



Enseñanza de tecnología de gráficos digitales. Aportes al desarrollo de una didáctica especial para el nivel universitario

Balmaceda, María Isabel; Díaz Reinos, Verónica; Villar, Ana Lorena

Universidad Nacional de San Juan (Argentina)

Fecha de recepción: 22/Nov/16

Fecha de aceptación: 10/Feb/2017

Resumen: Este trabajo es parte de una investigación acción educativa aprobada con financiamiento y realizada durante el período 2013-2015 en una Universidad Nacional de la República Argentina. La investigación se llevó a cabo en el marco una asignatura de primer año del currículo obligatorio de una carrera de Diseño Gráfico cuyo objeto de estudio es la “tecnología de gráficos en computadora”, entendida como un campo en el que se intersecan la tecnología computacional y el diseño gráfico. El objetivo de la investigación fue contribuir al desarrollo de una didáctica que facilitara a los estudiantes la construcción de conocimiento sobre las variables que intervienen en la codificación del color en los gráficos digitales. Ello con el fin de promover en los alumnos un manejo consciente de las mismas que allanara la elaboración de respuestas a problemas propios de la disciplina del Diseño Gráfico que involucran el color en los gráficos digitales. El diseño de investigación incluyó diferentes etapas y el trabajo con dos casos de estudio. A partir de la inmersión en la realidad se elaboró un primer diagnóstico y se construyó el problema. Como respuesta al mismo se fundamentaron estrategias y se produjeron materiales de enseñanza y de estudio en soporte físico y digital, coherentes con los posicionamientos antropológicos y teleológicos frente a la educación universitaria, en los que se sustenta la asignatura. La evaluación del proceso de intervención se realizó por comparación con la situación inicial y evidenció una mejora en los logros alcanzados por los estudiantes a corto y largo plazo. Todo ello validó las estrategias y los materiales construidos como aportes a una didáctica especial, aplicable al contexto en el que se desarrolló la investigación. No obstante la profundización de la comprensión



del problema dejó abiertas nuevas líneas a investigar.

Palabras clave: Palabras clave: didáctica especial - tecnología de gráficos en computadora – materiales de enseñanza – estrategias

Abstract: **Teaching digital graphics technology. A contribution to the development of appropriate instructional methods for university education**

This work is part of a long-range educational research project, that was approved and funded by a National University in Argentina, and was carried out during the period 2013-2015. The research was developed in the context of a course (belonging to first-year curriculum of a Graphic Design career) whose object of study is “computer graphics technology”, a sub-field of computer technology and graphic design. The research purpose was to make a contribution to the development of teaching methods that could make easier for students to build knowledge about the variables involved in digital graphics coding of color. The goal was to promote conscious handling of those variables in order to allow students to find answers to disciplinary problems that involve color in digital graphics. Methodology included different stages and the work with two cases of study. The first step was to make a diagnosis and to build the research problem. Then, teaching strategies of response were developed and educational materials in physical and digital support were produced. Both, strategies and materials were consistent with professors’ anthropological and teleological positions in relation to university education. In order to allow analysis and evaluation of the results, the process of intervention in reality was entirely documented. The evaluation was performed by comparison between the initial and final situations. It showed an improvement of the achievements reached by the students in the short and long term. The results validated (for the context where the research was developed) strategies and materials as contributions to appropriate instructional methods for university education. However a deeper understanding of the problem opened new lines of research.

Keywords: Educational methods Digital graphics technology instructional materials teaching strategies

1. Introducción

Este trabajo es parte de un Proyecto de investigación acción educativa aprobado con financiamiento y realizado durante el período 2013-2014 en una Universidad Nacional



de la República Argentina. La asignatura en el marco de la cual se llevó a cabo esta investigación forma parte del currículo obligatorio del primer año de una carrera universitaria de Diseño Gráfico. Su objeto de estudio son los aspectos tecnológicos de la gráfica digital o “tecnología de gráficos en computadora”. Se trata de un campo subsumido en el de la tecnología computacional e intersecado con el del diseño gráfico que abarca:

... el conjunto de conocimientos, procesos y técnicas que permiten hacer que un gráfico digital (imagen o texto) se muestre de cierta manera en una pantalla emisora o receptora de luz, o bien pueda ser impreso a partir de algún tipo de pigmento, en un determinado soporte, cumpliendo con condiciones preestablecidas (Balmaceda, Mas, Díaz, Pringles & Azeglio, 2013, p.308).

El abordaje curricular de esta asignatura busca promover la construcción de conocimiento que facilite el análisis de la lógica que subyace al manejo los programas de edición de gráficos. Es decir, apunta a la comprensión conceptual de la Informática y no solo a la capacitación en el manejo de software y hardware. Esto porque se considera que “... transformar la experiencia educativa en puro adiestramiento técnico es despreciar lo que hay de fundamentalmente humano en el ejercicio educativo: su carácter formador” (Freire, 1996:16). Se entiende que la sola capacitación en el manejo de programas restringe el desarrollo cognitivo de los sujetos porque los posiciona en un rol de operadores “bobos”, priorizando lo memorístico por sobre el razonamiento. Al mismo tiempo genera un alto grado de dependencia tecnológica porque induce a utilizar determinadas herramientas (programas) y no otras, contribuyendo así a promover el consumo acrítico de tecnología. Es por eso que, en esta asignatura, el desarrollo de habilidades procedimentales en el manejo software y hardware no constituye un fin en sí mismo, sino una consecuencia de la comprensión conceptual de la Informática. Esta última permite que los estudiantes, sabiendo el resultado que quieren alcanzar, puedan plantear correctamente un problema en relación con su práctica disciplinar y seleccionar el o los programas y el hardware más adecuados (desde todo punto de vista) para darle respuesta.



