, de las máquinas y de las herramientas de trabajo en una línea de producción en masa (fabricación en serie o sistema de cadena de montaje) mediante la división sistemática de tareas, la organización racional del trabajo en sus secuencias y procesos y el cronometraje de las operaciones; se convirtió en la forma dominante de organización social moderna e industrial (Hirst y Zeitlin, 1991). Esta forma de organización social incidió de forma determinante en los lineamientos de los sistemas educativos hasta la época actual.

¹³ La línea de ensamble moderna y su concepto básico se le debe a Ransom Olds (1864-1950), quien lo utilizó para construir el primer automóvil en ser producido en masa, el Oldsmobile Curved Dash. Olds patentó el concepto de línea de ensamble, el cual puso a trabajar en su fábrica de 1901 Compañía de Vehículos Olds Motor. Este desarrollo es a menudo opacado por Henry Ford (1863-1947), quien perfeccionó la línea de ensamble al instalar cintas transportadoras conducidas que podían producir un Modelo T de un modo mucho más rápido. La idea teórica de la cadena de montaje o ensamblaje moderna, nace con el taylorismo y fue Ransom Olds quien la llevó a la práctica primero, inaugurando su cadena de montaje en 1901 (al construir su prototipo denominado Curved Dash). Sin embargo, el sistema de cadena de montaje tomó popularidad unos años después, gracias a Henry Ford, quien tomando la idea de Olds, desarrolló una cadena de montaje con una capacidad de producción superior y de la cual su producto emblemático, fue el Ford T. Esta evolución lograda a la cadena de montaje, provocaría que el público atribuya erróneamente su invención a Ford, en lugar de Olds.

¹⁴ El taylorismo elaboró un sistema de organización racional del trabajo, ampliamente expuesto en la obra *Principios de la Administración Científica* (1911), de Frederick W. Taylor, en un planteamiento integral que luego fue conocido como taylorismo. La organización del trabajo taylorista fue un método de organización industrial, cuyo fin era aumentar la productividad y evitar el control que el obrero podía tener en los tiempos de producción.

Por eso se ha hablado mucho de la Educación Fordista o pedagogía basada en el fordismo que se expresa en los modelos tecnocráticos y conductistas, que conciben al estudiante como un ser sin conocimiento, conocimiento posible de adquirir a través del paso por un currículum que viene a representar la banda transportadora fordista.

Análogamente, en donde en lugar de productos circulaban alumnos en sus distintos grados, sentados en líneas rectas y planificando su tiempo de trabajo (tareas escolares), se iban adquiriendo los conocimientos (como partes o piezas intercambiables en una línea de montaje ininterrumpida) necesarios para graduarse en el sistema educativo. El sistema así convertía al alumno egresado en un producto final terminado y útil a la sociedad. Se fue constituyendo así el terreno necesario para afianzar esta forma como *la forma* dominante en la educación básica, media y superior universitaria y no-universitaria (Buitrago Parias, 2013).

Con el timbre del recreo que era el equivalente al timbre anónimo de las fábricas, se comienza a marcar el fin del tiempo de clases.

Bajo este modelo basado en un modelo de la segunda fase de la Revolución Industrial: Industria 2.0 se preparaba a los alumnos para el futuro mundo del trabajo, como si fueran obreros industriales. Nacía así la Escuela Técnica, a la que se denominó durante mucho tiempo colegio Industrial. Como si de una fábrica se tratara.

Los defectos del modelo de organización del trabajo taylorista fueron corregidos por el fordismo. La diferencia con el taylorismo es que la innovación no se logró principalmente a costa del trabajador, sino a través de una estrategia de expansión del mercado. Este último rasgo determinó que el fordismo fuera tan efectivo en términos capitalistas.

De este modo el modelo hegemónico de producción industrial y cadena de montaje fordista era perfecto como modelo educativo para las Escuelas. Sin embargo la crítica al modelo de educación basado en la teoría de la administración científica del trabajo taylorista/fordista, fuertemente arraigada, es que este modelo trasladado al sistema educativo no deja lugar para la creatividad e innovación de docentes y alumnos.

Educación, diseño e innovación en Latinoamérica

Aunque se continúa educando bajo este modelo pedagógico cabe señalar que este tipo de trabajo basado en la Industria 2.0 está dejando progresivamente de existir.

El mundo del trabajo ha cambiado; el sistema educativo ha colapsado en una crisis socio-política y educativa y la sociedad reclama al sistema educativo que prepare al alumno para un mundo del trabajo que ya no existe.

Ahora bien si el modelo de Industria 3.0 ha avanzado sobre el sistema educativo, ¿cuál es la razón o las razones por la que se continúa enseñando bajo un modelo de Industria 2.0; cuando las sociedades han avanzado del modelo 3.0 al modelo 4.0?. La respuesta no es fácil ni simple y excede los propósitos de esta publicación.

Sí nos interesa señalar que esta situación se viene corrigiendo con el concepto de Industria 3.0 asociado a la tercera fase de la Revolución Industrial¹⁵, donde el elemento característico son las TICs (nuevas tecnologías de la información y comunicación)¹⁶. Las computadoras e internet han trabajado significativamente en tratar de superar los efectos nefastos del modelo educativo fordista; en este sentido el aula de informática ha colaborado mucho en el desarrollo de una pedagogía digital. El arribo del post-

¹⁵ La Tercera Revolución Industrial, revolución científico-tecnológica o revolución de la inteligencia (RCT), es un concepto y una fusión esbozados por Jeremy Rifkin y avalados por el Parlamento Europeo, en una declaración formal aprobada en junio de 2006.1 A lo largo de la historia, las transformaciones económicas ocurren cuando convergen las nuevas tecnologías de la comunicación con los nuevos sistemas de energía. Las nuevas formas de comunicación se convierten en el medio de organización y gestión que las civilizaciones más complejas han hecho posible mediante las nuevas fuentes de energía. La conjunción de la tecnología de comunicación de Internet y las energías renovables en el siglo XXI está dando lugar a la llamada Tercera Revolución Industrial.

¹⁶ El conjunto de recursos, procedimientos y técnicas usadas en el procesamiento, almacenamiento y transmisión de información, se ha matizado de la mano de las TIC, pues en la actualidad no basta con hablar de una computadora cuando se hace referencia al procesamiento de la información. Internet puede formar parte de ese procesamiento que posiblemente se realice de manera distribuida y remota.

fordismo o toyotismo¹⁷ ha significado una forma de preparar la mano de obra, para los nuevos procesos industriales de fin del siglo XX y principios del siglo XXI.

Este cambio en el paradigma de producción industrial, exige un nuevo tipo de empleador y de empleado; sujetos que la escuela y las universidades no estaban formando, por estar teóricamente desactualizadas en su curriculum.

Que el sujeto de la educación, el educando, pueda reflexionar acerca de las destrezas y capacidades espaciales e instrumentales no deja de ser un tema de fuerte debate pedagógico a la hora de abordar la enseñanza del dibujo técnico; el proyecto tecnológico y otras áreas curriculares afines como las de Educación Tecnológica, Talleres, etcétera.

Sabemos, por la Academia (Arquitectura, Ingeniería, Diseño Industrial y otras disciplinas tecnológicas) que el proyecto se fundamente en el desarrollo y el *dibujo técnico* como uno de los eslabones técnicos, pues se trata de un lenguaje de comunicación gráfico. El proyecto emplea signos, regidos por Normas internacionales (ISO)¹⁸ o Nacionales (IRAM)¹⁹ que lo hacen más entendible. Es claro, preciso y debe constar de todos los datos requeridos; todo esto depende de la experiencia del dibujante en la expresión gráfica que realice, bien sea un croquis, una perspectiva o un plano.

¹⁷ El toyotismo corresponde a una relación en el entorno de la producción industrial que fue pilar importante en el sistema de procedimiento industrial japonés, y que después de la crisis del petróleo de 1973 comenzó a reemplazar al fordismo como modelo referencial en la producción en cadena. Se destaca de su antecesor básicamente en su idea de trabajo flexible, aumento de la productividad a través de la gestión y organización (just in time) y el trabajo combinado que supera a la mecanización e individualización del trabajador, elemento característico del proceso de la cadena Ford.

¹⁸ ISO (International Standardization Organization) es la entidad internacional encargada de favorecer normas de fabricación.

¹⁹ IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación) desarrolla, estudia y publica normas argentinas.

Educación, diseño e innovación en Latinoamérica

El dibujo técnico es un sistema de representación gráfica de diversos tipos de objetos, con el propósito de proporcionar información suficiente para facilitar el análisis, ayudar a elaborar su diseño y posibilitar su futura construcción y mantenimiento. Suele realizarse con el auxilio de medios informatizados o, directamente, sobre el papel u otros soportes planos.

Aunque antiguamente se lo aprendía con soporte papel, lápiz e instrumental de dibujo y geometría (reglas, escuadras, transportador, compas, etcétera) y hoy en día ha sido reemplazado casi totalmente por los programas CAD (software de Dibujo o Diseño asistido por computadora). Esto no implica que se haya abandonado el papel y el lápiz; del mismo modo que la utilización del Word y otros procesadores de texto no implican el abandono en la actualidad del papel y el bolígrafo para escribir.

La representación gráfica se basa en la geometría descriptiva y utiliza las proyecciones ortogonales para dibujar las distintas vistas de un objeto. Sus alcances parecen ser cada día mayores, desde el clásico dibujo arquitectónico y urbanístico, pasando por el consolidado dibujo mecánico, eléctrico y electrónico, hasta el dibujo geológico, topográfico y cartográfico; parece no tener límites. Cada día aparecen nuevas aplicaciones, como ejemplo podemos citar: a los nuevos sistemas de representación mecatrónicos (robótica).

El dibujo técnico engloba trabajos como bosquejo y/o croquis, esquemas, diagramas, planos eléctricos y electrónicos, representaciones de todo tipo de elementos mecánicos, planos de arquitectura, urbanismo y otros (mecánica, etcétera); resueltos mediante el auxilio de conceptos geométricos, donde son aplicadas las matemáticas, la geometría euclidiana, diversos tipos de perspectivas, escalas, entre otros.

Los objetos, piezas, máquinas, edificios, planos urbanos, por citar algunos ejemplos, se suelen representar en planta (vista superior, vista de techo, planta de piso, cubierta, entre otros), alzado (vista frontal o anterior) y lateral (acotaciones). En estos casos son necesarias un mínimo de dos proyecciones (vistas del objeto) para aportar información útil del objeto, dependiendo esto de la complejidad del mismo. Las vistas mencionadas de acuerdo al sistema ortogonal se llaman fundamentales por pertenecer al triedro fundamental, este triedro lo conforman el plano anterior, superior y lateral.

Con el objetivo de unificar el lenguaje del Dibujo Técnico se establecieron normativas aprobadas internacionalmente, si bien cada país tiene su organismo nacional de normalización para el estudio y aprobación de las diferentes Normas (en el caso de Argentina es el IRAM la única organización que realiza esta tarea). Aplicando estas normativas cualquier plano podrá ser interpretado por cualquier profesional del área correspondiente.

El dibujo técnico posee tres características que deben ser respetadas a la hora de realizar un trabajo: *gráfico*, *universal* y *preciso*. Comparativamente con las *artes visuales*, podríamos decir que a ciencia cierta comparte una característica segura, la referida a lo *gráfico*.

La proyección gráfica es una palabra proveniente del latín *proiectio* que significa hacer delante²⁰, alude a una técnica de dibujo empleada para representar un objeto en una superficie. La proyección gráfica de un objeto es considerada como la figura obtenida sobre la superficie mediante haces de rectas, llamadas rectas proyectantes, que partiendo de un punto, llamado foco, trasladan los detalles del objeto hasta la superficie en la que inciden.

Podríamos debatir y entrar en duda respecto de, si es tan *universal* (o no), que nos requeriría detallar mejor a que se considera *universal*. Podríamos afirmar en este punto que se toma como *universal* a lo normalizado y que aquí el arte no está normalizado.

De los que sí estamos seguros es que las *artes visuales* (o *plásticas*) no son *precisas*. Por lo que nos encontramos en una relación de dos a uno. Es decir dos características del *dibujo técnico* que las *artes visuales* (o *plásticas*) no cumplen.

Dado que las *artes plásticas* se refieren a la expresión humana con frecuencia se lo asocia al dibujo artístico, que como toda comunicación humana intenta decir ideas y expresar sensaciones múltiples (sensoriales: visuales, auditivas, etcétera). En cambio cuando hablamos de *dibujo técnico*, éste tiene como fin la representación de los objetos lo más exactamente

²⁰ Lajo Pérez, Rosina (1990). Léxico de arte. Madrid - España: Akal. p. 171.

Educación, diseño e innovación en Latinoamérica

posible, en forma y dimensiones (quitándole a la materia toda forma de expresividad plástica).

¿Pero es tan así? ¿podemos asegurar a ciencia cierta esto último?. ¿Qué sucede con las técnicas de renderizado? Recordemos que estas técnicas de renderizado (del inglés: render) tal cual se aprendían —y se aprenden— de un modo manual en las universidades durante en las clases de dibujo. Hoy en día, gracias a las computadoras y la informática, este término se ha generalizado a la jerga informática para referirse al proceso de generar una imagen o video mediante el cálculo de iluminación partiendo de un modelo tridimensional (3D). Efectivamente, este término técnico es utilizado por los diseñadores industriales, diseñadores en comunicación visual, diseñadores gráficos, diseñadores multimediales, animadores y otras especialidades o productores audiovisuales y en programas de diseño en 3D como por ejemplo Cinema 4D, 3DS Max, Maya, Blender, SolidWorks, SourceFilmmaker, AutoCad, SketchUp, etcétera.

La lista de software de gráficos 3D es extensa y compleja de enumerar²¹. Rápidamente podemos decir que la integran el conjunto de aplicaciones que

²¹ A pesar de haber muchas aplicaciones de modelado y animación 3D, algunas de las que se han ganado la mayor popularidad son:

3D Studio Max: Fue originalmente escrito por Kinetix (una división de Autodesk) como el sucesor de 3D Studio para DOS. Más tarde Kinetix se fusionaría con la última adquisición de Autodesk, DiscreetLogic. Es el líder en el desarrollo 3D de la industria del videojuego y es muy utilizado a nivel amateur.

Lightwave 3D: Fue originalmente desarrollado por Amiga Computers a principios de la década de los 90. Más tarde evolucionó en un avanzado paquete gráfico y animación 3D. Actualmente disponible para Windows, Mac OS y Mac OS X. El programa consiste en dos componentes: el modelador y el editor de escena. Es utilizado en multitud de productoras de efectos visuales como Digital Domain.

Maya: Es quizá el software más popular en la industria, por lo menos hasta 2003. Es utilizado por multitud de importantes estudios de efectos visuales en combinación con RenderMan, el motor de render fotorrealista de Pixar.

Softimage XSI: El contrincante más grande de Maya. En 1987, Softimage Inc, una compañía situada en Montreal, escribió Softimage|3D, que se convirtió rápidamente en el programa de 3D más popular de ese período. En 1994, Microsoft compró

permiten la creación y manipulación de gráficos por computadora. Estas aplicaciones son usadas tanto para la creación de imágenes como en la animación por computadora.

Hemos citado algunos y nos quedan muchos más programas (software) por nombrar, pues la lista sería interminable²². Entre los que destaca el que

Softimage Inc. y comenzaron a reescribir SoftImage|3D para Windows NT. El resultado se llamó Softimage|XSI. En 1998 Microsoft vendió Softimage a Avid.

Cinema 4d: Este programa de la compañía alemana Maxon es una de las mejores opciones de la industria (entre otras cosas por abarcar todas las disciplinas de 3D) a pesar de ser poco conocido por ser europeo y no estadounidense.