Los fines de esta formación son coherentes con un posicionamiento crítico frente a la tecnología (Giuliano, 2008). Este posicionamiento supone entender la tecnología como un producto cultural que no es aséptico ni libre de valores, lo que trae como consecuencia que su desarrollo puede y debe ser controlado por los ciudadanos desde la participación democrática. Es por eso que, desde la educación universitaria, se busca contribuir a la construcción de conocimiento que facilite valorar los desarrollos tecnológico-computacionales desde una mirada crítica y no, su aceptación resignada. Desde el posicionamiento antropológico que se asume, se intenta aportar a una formación integral de un diseñador gráfico como profesional y como persona libre, responsable de sus actos y comprometida con la convivencia democrática.

En este marco, la problemática que trata este trabajo, se relaciona con la enseñanza de la tecnología del color en los gráficos digitales y con las posibilidades de construcción de conocimiento científico de nuestros alumnos. Es importante acotar que para los diseñadores gráficos éste es un tema relevante porque, en la mayor parte de los trabajos de diseño gráfico, el color desempeña no solo un rol estético, sino también funcional y simbólico. Por tal razón es importante asegurar la coherencia del color en las diferentes instancias de producción de las piezas de diseño, producción que en la actualidad está siempre mediada en mayor o menor medida por la tecnología computacional.

Para abordar la enseñanza es necesario acceder (desde algún software editor de imágenes) a la manipulación de las variables que intervienen en la codificación de la información de color en los gráficos de mapa de bits. En los programas de edición de gráficos tales variables se pueden manejar a partir de la elección de lo que en la jerga computacional se denomina *modo de color*. El *modo de color* y la inclusión, o no, de transparencia en un archivo determinan lo que se conoce como *profundidad en bits* con que se almacena el mismo (la cantidad de bits que se destinan para guardar información de color de cada píxel de un gráfico). A la inversa, la *profundidad en bits* con que se guarde un archivo condiciona el *modo de color* posible y el número máximo de colores que pueden asignarse a los píxeles del mismo y es directamente proporcional al *peso* del archivo (el espacio que ocupa en la memoria de la computadora). Es así que un cierto gráfico almacenado con una *profundidad en bits* inadecuada puede perder nitidez y verse con aureolas una vez impreso, o bien puede



verse nítido en el monitor, pero ocupar un espacio mucho mayor en la memoria de la computadora, de lo que podría emplear con menor *profundidad en bits* e idéntica nitidez.

En lo referente a la relación de nuestros alumnos con la problemática del color en los gráficos digitales, detectamos que año a año, en cursos sucesivos, se reiteraba una situación generalizada de nociones equívocas o reduccionistas, sumadas a serias dificultades en aplicación del conocimiento. Ante esta situación, y con el propósito de profundizar la comprensión del problema educativo, el equipo docente elaboró un proyecto de investigación educativa, entendida ésta como un tipo particular de investigación acción en la que, a partir de un diagnóstico, se interviene en la realidad, se evalúa el resultado y se diseñan nuevas intervenciones en un proceso iterativo (Elliot,2000). Se propuso como objetivo de la investigación acción, encontrar formas de ofrecer mejores posibilidades a los estudiantes para la construcción de conocimiento científico sobre tecnología del color en los gráficos digitales. En otras palabras, contribuir al desarrollo de una didáctica de la tecnología del color de los gráficos en la computadora. Entendiendo a la didáctica como “la teoría acerca de las prácticas de la enseñanza significadas en los contextos sociohistóricos en que se inscriben (Litwin, 1996, p. 94).

Según Gastón Bachelard (1948) el conocimiento científico es aquél que se construye superando las barreras que presenta el sentido común en el acto de conocer. Porque cuando un estudiante se dispone a conocer y accede a los datos, puede establecer con ellos una relación desde dos planos diferentes: el plano de la realidad cotidiana (en el que las nociones están pobremente conectadas y los juicios están basados en los sentidos) y el plano científico (que corresponde al del conocimiento fundado). La relación entre ambos planos es contrapuesta. Es por eso que en el proceso de formación de conocimiento científico aparecen lo que este autor denominó obstáculos epistemológicos, que no son otra cosa que nociones pobremente conectadas o del sentido común que, presentes en el interior del sujeto cognoscente, pueden obstruir el proceso de conocer. En consecuencia en el proceso de construcción de conocimiento científico “...siempre se conoce en contra de un conocimiento anterior”(Bachelard, 1948, p.15).