Blender: Programa de creación de contenido 3D que abarca desde el modelado y animación hasta la composición y renderización de complejas escenas en 3D. Es software libre, y cuenta con características como soporte para programación bajo Python con una amplia gama de script en constante desarrollo, posee un engine robusto para la programación de juegos, un motor de render propio y una comunidad de usuarios totalmente abierta y dispuesta a colaborar.

CaligarisTrueSpace: Una aplicación 3D integrada, con una interfaz muy intuitiva. Una característica distintiva de esta aplicación es que todas las fases de creación de gráficos 3D son realizadas dentro de un único programa. No es tan avanzado como los paquetes líderes, pero provee características como simulación de fenómenos físicos (viento, gravedad, colisiones entre cuerpos).

formZ: Ofrece manipulación topológica de las geometrías.

²² Moray: Modelador para POV-Ray.

POV-Ray: Un avanzado programa gratuito de Raytracing. Usa su propio lenguaje de descripción de escena, con características como macros, bucles y declaraciones condicionales. Es completamente gratuito aunque no fue lanzado bajo GPL. No incluye modelador.

RealSoft3D: Modelador 3D para Linux y Windows. Incluye rénder.

Rhinoceros 3D: Un potente modelador bajo NURBS.

SketchUp: Programa de modelado 3D adquirido por Google. Existe una versión gratuita y una versión SketchupPro. La razón por la que Google adquirió SketchUp (antes llamado @Last Software) es para mejorar los plugins del programa de mapas en 3D Google Earth, Trimble adquirió Sketchup de Google en el 2012.

Educación, diseño e innovación en Latinoamérica

utilizaremos en el análisis del caso (como software libre de Google), llamado SketchUp.

Razón esta última por la que le dedicaremos un apartado especial, dado que la computación gráfica actualmente se aplica en muchos sectores de la industria, entre los que se pueden destacar los de diseño, arquitectura, ingeniería, publicidad, infografía, cine, y mercadotecnia inmobiliaria, entre otros. El proceso de renderizado se desarrolla con el fin de generar en un espacio 3D formado por estructuras poligonales: una simulación realista del comportamiento tanto de luces, texturas y materiales (agua, madera, metal, plástico, tejidos, etcétera) como así también de los comportamientos físicos (animación). Es el caso de la simulación de colisiones y fluidos, simulando ambientes y estructuras físicas verosímiles. Una de las partes más importantes de los programas dedicados a la renderización es el motor de renderizado, capaz de realizar complejos cálculos como radiosidad, raytrace (trazador de rayos), canal alfa, reflexión, refracción o iluminación global. Esto permitirá que la simulación de condiciones físicas y lumínicas sea lo suficientemente realista, llegando en muchos casos a ser difícil diferenciar una fotografía de un dibujo (aquí es donde se terminan superando las antiguas limitaciones físicas y artísticas que poseía el dibujante, ahora sólo limitadas por su capacidad y/o conocimientos referidos al dominio de las nuevas herramientas tecnológicas; y obviamente a su creatividad e imaginación humana. Cabe destacar que aun así, estamos frente a programas de una gran complejidad de uso; que implican aprendizajes de orden superior, ya que no son intuitivos ni automatizados por lo tanto demandan una gran pericia de sus operadores para llegar a resultados óptimos.

De todos modos esa única característica gráfica (de ambos dibujos) es un buen punto de nexo, contacto o encuentro. Para crear puentes para debatir, pensar y atrevernos a considerar el pensamiento humano en su capacidad reflexiva. De esta manera el espacio de dibujo técnico por computadora -y su renderizado- debe ser entendido como un espacio transversal y de integración o articulación con otros espacios curriculares, como por ejemplo la matemática y la tecnología.

Cuando se trabaja en un programa de diseño 3D por computadora, por lo general los resultados no pueden ser visualizados en tiempo real, no obstante la última generación de programas de renderizado han comenzado a modificar

esta situación apoyándose en las actuales placas de vídeo con procesadores. Permiten visualizar en tiempo real el acabado final de una escena 3D, aun así esto sólo se suele aplicar a escenas sencillas no siendo aún aplicable para escenas de mayor complejidad ya que se requiere una potencia de cálculo demasiado elevada. En este contexto se opta por crear el entorno 3D con una forma de visualización más simple para luego generar el lento proceso de renderización y así conseguir los resultados finales deseados. El tiempo de renderización depende en gran medida de los parámetros establecidos en los materiales y luces y de la configuración del motor de renderización.

Normalmente cada aplicación de 3D cuenta con su propio motor de renderizado, si bien existen plugins que se dedican a hacer el cálculo dentro del programa, utilizando fórmulas especiales. Es el caso de los conocidos motores V-Ray y Mental Ray, actualmente, los más populares dentro de los motores de renderizado. En el caso de los videojuegos, normalmente se utilizan imágenes prerrenderizadas para generar las texturas y así ayudar al equipo ya sea una consola o un pc a trabajar en el entorno virtual con mucha más fluidez, (aun así los actuales juegos tiene una gran demanda tanto de procesador, placa de vídeo como de memoria RAM).

Podemos finalmente decir que la tecnología CAD (siglas del inglés que refieren a Computer-Aided Design) o el diseño asistido por computadora, se complementa con la tecnología CAM (siglas del inglés que significan Computer-Aided Manufacturing) o fabricación asistida por computadora.

El diseño y fabricación con ayuda de computador, comúnmente llamado CAD/CAM, es una tecnología que si bien puede descomponerse en numerosas disciplinas, normalmente, abarca al Diseño Industrial, la Ingeniería Mecánica, el manejo de bases de datos para el diseño y la fabricación y el control numérico de máquinas herramientas y robótica.

Históricamente los CAD comenzaron como una ingeniería tecnológica computarizada, mientras los CAM constituían una tecnología semiautomática para el control de máquinas de forma numérica de allí la sigla CNC referida a control numérico computarizado)²³. Estas dos disciplinas se han ido mezclando

²³ Aparte de aplicarse en las máquinas-herramienta para modelar metales, el CNC se usa en la fabricación de muchos otros productos de ebanistería, carpintería, etcétera (de aquí que en los talleres de carpintería o metal-mecánica de las Escuelas Industriales

Educación, diseño e innovación en Latinoamérica

gradualmente hasta componer una tecnología que las integra, de tal forma que los sistemas CAD/CAM son considerados, hoy día, como una disciplina única identificable.

Ahora bien, ¿qué sucede cuando la Escuela Técnica no posee CAD/CAM? Ya sea porque no es su especialidad, o porque no tiene los talleres con las máquinas convenientemente acondicionada. También puede suceder que la Escuela no posea los recursos necesarios, porque el Estado no se los ha suministrado oportunamente (por diversas razones que no analizaremos aquí); o porque otros Organismos de Estado que suelen articular con las Escuelas Técnicas como es el caso de las Universidades no están presentes (la UTN: Universidad Tecnológica Nacional es una Universidad que suele articular con las Escuelas Técnicas Nacionales compartiendo aulas y talleres en contra-turno). Si bien esto es habitual en la ciudad de La Plata, Provincia de Buenos Aires; no lo es en la ciudad de Concordia, Provincia de Entre Ríos.

En la Escuela Técnica Nº 2 “Independencia” de Concordia, Entre Ríos; la falta del taller CAD/CAM obedece a que su especialidad de Tecnicatura en Computación requiere otro tipo de formación del docente a cargo de su desarrollo según la Resolución Nº 15/07 del CFE (Consejo Federal de Educación)²⁴.

Será el Técnico en Computación quién estará capacitado para asistir al usuario de productos y servicios informáticos brindándole servicios de instalación, capacitación, sistematización, mantenimiento primario, resolución de problemas derivados de la operatoria. El técnico brindará apoyo a la

o Escuelas Técnicas su presencia o utilización). La aplicación de sistemas de CNC en las máquinas-herramienta han hecho aumentar enormemente la producción, al tiempo que ha hecho posible efectuar operaciones de conformado que era difícil de hacer con máquinas convencionales, por ejemplo la realización de superficies esféricas manteniendo un elevado grado de precisión dimensional. Finalmente, el uso de CNC incide favorablemente en los costos de producción al propiciar la baja de costes de fabricación de muchas máquinas, manteniendo o mejorando su calidad.

²⁴ Visto el Artículo 38 de la Ley de Educación Nacional Nº 26.206, los Artículos 33, 38, 39, 42 inciso d), 43 inciso b) y c), 45 inciso e), 46, 47 y 49 de la Ley de Educación Técnico Profesional Nº 26.058 y la Resolución CFEyE 261/06.

contratación de productos o servicios informáticos, desarrollando las actividades descritas en su perfil profesional y pudiendo actuar de nexo entre el especialista o experto en el tema, producto o servicio y el usuario final.

Para solucionar este inconveniente de la falta del sistema CAD/CAM que articule con el espacio curricular de Dibujo Técnico, nos hemos visto en la necesidad de reemplazar el sistema CAD/CAM por un sistema CAD/Impresora3D que articule con los talleres de especialidad en computación (talleres de informática, laboratorio I-II-III, sistemas de procesamiento de datos, electricidad y técnicas digitales, lógica, computación I-II, tecnología del control, sistemas de procesamiento de datos, programación I-II-III, análisis de sistemas, simulación, algoritmos, investigación operativa, organización de la producción I-II, estudio del producto I-II, entre otras materias curriculares). De este modo intentamos acercarnos lo más próximo al modelo de Industria 4.0.

La Industria 4.0²⁵ es un concepto nuevo, que también recibe otras denominaciones: ciberusina, ciberfábrica, usina digital, industria digital, fabricación avanzada, industria integrada, industrias inteligentes o sistema inteligente de fabricación. En todas estas subdenominaciones se hace referencia a la idea de la Industria 3.0 integrada por medio de las

²⁵ El concepto de Industria 4.0 (también señalado como cuarta revolución industrial, industria inteligente o ciberindustria del futuro) corresponde a una nueva manera de organizar los medios de producción. El objetivo que pretende alcanzarse es la puesta en marcha de un gran número de fábricas inteligentes capaces de una mayor adaptabilidad a las necesidades y a los procesos de producción, así como a una asignación más eficiente de los recursos, abriendo así la vía a una nueva revolución industrial o Cuarta revolución industrial. Este concepto de Industria 4.0 que aquí se presenta no es una realidad ya consolidada y experimentada, sino un nuevo hito en el desarrollo industrial que sin duda marcará importantes cambios sociales en los próximos años, haciendo un uso intensivo de Internet y de las tecnologías punta, con el fin primordial de desarrollar plantas industriales y generadores de energía más inteligentes y más respetuosos con el medio ambiente, y con cadenas de producción mucho mejor comunicadas entre sí y con los mercados de oferta y demanda.

Educación, diseño e innovación en Latinoamérica

computadoras a los sistemas inteligentes (cibernética) y los robots; lo que se conoce como sistema cyber-físico (CPS)²⁶.

Una impresora 3D es una máquina capaz de realizar réplicas de diseños en 3D, creando piezas o maquetas volumétricas a partir de un diseño hecho por ordenador (correspondiente al Dibujo Técnico de 4to. Año, según la currícula académica de la Escuela Técnica Nº 2, Concordia, Entre Ríos). La impresora 3D también puede trabajar con archivos descargados de internet o recogido a partir de un escáner 3D, aunque nosotros hemos preferido realizarlo en software libre 3D: SketchUp²⁷. Programa de modelado 3D adquirido por Google, para que los alumnos puedan utilizar las netbooks provistas por el programa: Conectar Igualdad, iniciado en el año 2010 por el poder Ejecutivo Nacional por el Decreto Nº 459/10.

Conectar Igualdad (denominado Programa ConectarIgualdad.com.ar) fue el nombre de un programa surgido como iniciativa del Poder Ejecutivo argentino, lanzado en el año 2010 por la entonces presidenta Cristina Fernández de Kirchner mediante la firma del decreto Nº 459/10. Este programa expresa una política de Estado en la que intervienen la Presidencia de Nación, la Administración Nacional de Seguridad Social (ANSES), la Jefatura de Gabinete de Ministros, el Ministerio de Educación y el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Al día 1 de

²⁶ Un sistema cyber-físico o CPS (en inglés: cyber-physicalsystem) es un mecanismo controlado o monitoreado por algoritmos basados en computadoras y estrechamente integrados con internet y sus usuarios. Los ejemplos de CPS incluyen al sistema de red eléctrica inteligente, sistemas de automóvil autónomo, sistemas de monitoreo médico, sistemas de control del proceso, sistemas de robótica, y pilotos automáticos aeronáuticos. CPS implica un enfoque multidisciplinario, fusionando la teoría de cibernética, mecatrónica y la ciencia de diseño y de proceso. El control de los procesos es a menudo derivado a sistemas embebidos. Los precursores de los sistemas cyber-físicos pueden ser encontrados en diversas áreas como la aeroespacial, la automotriz, procesos químicos, infraestructura civil, energía, salud, Manufactura, transporte, diversión, y electrodomésticos.

²⁷ <http://www.sketchup.com/es>

julio de 2015, se habían entregado 5 millones de computadoras a los alumnos de la República Argentina (en general y sin especificar detalles).

Las impresoras 3D surgen con la idea de convertir archivos de 2D en prototipos reales o 3D. Comúnmente se ha utilizado en la prefabricación de piezas o componentes, en sectores como la arquitectura y el diseño industrial. En la actualidad se está extendiendo su uso en la fabricación de todo tipo de objetos, modelos para vaciado, piezas complicadas, alimentos, prótesis médicas (ya que la impresión 3D permite adaptar cada pieza fabricada a las características exactas de cada paciente).

La impresión 3D en el sentido original del término se refiere a los procesos en los que secuencialmente se acumula material en una cama o plataforma por diferentes métodos de fabricación, tales como polimerización, inyección de aporte, inyección de aglutinante, extrusión de material, cama de polvo, laminación de metal, depósito metálico.

Existen múltiples modelos comerciales: de sinterización láser, donde un suministrador va depositando finas capas de polvo de diferentes metales (acero, aluminio, titanio) y un láser a continuación funde cada capa con la anterior. Otros como los de estereolitografía, donde una resina fotosensible es curada con haces de luz ultravioleta, solidificándola; de compactación, con una masa de polvo que se compacta por estratos; de adición, o de inyección de polímeros, en las que el propio material se añade por capas. Ahora bien, según el método empleado para la compactación del polvo, se pueden clasificar en: impresoras 3D de tinta o impresoras 3D láser.

Breve fundamentación epistemológica y pedagógica para la enseñanza del Dibujo Técnico de un modo creativo/disruptivo:

Pasando a lo estrictamente pedagógico se estima y a pesar de las críticas que la Teoría Conductista despierta, sus aportes son los más adecuados a la hora de enseñar los contenidos de *dibujo técnico* durante el Primer Año de educación secundaria dadas las características propias de la práctica a ser desarrollada por el docente. En este sentido se diferencia fuertemente del área de *artes visuales (o artes plásticas)*, en donde las características personales de cada alumno resultan más tenidas en cuenta a la hora de planificar la enseñanza. Lamentablemente, en el *dibujo técnico* (por Ley) las

Educación, diseño e innovación en Latinoamérica

características personales de los alumnos no cobran un lugar central ni inciden en aquello que se enseña y cómo (de lo contrario no sería técnico). De todas maneras intentaremos no quedar atados, ni limitados por esta última afirmación.

En el Segundo Año, junto a los contenidos planificados y sus recorridos posibles se avanzará con una mixtura entre la Teoría Conductista y la Teoría Constructivista (Piaget, Vygotski, Bruner, Ausubel entre otros teóricos). Para que el alumno vaya cobrando protagonismo y saliendo de su rol pasivo (del Primer Año de estudios) y el docente pueda transferirle una mayor importancia al rol del alumno y sus motivaciones frente a la estructura teórica abordada según la planificación. De este modo el alumno irá desarrollando una actitud creativa, necesaria para el tercer año.