2. Metodología

La metodología facilitó examinar la realidad compleja de las prácticas de enseñanza en su contexto natural y tomar en cuenta las perspectivas de los actores, docentes y alumnos de la institución. El encuadre fue cualitativo de carácter descriptivo e interpretativo y coherente con la perspectiva deliberativa de la investigación acción (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio, 2014). Es decir, consecuente con lo que Elliot (2000) denomina investigación educativa. Se trabajó con dos casos, uno de ellos permitió elaborar un diagnóstico y el otro, implementar y evaluar una innovación en las prácticas docentes. El diseño de la investigación incluyó varias etapas. La primera fue el análisis de las propias prácticas docentes, los materiales de estudio y la dinámica del aula durante la implementación del tema en el curso 2013 de la asignatura en el marco de la cual se desarrolló la investigación. La siguiente, la elaboración de un diagnóstico y la construcción de un problema. A continuación, se propusieron respuestas al mismo, líneas de acción, que se implementaron con los alumnos del curso 2014. Finalmente, la intervención fue evaluada para realizar un nuevo diagnóstico y así definir nuevas líneas de acción. Las técnicas de recolección de datos fueron la observación participante y no participante, los cuestionarios y ejercicios, el registro fotográfico y las bitácoras de clase.

3. Desarrollo de la investigación

3.1 Etapa 1: Situación inicial y diagnóstico

2.1.1 ¿Cómo transcurría el proceso de enseñanza?

Se consideró como situación inicial la relevada a mediados del curso 2013, en la asignatura en el marco de la cual se ha realizado la investigación. Se trabajó con el total de la población, en este caso, 62 jóvenes de ambos sexos con edades comprendidas entre los 18 y los 25 años, una media de 20,3 y una moda de 19 años. Entre ellos, el porcentaje de re-cursantes (alumnos que quedaron libres, perdieron la posibilidad de aprobar, en un curso anterior y decidieron cursar nuevamente) fue



cercano al 8% del total. El equipo docente estuvo conformado por un profesor titular, tres jefes de trabajos prácticos y un ayudante alumno (todos parte de la investigación).

La metodología de la Cátedra para abordar el tema del color en los archivos gráficos, consistió en el dictado de una clase expositiva a cargo del profesor titular, en un aula y con apoyo de una presentación digital en la que se desarrollaron los conceptos de *modo de color* y *profundidad en bits*, incluyendo múltiples ejemplos. Como material de estudio se recomendaron los libros existentes en la biblioteca y algunos documentos seleccionados por la Cátedra y reunidos en una compilación, puesta a disposición de los alumnos, en formato digital, a través del Blog de la asignatura.

Luego se planteó, un trabajo práctico que incluyó una etapa áulica y una extra áulica. Con este trabajo se pretendía promover procesos de abstracción que facilitarían la construcción de hipótesis que pudieran ser puestas a prueba y corroboradas o refutadas a partir del uso de las computadoras y los programas. Es decir, se trató de un trabajo que pretendía estimular el desarrollo de habilidades complejas ya que implicaba analizar, comparar, abstraer y generalizar. En la etapa áulica los alumnos debían trabajar en el Gabinete de Computación de la institución, en equipos de dos o tres integrantes por computadora, con la asistencia de los docentes para guiarlos y atender sus consultas. Los estudiantes empleaban el programa editor de gráficos de mapa de bits instalado en las computadoras del Gabinete de la institución (Adobe PhotoShop en español). La tarea a desarrollar consistía en manipular variables, dejando una constante, de manera de corroborar cuáles y cómo intervenían en el peso del archivo. Como parte de la metodología habitual del equipo docente, se promovió el intercambio entre equipos y la socialización y discusión de los resultados. Porque se considera que el desarrollo cognoscitivo de un sujeto no se deriva exclusivamente de lo natural, sino de la interrelación entre lo social-cultural y lo físico. En otras palabras, el desarrollo cognoscitivo de los sujetos, como fenómeno psicológico, está mediado por los sistemas sociales, la construcción social de instrumentos y su apropiación (Baquero, 1997). En consecuencia, es en la interacción social donde el sujeto se apropia de lo que el otro sabe, esto implica la necesidad de la práctica social para que lo cultural se vuelva propio (Vigotsky en Castorina & Baquero, 2005).

La etapa extra-áulica demandaba que los estudiantes, trabajando en equipos de dos o tres integrantes respondieran a un cuestionario y resolvieran problemas en los que



debían hacer jugar la *profundidad en bits*, el tamaño expresado en pixeles y el formato gráfico de un grupo de archivos para deducir una escala de *pesos*. En todos los casos las respuestas debían ser fundamentadas desde la teoría.

Usando la técnica de bitácora de la clase (observación no participante) y el registro fotográfico se recolectaron datos sobre la dinámica de la clase expositiva implementada. El análisis de los registros corroboró la percepción de los docentes acerca de que los alumnos privilegiaban fotografiar con sus celulares las diapositivas de la presentación de la clase a tomar apuntes y que la atención, en general, era bastante dispersa.

Mediante la técnica de observación participante, se registró el proceso de la etapa áulica del trabajo. Se tomaron fotografías y cada docente contó con una tabla con categorías previamente acordadas, en la que debía volcar sus observaciones de la evolución y los logros de cada equipo de alumnos. Tanto los registros escritos como las fotografías fueron analizados y discutidos por el equipo de investigadores. Luego se examinaron las producciones correspondientes a la etapa extra-áulica, que fueron entregadas por escrito una semana después de la práctica en clase. Estos análisis develaron que si bien, cuando se hizo la implementación teórica durante la clase expositiva, la mayoría de los estudiantes afirmaba comprender las explicaciones desarrolladas, muy pocos de ellos realmente habían captado las relaciones de interdependencia entre los conceptos. La mayoría de los estudiantes permanecía en un nivel superficial más cercano al de los juicios del sentido común.

Por otra parte, como venía ocurriendo año tras año, también se evidenciaron errores conceptuales y/o preconceptos que parecían obrar como obstáculos epistemológicos, (Bachelard, 1948) tales como: a) La *profundidad en bits* es la cantidad de colores de un archivo, b) A mayor *profundidad en bits*, más colores contiene el archivo, c) El *peso* de un archivo depende de la cantidad de colores que contiene el mismo. Éstos se hicieron particularmente explícitos en los planteos incorrectos de los problemas y las fundamentaciones de las respuestas.

La evaluación de ambas etapas mostró que un 14,4% de los estudiantes no logró alcanzar los objetivos perseguidos con el trabajo práctico, un 43,5% logró alcanzar básicamente los objetivos y solo un 41,9% los alcanzó satisfactoriamente.



Además, al comenzar el cuatrimestre siguiente a aquel en que se abordó la problemática del color en los archivos de mapa de bits y con el objeto de corroborar el grado de internalización de conocimiento construido por los alumnos, se aplicó un cuestionario a una muestra de los estudiantes del curso 2013. La muestra (intencional no probabilística) estuvo conformada por los estudiantes que a esa fecha habían aprobado la asignatura, ya sea por promoción o por examen final (N=24 alumnos). En este cuestionario, una de las preguntas decía: “*Suponga que debe explicarle a un compañero que ingresa a la carrera, el concepto de profundidad en bits. Le pedimos que ensaye una explicación posible empleando sus palabras. Puede ayudarse con un gráfico.*” A través del análisis de la explicación que escribió cada estudiante se evaluó la conceptualización de la noción de *profundidad en bits* con tres categorías: correcta, incompleta e incorrecta. Por ejemplo se consideró correcta una explicación como la siguiente: “La *profundidad en bits* es la cantidad de bits que se emplean para guardar información de color y opacidad de cada uno de los píxeles que conforman un gráfico de mapa de bits”. Se consideró incompleta una explicación como la siguiente, que sin ser incorrecta, es demasiado escueta: “La *profundidad en bits* es la cantidad de bits destinados para almacenar información de color”. En este caso la explicación es insuficiente ya que sin ser errónea, omite que es la cantidad de bits por pixel, que la información que se guarda es de color y opacidad y que este concepto tiene relación con los gráficos de tipo *pixelar*. Se consideraron incorrectas respuestas del tipo “es la cantidad de colores que tiene el archivo” o “es la cantidad de colores que se guardan en cada bit del archivo” y otras. Se encontró que el 25% de los estudiantes no pudo explicar el concepto de *profundidad en bits* y el 42% de ellos lo explicó de manera incorrecta. En tanto las explicaciones calificadas como incompletas correspondieron al 17%. Finalmente las explicaciones correctas constituyeron solo el 17%.

2.1.2 ¿Qué ocurría con el contexto del proceso de enseñanza?

Rastreando el posible origen de los preconceptos que tan fuertemente se arraigaban en los estudiantes, identificamos que algunos de los libros existentes en la Biblioteca de la institución (e incluidos en la bibliografía general de la asignatura) que abordan la problemática del color en los gráficos digitales (de por sí escasos y todos originalmente escritos en alemán o inglés) contenían sutiles errores, probablemente derivados de traducciones deficientes. Estos errores hacían ambiguos o prácticamente



ininteligibles conceptos como el de *profundidad en bits*, dando pie a múltiples interpretaciones. Sumado a ello detectamos que, aun cuando desde la Cátedra se sugería la bibliografía ampliatoria en soporte digital, en general, los estudiantes preferían consultar otras fuentes. En la mayoría de los casos se trataba de páginas Web que, por presentar un carácter divulgativo o lo mismo que los libros, por ser en muchos casos derivadas de traducciones defectuosas de otro idioma, contenían información ambigua o con errores conceptuales graves. En síntesis, los libros disponibles en la Biblioteca no constituían una fuente fiable de información y los estudiantes evidenciaban una preferencia por bibliografías en soporte digital poco rigurosas y diferentes a las sugeridas por los docentes.

Por otra parte, llevamos adelante un análisis detallado de la interfaz del software instalado en el Gabinete de Computación y de otros equivalentes, usualmente empleados por los estudiantes fuera de la institución. Identificamos terminologías ambiguas en las interfaces de cada software e incoherencias entre ellos. Detectamos que idénticos términos en distintos programas se empleaban para designar cosas diferentes.