En el Tercer Año y Cuarto Año, junto con los contenidos planificados y sus recorridos posibles; se asume que el alumno desarrollará una fuerte motivación para dibujar. Aquí finalmente es donde la *teoría del andamiaje* (Wood, Bruner y Vygotski entre los teóricos más reconocidos) cobra relevancia; así el docente interviene como guía o facilitador del aprendizaje por descubrimiento que debe realizar el alumno. Fundamentalmente en el Cuarto Año es donde el alumno y por lo tanto el docente pondrá en juego los principios y estrategias de la Teoría Constructivista del aprendizaje y la intervención pedagógica, a partir del uso de las TICs con sentido educativo utilizando las Tecnologías de la Información y Comunicación como Netbooks provistas por el Programa Conectar-Igualdad o bien las computadoras del Taller de Informática que la propia Escuela posee, con el software específico: diversos programas CAD.

Haciendo uso de la *teoría del andamiaje* (donde el Profesor comienza a retirar los andamios construidos en el Ciclo Básico), para que el alumno avance por su zona de Desarrollo Próximo ganando progresivamente en autonomía ya que el alumno debe ser responsable de *construir* su propio conocimiento en esta primera etapa del Ciclo Superior. Se ponen en relación las teorías del aprendizaje y la enseñanza con la postura Epistemológica del *dibujo técnico* como *Techne* (explicitado en las competencias a lograr).

Atento a la formación específica requerida para la enseñanza del *dibujo técnico* considerado desde una concepción ligada al entendimiento más generalizado de las artes, los interrogantes que corresponde hacerse para el

espacio curricular de formación propedéutica humanística general en su vinculación con el mundo del trabajo y la producción, podrán ser: ¿Es lo mismo la enseñanza de la Historia del Arte que Artes Visuales (artes plásticas)? ¿Tienen relación las artes visuales con el dibujo? ¿Hasta dónde *dibujo artístico* y *dibujo técnico* están relacionados? ¿Deben estar relacionados ambos dibujos? ¿Cuál sería o bien, qué características distintivas reuniría la propuesta Pedagógica que entendiera el rol de las *artes visuales* relacionadas al *dibujo técnico* y su independencia pedagógica como arte sin perder de vista el perfil del egresado de la Escuela de Técnica N° 2?

La pregunta es: ¿Cómo no salirse de la Ley? (pero al mismo tiempo, por el currículo oculto, poder ampliarlo y en definitiva escapar a los límites mismo que imprimen una presión psicológica para el aprendizaje del alumno).

En definitivas cuentas, ¿será esa la razón los alumnos se aburren? ¿Es aburrida la materia, en este caso el Dibujo Técnico, o son aburridas las prácticas docentes que caracterizan su enseñanza? Este es el límite que todo *buen docente* se debe proponer poder superar desde lo pedagógico, específicamente desde una Didáctica del Dibujo Técnico).

Todas estas preguntas no tienen una sola respuesta, mucho menos una respuesta sencilla o fácil, en el complejo siglo XXI, que requiere la interdisciplinariedad y una visión holística de multiplicidad de factores convergentes (sociales, humanos, culturales, técnicos, tecnológicos y económicos entre otros).

Contamos con una certeza: los paradigmas del Siglo XX entraron en crisis y las nuevas generaciones nos demandan el Siglo XXI.

Lo que es seguro es que el Dibujo dentro del arte debe entenderse hoy en día transversalmente, no como *arte por sí mismo* (y para sí, que se piensa aisladamente; desde una perspectiva tradicionalista, cultural e históricamente segmentada del mundo del trabajo económico e industrial). De ningún modo, puede ser esta postura colaborativa, con una visión de una *Nueva Escuela Técnica* acorde a los requerimientos y necesidades de una economía emergente del siglo XXI.

En lo personal pienso desde una perspectiva colaborativa del arte, que dialoga con la técnica y la tecnología y la fortalece. El ejemplo histórico lo encontramos en la creación del Diseño Industrial, como disciplina académica

Educación, diseño e innovación en Latinoamérica

nacida en la Escuela de la Bauhaus, Alemania –cerrada por los nazis y Hitler- y posteriormente re-abierta en la Escuela de Arte y Diseño de la ULM (Hochschule für Gestaltung). Todo un nuevo discurso que logró combinar la economía capitalista, con la producción industrial y la estética industrial de la máquina. Generando los pilares de un nuevo Arte Industrial del Siglo XX.

La conclusión lógica es evidente, si las Universidades lo vienen practicando desde hace 50 años; solo que las Escuelas Técnicas no han adaptado los requerimientos del Sistema Universitario Nacional. Es urgente que lo realicen para mantener una estructura lógica coherente entre los niveles Secundario y Superior Universitario.

De este modo, se entiende que el programa para la materia Dibujo, sea entendido transversal e integralmente con otros espacios curriculares como los de *dibujo técnico* y el espacio curricular de *educación tecnológica* (por los materiales) y ciencias física (electromagnetismo y fundamentos físicos de la teoría del color y de los sistemas computacionales: CYMK – RGB); conformando un corpus teórico-práctico conceptual. Pero sin descuidar el arte o las artes visuales.

La teoría del desarrollo cognitivo de Piaget (1896-1980), un enfoque Constructivista al cual sólo podemos citar sin desarrollar; resume la idea conceptual (teórico-epistemológica) y de fundamentación pedagógica pensada para el espacio curricular dibujo técnico-artístico.

Parafraseando a Piaget: la educación, para la mayoría de la gente, significa intentar dirigir a los niños para reproducir los comportamientos típicos de los adultos y de una sociedad. Pero para él, la educación significaba hacer creadores, inventores, innovadores; no conformistas (Piaget, 1983).

Los alumnos capacitados en dibujo bajo el perfil del Técnico de la Escuela Técnica Nº 2 (pero no solo de esta escuela, sino de todas las del país), deberán ser egresados preparados para ser: creadores, inventores e innovadores.

Esos alumnos deberán pensar en el Arte Industrial del Siglo XX inventado en las mejores academias mundiales: el Diseño Industrial. Bien como lo describe el Profesor de estética de la Academia de Milán, GilloDorfles: «El diseño industrial es el Arte del Siglo XX» (Dorfles, 1963: s/n).

Me atrevo a pensar los siguiente recorridos teóricos posibles (propuesta pedagógicas para ensamblar el dibujo técnico (específico) con el dibujo (más general) y las nuevas tecnologías (CAD-3D).

Para poder realizar el diseño de piezas que se deseen imprimir en 3D se requiere de algún software CAD (diseño asistido por computadora), de los cuales podemos citar: Blender, DraftSight, Catia, FreeCAD, OpenSCAD, SolidWorks, Tinkercad, AutoCAD, SketchUp. Entre los más conocidos.

Muchos de estos programas son muy sencillos de utilizar, ya que las interfaces son muy agradables para el usuario, además algunos de éstos nos presentan herramientas especiales para poder saber si nuestro diseño cumple con las características esperadas tanto en forma como rendimiento.

El fundador de la fenomenología, Edmund Husserl (1859-1938), había formulado un pensamiento parecido al enfrentarse al axioma cartesiano del latín: *cogito ergo sum* (pienso, luego existo). Es una traducción del planteamiento original de Descartes en francés encontrado en su famoso *Discurso del método* (1637); con su propia fórmula de que el pensar supone siempre un pensar en algo. Por lo cual, no es posible pensar sin objeto de pensamiento; y para entender lo que es el pensar, habrá que mezclar el acto de pensar con su objeto.

Que el Diseño sólo se manifiesta en ejemplos *concretos* no es nada que sea privativo del diseño. Toda actividad o función que pueda pensarse en *abstracto* se hace patente solamente a través de acciones *concretas* (o se expresa a través de una afirmación concreta). En la realidad sólo se dan concreciones. Esto es también lo que significa la palabra existencia (estar fuera de). Es posible el pensamiento de lo abstracto, pensar lo abstracto, pero el pensamiento *abstracto* o el pensar abstractamente -como a veces se oye decir- es imposible.