3.2. Etapa 2: Construcción del problema de investigación

A la luz de estos resultados y habiendo identificado factores inherentes a los estudiantes, a los docentes y al contexto en el que tiene lugar el acto educativo, que podrían estar obrando en la configuración de la realidad, interpretamos que: a) nuestras explicaciones sobre la problemática de la informatización del color no resultarían comprensibles para la mayoría de los alumnos y/o resultarían insuficientes para poner en crisis conceptos del sentido común; b) la bibliografía a la que tenían acceso los estudiantes no estaría cumpliendo con el rol esperado de contribuir a complementar, profundizar y reforzar los posibles saberes construidos en las clases teóricas y prácticas y c) la presencia de inconsistencias (Nielsen, 1995) en las interfaces de los programas podría estar facilitando múltiples interpretaciones.

Es decir que el problema educativo no se reducía a estimular la construcción de nuevo conocimiento sino que involucraba también la necesidad de promover la



reconstrucción de saberes previos, de contrarrestar la influencia de la bibliografía no rigurosa o equívoca y de clarificar las ambigüedades de las interfaces de los programas.

3.3. Etapa 3: Ideación de la respuesta al problema

Como respuesta al problema complejo configurado y partiendo de la premisa que “...enseñar no es transferir conocimiento sino crear las posibilidades de su producción o su construcción” (Freire, 1996, p.10), se decidió:

3.3.1 Elaborar materiales de enseñanza y de estudio *ad hoc* que mejoraran la dinámica de las clases expositivas y suplieran las carencias bibliográficas. El propósito de los materiales fue que funcionaran como andamiajes conceptuales (Bruner,1986) facilitando la interacción comunicativa entre profesores y estudiantes. Se tuvo en cuenta que cuando se realiza el diseño de un material, por una parte se está decidiendo el contenido que se ofrece y por otra, “... la promoción de una cierta manera de interactuar con la información, un modelo que afecta la forma en que la gente interactúa con otros mensajes, con cosas y con otra gente” (Frascara, 1999, pág.81). En este sentido se consideró que los materiales multimedia ofrecían al menos las siguientes ventajas respecto a materiales en soporte físico: a) Podían resultar atractivos para los estudiantes: b)nos permitían emplear color sin los costos adicionales que esto trae aparejado cuando se opta por materiales impresos; c) podían distribuirse sin costo alguno para todos los estudiantes (a sabiendas, mediante una encuesta previa, que todos ellos disponían de una computadora donde trabajar fuera de la facultad) y que el Gabinete de Computación de la Institución contaban con equipos suficientes y disponibles para las clases y d) finalmente, lo más importante, nos facilitaban planificar instancias para promover un tipo de interacción internalizada, es decir relacionada con el ascenso en niveles de abstracción. Porque se entiende que la interacción manifiesta, aquella relacionada con los *clicks* del ratón no garantiza nada en relación con la calidad didáctica de un material. En cambio, la inclusión de instancias que faciliten que la información pueda ser interpretada y relacionada con la estructura conceptual preexistente en el sujeto, sí puede favorecer la construcción de



conocimiento. Por eso la primera premisa en el diseño de los materiales fue prever secuencias que generaran interrogantes sucesivos y escalonados en su nivel de abstracción para evitar así el verbalismo (Benbenaste, 1999), es decir la respuesta anticipada antes de que en el estudiante surgiera el sentido de problema.

Mediante un proceso de diseño de información (Bonsiepe, 1993) y teniendo en cuenta la premisa planteada, se idearon y produjeron infografías animadas simulando un gráfico formado por cuatro píxeles, guardado en los *modos de color*: RGB con y sin transparencia, CMYK, Indexado, Escala de Grises y Mapa de Bits, alternativamente. En total seis infografías diferentes, en las que cada uno de los píxeles del gráfico simulado tenía un color distinto. Estas infografías permitían mostrar que, para cada *modo de color*, el color de cada píxel tendría su codificación coherente. Así por ejemplo en la infografía correspondiente al Modo RGB, para el píxel que se coloreó naranja, se podía ver, en un selector de colores, el código RGB correspondiente, en este caso [255 - 101 - 1] y su correlato en la intensidad de las componentes roja, verde y azul. Además se incluyó el número binario equivalente a cada número decimal de la codificación RGB, mostrando los ceros y unos en celdas que remitían metafóricamente al almacenamiento en la memoria de la computadora. De este modo al picar con el ratón sobre ese píxel color naranja, pueden verse simultáneamente los números del código RGB y los números binarios que se almacenan en la computadora. (Figura 01).