No podemos por consiguiente diseñar sin diseñar algo *concreto*, pero si queremos entender lo que queremos decir con diseño tenemos que tratar de desarrollar una teoría del diseño²⁸. El que reduce la teoría del diseño a una

²⁸ Materia inexistente en la carrera de Diseño Industrial de la Universidad Nacional de La Plata (supuestamente está presente en el currículo oculto de los Talleres de Diseño Industrial).

Educación, diseño e innovación en Latinoamérica

teoría de cómo se diseña algo en particular (típico de los Talleres del Diseño Industrial) cae en una paradoja. Pues si no podemos hablar del diseño en sí, sino solamente del diseño de algo (un objeto/producto), entonces tampoco tendremos la posibilidad de hablar de diseño arquitectónico o de diseño industrial de objetos, muebles y otros productos industriales.

Diseño arquitectónico será en tal caso, como diseño industrial de un producto (digamos un mueble, una silla, etcétera), algo *abstracto* y general, puesto que tampoco se pueden diseñar casas en general, sino solamente casas determinadas o muebles en particular. Es realmente cierto que se pueden hacer dibujos y esquemas que sirvan como modelo general para varias casas o muebles, por ejemplo; pero entonces es el mismo dibujo o esquema algo concreto. Lo que se diseña es el modelo y éste ha de servir para orientar a otras personas en lo que van a diseñar, ayudándolas a dar forma a las casas –o muebles, etcétera- *concretos*. La conexión entre el diseño de modelos y la conformación de un objeto a partir de un modelo es a menudo cuestión de retórica y de comunicación.

Las teorías y los modelos se hacen, sin embargo, para poder efectuar mejor tareas concretas, ayudándonos a comprender mejor cómo hacemos. Una teoría puede ser una teoría para lo *concreto*, no sólo de lo *concreto*. La teoría trata siempre de lo *abstracto* y de lo general, pero es en sí misma también concreta.

Toda teoría exige un cierto nivel de abstracción, por eso es una teoría del Diseño es tan difícil de aprehender (requiere estudios universitarios: Arquitectura, Diseño Industrial, etcétera). Pues es el componente crítico de múltiples variables lo que lo hace complejo; pues no se debe dejar de lado lo histórico, lo socio-cultural, lo político, pero tampoco se deben abandonar los factores tecnológicos, de ingeniería y de cálculo (no sólo matemático, sino también de tipo económicos) y otros cálculos no cuantitativos, sino cualitativos como los estéticos o artísticos. Lo que en suma, lo hacen complejo e interdisciplinario.

A esta altura ya estamos en condiciones de afirmar que se necesitan mutuamente ambas: teoría del diseño (abstracción) y diseño de objetos (concretos).

Conclusión, pasando a la acción concreta:

Se determinó necesariamente que algunos recorridos teóricos posibles / contenidos mínimos que deberían ser analizados en el armado y/o abordaje de un currículo interdisciplinario debería tener en cuenta la complementariedad entre dibujo técnico propio del diseño industrial, la arquitectura y la ingeniería, más el dibujo expresivo propio de la historia del arte de vanguardia (Escuela de la Bauhaus).

Respecto de las similitudes técnico-históricas y la relación lógica que se encontró entre las artes visuales (o artes plásticas de vanguardia) con el dibujo técnico y su historia (en arquitectura y diseño industrial) se estableció que debería ser por lo menos revisada; a la luz de la historia de las diversas fases de la Revolución Industrial.

El teórico del diseño industrial y la arquitectura, Tomás Maldonado (1993) explica que la definición de la actividad del diseño proyectual supone, implícitamente, que los objetos y/o productos no fabricados industrialmente no son objetos del diseño industrial. De esta manera, se quiere evitar la confusión entre el diseño industrial y la artesanía.

Para dar continuidad a la trayectoria expresionista y estética iniciada por la Bauhaus²⁹, el teórico argentino Maldonado (quien ocupó varios cargos directivos en la HfG / Ulm / Alemania, en el período: 1954-1966) formuló en 1954, las bases epistemológicas del proyecto de diseño con fundamentos filosóficos basados en la modernidad y en el movimiento moderno en arquitectura. La cual fue orientada hacia un extremado racionalismo y cientificismo.

Unido a las ideas de las primeras décadas del siglo XX del Movimiento Moderno en Arquitectura y su objetivo es la renovación del carácter de la

²⁹ El diseño industrial, como carrera universitaria, nace con la aparición formal de la Escuela de la Bauhaus (Casa de la Construcción Estatal), fue una escuela de artesanía, diseño, arte y arquitectura fundada en 1909 por Walter Gropius (1883-1969), en Weimar y cerrada en 1933 por las autoridades prusianas en manos del Partido Nazi. Profundizó su teoría y sus herramientas pedagógicas en la HfG (en alemán: HochschulefürGestaltung) o Escuela Superior de Proyección de Ulm, Alemania.

Educación, diseño e innovación en Latinoamérica

arquitectura, el urbanismo. El diseño industrial revolucionó los modos tradicionales del construir unificado a la ingeniería.

Ya la Revolución Industrial de Inglaterra, iniciada a fines del siglo XVIII había introducido cambios epistemológicos serios y profundos; por la introducción sistemática de la máquina en el proceso de producción, comenzando la mecanización del trabajo, en reemplazo del trabajo manual. Este nuevo sistema de producción separó las tareas de concepción (diseño del objeto/producto) de las de construcción (su manufactura industrial). En un principio los creadores fueron artistas y artesanos (no diseñadores industriales profesionales graduados en academias) con inventiva que tuvieron éxito debido a las favorables circunstancias económicas del momento y al uso de la máquina de vapor en la primera fase –Industria 1.0- de la Revolución Industrial (en Inglaterra) y la electricidad en la segunda fase –Industria 2.0- de la Revolución Industrial (en EE.UU.). Lo que originó una economía de carácter urbano, industrializada y mecanizada.

La primera fase se vio superada por la segunda fase de la Revolución Industrial (en EE.UU.) con lo que se conoció como: fordismo³⁰ o producción en masa. La fabricación en serie fue un proceso revolucionario en la producción industrial cuya base es la cadena de montaje o línea de ensamblado; una forma de organización de la producción que delega a cada trabajador una función específica y especializada en máquinas también más desarrolladas. Su idea teórica había nacido con el taylorismo³¹ (organización científica del

³⁰ El fordismo es un sistema socioeconómico basado en la producción industrial en serie, establecido antes de la Primera Guerra Mundial. El concepto recibe el nombre de Henry Ford, creador de la línea de ensamble, y es atribuido al teórico marxista Antonio Gramsci, quien lo usó por primera vez en su ensayo *Americanismo y fordismo* (1934), perteneciente a sus *Cuadernos desde la cárcel*.

³¹ El taylorismo, en organización del trabajo, hace referencia a la división de las distintas tareas del proceso de producción. Fue un método de organización industrial, cuyo fin era aumentar la productividad y evitar el control que el obrero podía tener en los tiempos de producción. Está relacionado con la producción en cadena.

trabajo), sin embargo, el sistema de cadena de montaje había tomado popularidad unos años después, gracias a Henry Ford (1863-1947)³².

Por lo que la teoría del diseño (abstracta) se forma en un límite difuso entre las teorías estéticas (arte de vanguardia), el movimiento proyectual moderno (arquitectura moderna) y la tecnología moderna (seriada, masificada, industrializada, fordista).

Viéndonos en la necesidad de tomar un caso de diseño (para lo cual fue seleccionado un mueble), el autor de este artículo realizó una síntesis de la teoría (abstracción) sobre el diseño de objetos/productos muebles (concretos), en el artículo *Teoría y crítica del diseño de muebles* (2015)³³, publicado en la Revista Arte e Investigación Nº 11, FBA, Universidad Nacional de La Plata.

Y ahí salto de lo abstracto (Regla teórica) a lo concreto (caso, diseño de un objeto/producto). Con lo cual se puede seguir un método racional y científico de diseño.