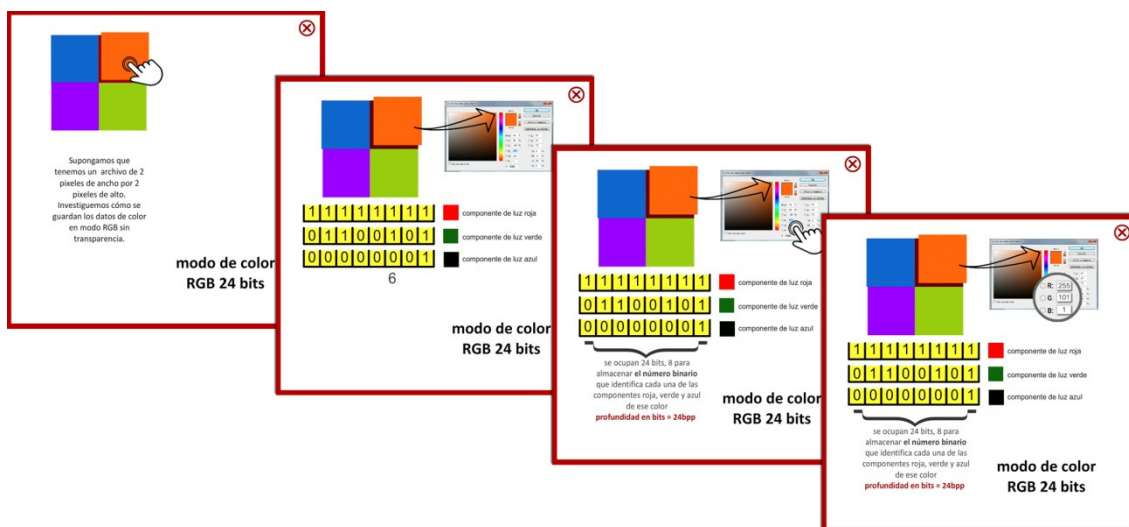


Figura 01: sucesión de cuadros de la animación interactiva correspondiente al modo RGB de 24 bits por píxel.

En síntesis, mediante este recurso, se intentó hacer gráfico (es decir hacer más fácilmente comprensible) un proceso que a los ojos del usuario de computadora siempre es opaco. Se pretendió así dar sentido al concepto de *profundidad en bits*, haciéndola aparecer como la consecuencia de la necesidad de almacenar números binarios en la memoria de la computadora y dependiente del *modo de color*.

Las seis infografías animadas fueron reunidas en una única obra multimedia. Su interfaz se diseñó con un menú acceso desde cada *modo de color*. Sumado a ello, se añadió un texto explicativo del concepto de *profundidad en bits*. (Figura 02).

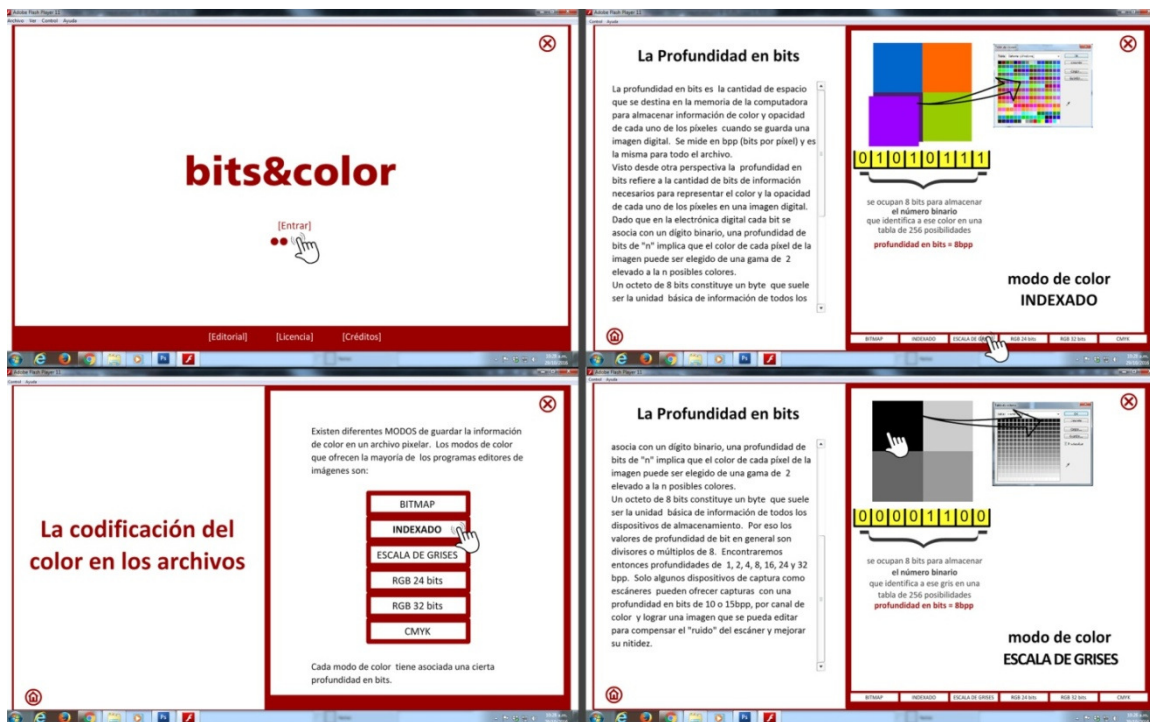


Figura 02: Capturas de pantalla de la obra multimedia

El recurso de la animación (no automática sino mediada por un *click* del ratón) se empleó para establecer una distancia entre la pregunta o la duda y la respuesta, como medio para promover en los estudiantes la construcción de hipótesis y contribuir así, tal como se había pautado, a evitar el verbalismo. Asimismo, en el diseño del sistema de navegación, las premisas fueron la claridad y la simplicidad para minimizar cualquier tipo de “ruido” que pudiera entorpecer el proceso de conocer.