Desde el punto de vista sistémico, la principal salida del proceso de diseño es la comunicación de un concepto de diseño, el profesional del diseño requiere de herramientas que le permitan realizar esta comunicación, de la manera más clara posible para los receptores.

Así pues, para el diseñador o el arquitecto, la herramienta más básica con la que cuenta es el dibujo; aun así el dibujo suele ser insuficiente en ocasiones para comunicar cabalmente el concepto de diseño, por lo cual se suele recurrir a la construcción de modelos y/o prototipos tridimensionales que le permitan mostrar y transmitir todas las ideas, formas o funcionalidades de su concepto. Es por ello que se requiere una formación en artes plásticas (como ya lo dijimos, los renders, antes se hacían a mano con rotuladores y lápices), como un medio para la comunicación de sus conceptos de diseño. El desarrollo tecnológico ha conducido a la creación de herramientas que permiten realizar la comunicación de los conceptos de diseño en un tiempo menor, con menos

³² Ford desarrolló una cadena de montaje con una capacidad de producción superior y de la cual su producto emblemático, fue el Ford modelo: T.

³³ Anderson, I. F. (2015). «Teoría y crítica del diseño de muebles». Revista Arte e Investigación, año 17 (11), pp. 20-26. La Plata: FBA. UNLP.

Educación, diseño e innovación en Latinoamérica

recursos logrando una buena comprensión del receptor. Entre estas herramientas tenemos el diseño asistido por computador, el renderizado, la impresión 3D, CNC y las impresoras 3D entre otros.

Las nuevas tecnologías y la producción se han modificado por la concepción virtual del dibujo. Dentro del proceso integral del desarrollo del dibujo, desde la idea generadora hasta el producto final. Sus etapas: 1) La/s idea/s generadora/s. 2) El/los boceto/s (croquis). 3) El/los dibujo/s bidimensional/es. 4) El/los dibujo/s tridimensional/es. 5) La/s simulación/es computarizada/s (Auto-CAD³⁴, SketchUp y otros software 3D). 6) El/los prototipeado rápido que ha integrado a la tecnología de los materiales y sus procesos industriales de transformación (las tecnologías CAD-CAM³⁵ e impresoras 3D). Han transformado definitivamente el mundo del dibujo y su concepción-materialización.

Siguiendo este método racional (teoría proyectual), trabajamos sobre un caso concreto.

Análisis de un caso

Generado en la Escuela Técnica N° 2 y sus etapas de diseño/desarrollo hasta la etapa de prototipeado.

1) La idea generadora (concepto): ¿Cual tipología, forma, color y simbología representaría mejor a una silla Latinoamericana? Para responde a esta pregunta se tomó del concepto de la Bandera del Mercado Común del Sur (MERCOSUR), cuyo diseño fue aprobado en la XI reunión del Consejo del Mercado Común, celebrado el 16/12/1996. Emblema de la unión aduanera, su diseño consiste en un rectángulo blanco donde aparecen los elementos compositivos visuales: las cuatro estrellas azules sobre una línea curva verde.

³⁴ CAD: siglas en inglés de Computer-Aided-Design o diseño asistido por computadora.

³⁵ CAM: siglas en inglés de Computer-Aided-Manufacturing o manufactura asistida por computadora.

Para más información³⁶



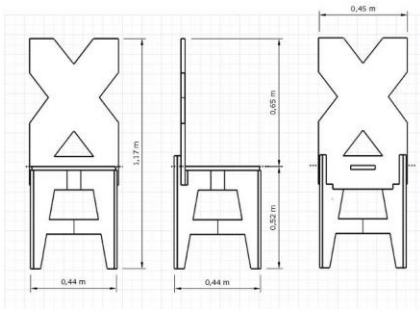
2) El boceto (croquis de la idea generadora): Los aborígenes llamaban a la constelación de la Cruz del Sur con la palabra guaraní: curuxu. Para reforzar el concepto de «Cruz» resaltamos la X de la palabra «curuXu» (en guaraní) debido a la X de las estrellas, que forman imaginariamente una cruz.



³⁶ <http://www.monografias.com/trabajos106/silla-curuxu-parte-3/silla-curuxu-parte-3.shtml>

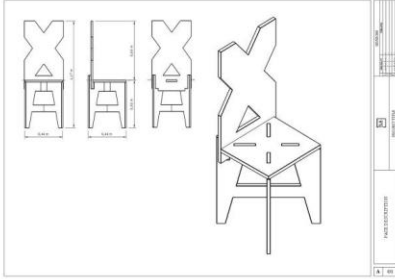
Educación, diseño e innovación en Latinoamérica

3) El dibujo bidimensional, vistas principales del sistema monge³⁷: con algunas medidas principales acotadas.



³⁷ Gaspard Monge (1746-1818) fue un matemático francés, inventor de la geometría descriptiva. Sistema que permite representar superficies tridimensionales de objetos sobre una superficie bidimensional. Existen diferentes sistemas de representación que sirven a este fin, como la perspectiva cónica, el sistema de planos acotados, etcétera. Pero quizás el más importante es el sistema diédrico, también conocido como sistema Monge, que fue desarrollado por Monge en su primera publicación en el año 1799.

4) El dibujo tridimensional en perspectiva axonométrica³⁸ isométrica³⁹ (incluida las vistas del sistema monge):

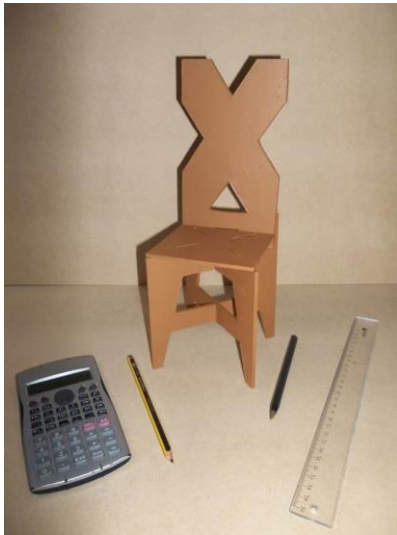


³⁸ La perspectiva axonométrica es un sistema de representación gráfica, consistente en representar elementos geométricos o volúmenes en un plano, mediante proyección paralela o cilíndrica, referida a tres ejes ortogonales, de tal forma que conserven sus proporciones en cada una de las tres direcciones del espacio: altura, anchura y longitud.

³⁹ Una proyección isométrica es un método gráfico de representación, más específicamente una axonométrica cilíndrica ortogonal. Constituye una representación visual de un objeto tridimensional en dos dimensiones, en la que los tres ejes ortogonales principales, al proyectarse, forman ángulos de 120° , y las dimensiones paralelas a dichos ejes se miden en una misma escala. El término isométrico proviene del idioma griego: "igual al tiempo", y al castellano "igual medida" ya que la escala de medición es la misma en los tres ejes principales (x, y, z). La isometría es una de las formas de proyección utilizadas en dibujo técnico que tiene la ventaja de permitir la representación a escala, y la desventaja de no reflejar la disminución aparente de tamaño -proporcional a la distancia- que percibe el ojo humano.

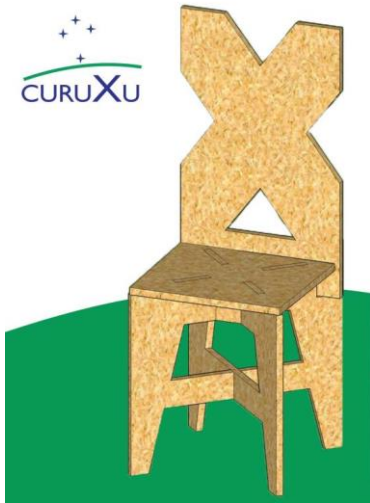
Educación, diseño e innovación en Latinoamérica

5) Maqueta: realizada en escala 1:10 en madera MDF⁴⁰.



⁴⁰ MDF (sigla en inglés de Medium Density Fibreboard), tablero de densidad media.