3.3.2 Modificar las prácticas de enseñanza de modo que tendieran a mejorar la comunicación con los estudiantes y favorecieran un rol más activo por su parte.

Nos propusimos explotar la gran sensibilidad de nuestros alumnos a la información visual, a la vez que intervenir en la dinámica de las clases, incrementando las instancias productivas (productividad ligada a la puesta en juego de su capacidad de razonar, no a la eficiencia (Benbenaste, 1999). Con estos fines, diseñamos una experiencia en la que los estudiantes debieran evaluar la asociación entre un determinado referente y una infografía destinada a comunicar información (similar a

las experiencias de evaluación de símbolos gráficos que regula la norma ISO 9186-3: 2014). Para ello y luego de una búsqueda no exhaustiva en páginas web (en inglés y en español) así como en los libros disponibles en la Biblioteca de la facultad, se identificaron cerca de 20 infografías y/o gráficos diferentes utilizados para representar el concepto de *profundidad en bits*. Las metáforas usadas en estas piezas se analizaron en relación con el tipo de compromiso conceptual y epistemológico involucrado (Palma, 2008) y su potencial para contribuir a la construcción y articulación de conocimiento riguroso. Este análisis funcionó como antecedente para la elaboración de tres variantes originales de infografías, basadas en la misma metáfora pero diferentes entre sí, para presentar el concepto de *profundidad en bits*. Con las tres infografías se conformó un formulario impreso para ser entregado a los estudiantes. Partiendo de que todas ellas podían ser igual de válidas, se les solicitaba que, según su parecer, estimaran a partir de cada una, qué proporción de sus compañeros podría entender el concepto de *profundidad en bits*. Para hacer la estimación, el formulario incluía una escala de cuatro posibilidades junto a cada infografía (todos, muchos, solo algunos y ninguno). (Figura 03)

Las infografías que ves en esta página fueron diseñadas para comunicar el siguiente concepto.

Profundidad de Bits es la cantidad de bits que se destinan para almacenar información de color y opacidad de cada píxel

Para evaluar su eficacia, a continuación, te pedimos que nos digas qué porcentaje de tus compañeros creés que entendería el REFERENTE.

Archivos con profundidad de bits 8 bpp^m (bits por píxel)

1

8 bits representados como celdas donde se guardan los dígitos de un número binario

número que corresponde al color

pixel analizado

Lo entenderían:

- casi todos (más del 80%)
- muchos (entre 50% y el 80%)
- pocos (entre 30% y el 50%)
- casi nadie (menos del 30%)

2

8 bits representados como celdas donde se guardan los dígitos de un número binario

número que corresponde al color

Lo entenderían:

- casi todos (más del 80%)
- muchos (entre 50% y el 80%)
- pocos (entre 30% y el 50%)
- casi nadie (menos del 30%)

3

8 bits representados como celdas donde se guarda la información que traduce un número binario

número que determina el color

Lo entenderían:

- casi todos (más del 80%)
- muchos (entre 50% y el 80%)
- pocos (entre 30% y el 50%)
- casi nadie (menos del 30%)

Figura 03: Formulario para la evaluación de infografías sobre profundidad en bits

3.3.3 Estimular el análisis crítico de las interfaces del programa empleado en clases y de los programas habitualmente empleados por los estudiantes.

El equipo docente propuso y ensayó una secuencia posible empleando el programa editor de gráficos instalado en las computadoras del Gabinete de Computación, previendo poner en evidencia algunas de las incoherencias identificadas. Es decir, se planificó una instancia desestructurante que favoreciera poner en crisis, lo habitualmente naturalizado.

3.4 Implementación de la respuesta y evaluación

La implementación se realizó en el curso 2014 de la misma asignatura. Los alumnos regulares en ese momento fueron 53 jóvenes de ambos sexos con edades comprendidas entre los 18 y los 26 años, una media de 20,5 y una moda de 19 años. Entre ellos, el porcentaje de re-cursantes (alumnos que quedaron libres, perdieron la posibilidad de aprobar en un curso anterior y decidieron cursar nuevamente) otra vez fue cercano al 8% del total. El equipo docente tuvo idéntica conformación que en el ciclo precedente. Cada una de las acciones fue registrada y evaluada.

A estos alumnos se les dictó una clase expositiva de similares características y contenido que la dictada en el ciclo 2013, pero en la que se incluyeron las infografías animadas elaboradas como recurso para hacer gráfico el tema. A continuación se les presentó la obra multimedia que reúne las infografías y se les hizo saber que estaba instalada en las computadoras del Gabinete de Computación en las que trabajaban y podía ser copiada en sus *pendrives*. Además se mostró la página del Blog de la asignatura desde donde podía ser descargado, si alguien prefería esta vía.