6) La simulación computarizada renderizada 3D (SketchUp):



7) El prototipeado rápido (impresora 3D): lo que aquí vamos a hacer es ver como pasar de ese software computacional o modelado digital o Computer-Aided Design (CAD-SketchUp) al modelado por deposición fundida o Fused-Deposition-Modeling (FDM)⁴¹ que utiliza una técnica aditiva, depositando el material en capas, para conformar la pieza. Un filamento plástico o metálico que inicialmente se almacena en rollos, es introducido en una boquilla. La boquilla se encuentra por encima de la temperatura de fusión del material y puede desplazarse en tres ejes controlada electrónicamente. La boquilla normalmente la mueven motores a pasos o servomotores. La pieza es construida con finos hilos del material que solidifican inmediatamente

⁴¹ El término en inglés, Fused Deposition Modeling, y sus siglas, FDM, son marcas registradas de Stratasys Inc. El término equivalente, fused filament fabrication (fabricación con filamento fundido) y sus siglas FFF, fueron acuñados por la comunidad de miembros del proyecto RepRap para disponer de una terminología que pudieran utilizar legalmente sin limitaciones.

Educación, diseño e innovación en Latinoamérica

después de salir de la boquilla. Esta tecnología fue desarrollada por S. Scott Crump a finales de la década de 1980 y fue comercializada en 1990.

La impresora 3D trabaja con un compuesto químico llamado poliláctico (PLA o ácido poliláctico) es un polímero constituido por moléculas de ácido láctico, con propiedades semejantes a las del tereftalato de polietileno (PET) que se utiliza para hacer envases, pero que además es biodegradable. Se degrada fácilmente en agua y óxido de carbono. Es un termoplástico que se obtiene a partir de almidón de maíz (EE.UU.) o de yuca o mandioca (mayormente en Asia), o de caña de azúcar (resto del mundo).

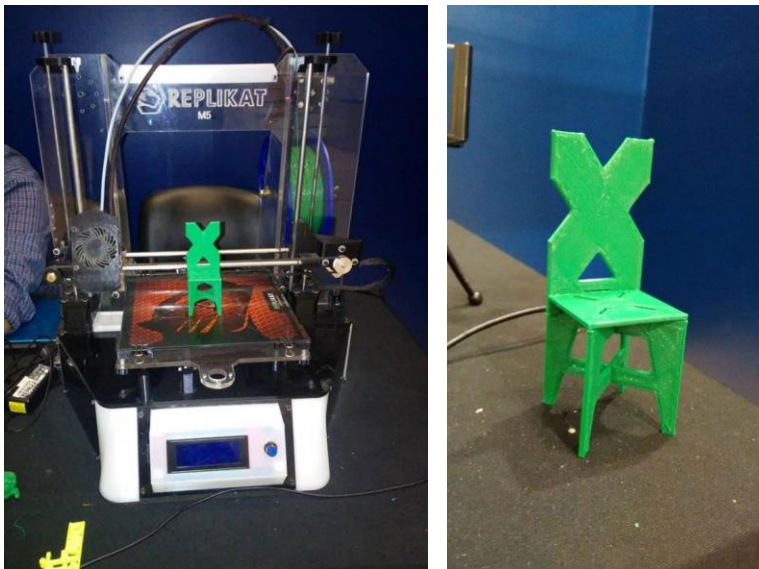


Imagen de la impresora 3D con prototipo en PLA.

Como palabras finales podemos decir que no hemos perdido de vista la evolución de la Revolución Industrial en sus cuatro fases (factor incidente sobre la tecnología industrial) y los espacios curriculares de Educación Tecnológica, Dibujo Técnico y otras áreas (Talleres de informática, etcétera) y sus características principales incidentes sobre los modelos pedagógicos. Lo que ha sido asociado a los modelo de Industria: 1.0, 2.0, 3.0 y 4.0

- Industria 1.0: caracterizado por la mecanización con el uso de la potencia hidráulica de la máquina de vapor (James Watt).
- Industria 2.0: caracterizado por la producción en masa en la línea de montaje (Henry Ford) y la electricidad (Edison-Tesla).
- Industria 3.0: caracterizado por la automatización, los sistemas electrónicos e informáticos (hardware y software computacional).
- Industria 4.0: caracterizado por los sistemas físico-cibernético, con la inteligencia artificial (IA) entre los principales y la mecatrónica (robots). Lo que incluye a: robots autónomos, internet de las cosas (en inglés, Internet of things, abreviado: IoT), fabricación aditiva (producción industrial por impresión 3D), computación en la nube (del inglés cloudcomputing), realidad aumentada (o realidad virtual), big data (macrodatos, datos masivos, inteligencia de datos o datos a gran escala), y ciberseguridad entre los principales conceptos que se están manejando actualmente.

Creemos firmemente haber implementado el concepto de Industria 3.0 y 4.0 en el desarrollo del producto o caso (ejercicio pedagógico). Habiendo superado algunas limitaciones pedagógicas (modelo fordista), con el software 3D (CAD-SketchUp) y gracias a la fabricación aditiva (impresión 3D) con creatividad disruptiva, inteligencia y transversalidad curricular. Habiendo así, simulando un modelo de Industria 3.0 y 4.0

Referencias bibliográficas

- Bonsiepe, G. (1982). *El diseño de la periferia*. Barcelona: Editorial G. Gilli.
- Dorfles, G. (1963). *El diseño industrial y su estética*. Barcelona: Labor.
- Hirst, P., y Zeitlin, J. (1991). «Especialización Flexible vs. Postfordismo: Teoría, Evidencia e Implicaciones Políticas». En *Papers de Seminario*, nº. 33 y 34, pp. 1-81. S/I: S/E.
- Hobsbawm, E. (1971). *Las revoluciones burguesas*. Madrid: Ediciones Guadarrama.
- Lajo Pérez, R. (1990). *Léxico de arte*. Madrid: Akal.

Educación, diseño e innovación en Latinoamérica

Salinas, F. (1992). *Historia del Diseño Industrial*. México: Editorial Trillas.

Referencias electrónicas

- Anderson, I. F. (2015). «Teoría y crítica del diseño de muebles». *Revista Arte e Investigación*, año 17 (11), pp. 20-26. La Plata: FBA. UNLP. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/51554/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Consejo General de Educación (2008). *Ley Provincial de Educación de Entre Ríos N° 9890*. Paraná: CGE [en línea]. Recuperado de http://www.cmariagualeguaychu.edu.ar/adjunto/resolucion_9890_ley_provincial_de_educacion.pdf
- Consejo General de Educación (2005). *Ley Provincial N° 9673 de adhesión a la Ley de Educación Técnico Profesional*. Paraná: AMET [en línea]. Recuperado de <https://e67tabare.files.wordpress.com/2011/11/ley-9673.pdf>
- Consejo General de Educación (2008). *Lineamiento Preliminares para el diseño curricular de la modalidad. Educación Técnico Profesional. Resolución N° 609/09. Ref. DETP 2008*. Paraná: CGE [en línea]. Recuperado de <https://e67tabare.files.wordpress.com/2011/11/resolucion-0609-11-cge-lineamientos-etp.pdf>
- Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (s/f). *Manual de normas de aplicación para dibujo técnico*. Edición XXVII. Buenos Aires: IRAM [en línea]. Recuperado de http://industrial.frba.utn.edu.ar/MATERIAS/estudio_trabajo/archivos/normas_iram.pdf
- Ministerio de Educación de la Nación (2006). *Ley de Educación Nacional N° 26206*. Buenos Aires: CFE [en línea]. Recuperado de http://www.me.gov.ar/doc_pdf/ley_de_educ_nac.pdf
- Ministerio de Educación de la Nación (2005). *Ley de Educación Técnico Profesional N° 26.058*. Buenos Aires: INET [en línea]. Recuperado de <http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/10/ley-26058.pdf>

Piaget, (1964). *Seis estudios de psicología*. Barcelona: Editorial Labor[en línea].
Recuperado de http://dinterrondonia2010.pbworks.com/f/Jean_Piaget_-_Seis_estudios_de_Psicologia.pdf