En la clase siguiente y antes de comenzar con el trabajo práctico, a cada estudiante se le entregó el formulario impreso en colores, con las tres infografías sobre el referente *profundidad en bits* y se les solicitó que valorasen en qué medida, cada una de ellas contribuiría a que otros estudiantes comprendieran el concepto. Cada alumno era libre



de consultar el material multimedia instalado en las computadoras y disponía de tiempo para ello. A través de una escala de cuatro grados, se les pidió que valoraran, cuál creían que podía ser más eficaz para que otros alumnos, que no sabían del tema, lo comprendieran. En otras palabras, se les demandó una evaluación desde un posicionamiento en un rol más próximo al de productores que al de receptores de información. Se les aclaró que en esta evaluación no existían respuestas correctas o incorrectas, sino que solo nos interesaban sus opiniones.

A continuación se desarrolló un trabajo práctico de similares características al del ciclo precedente (excepto porque la bibliografía incluía la multimedia elaborada por el equipo de investigación) y con la misma metodología de trabajo áulico y extra áulico.

Se aprovechó esta instancia para poner en práctica la experiencia desestructurante planificada. Se interrogó a la clase acerca de si encontraban coherente la forma de presentar los menús de la interfaz del programa que utilizaban. Esto generó un debate entre quienes apoyaban que el software “no podía” contener equívocos y quienes confiaban en la lógica del conocimiento construido. Instalado el interrogante, el equipo docente funcionó como moderador en la discusión.

Transcurrido un cuatrimestre, lo mismo que en el caso anterior, se aplicó una encuesta a una muestra (no probabilística) de los alumnos del curso 2014. De igual forma que en el ciclo precedente, estuvo conformada por los estudiantes que habían promocionado y/o rendido el examen final de la asignatura a esa fecha (N= 26).

Nuevamente, usando la técnica de bitácora de la clase (observación no participante) y el registro fotográfico se recolectaron datos sobre la dinámica de la clase expositiva implementada. El análisis de los registros develó que si bien estos alumnos también privilegiaban fotografiar con sus celulares las diapositivas de la presentación a tomar apuntes, mejoró notablemente la atención y como dato importante se formularon preguntas durante la clase. Estas preguntas develaron indicios de que además del problema de comunicación supuesto, existía otro vinculado con la carencia de una estructura conceptual relacionada con la física del color en la que se pudieran anclar las conceptualizaciones sobre tecnología digital del color.

La evaluación de las etapas áulica y extra-áulica del trabajo práctico mostró que si bien los conceptos del sentido común antes identificados, seguían apareciendo, eran



menos frecuentes. En consecuencia, el porcentaje de alumnos que alcanzó satisfactoriamente los objetivos se elevó al 60,4%; los que alcanzaron básicamente los objetivos constituyeron el 32,1% y el porcentaje que no alcanzó los objetivos se redujo a un 7,5%. Comparando los logros de los alumnos del curso 2014 con los del curso 2013, se observó que la evolución era positiva. En particular el porcentaje de alumnos reprobados se redujo casi en un 50% en tanto aumentó significativamente el porcentaje de alumnos que alcanzaron satisfactoriamente los objetivos (Gráfico 01 Tabla 01).

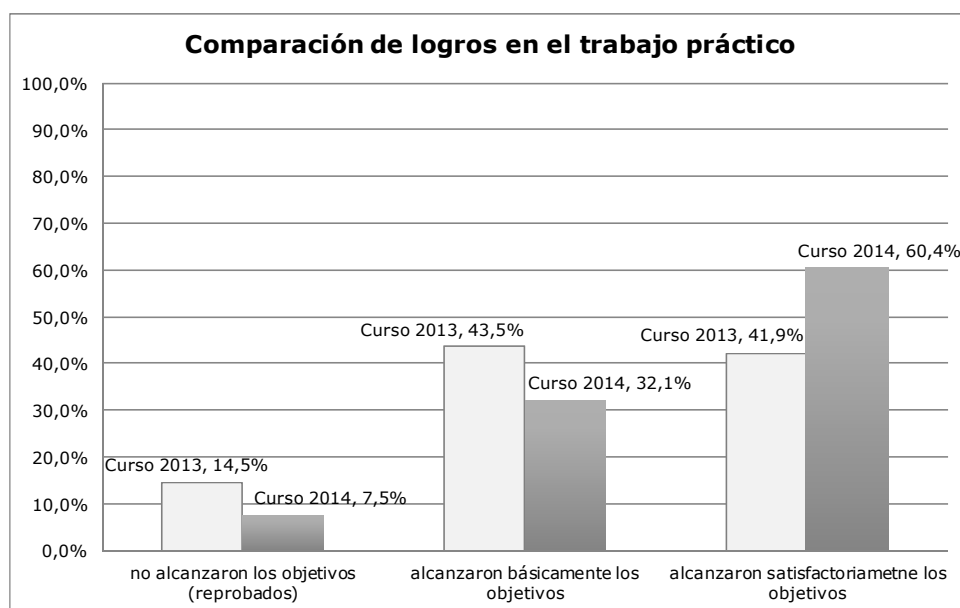


Gráfico 01: Comparación en porcentajes de los logros de los estudiantes en la situación inicial (Curso 2013) y en la final (Curso 2014)

Población	no alcanzaron los objetivos (reprobados)	alcanzaron básicamente los objetivos	alcanzaron satisfactoriamente los objetivos	Total
Curso 2013	9	27	26	62
Curso 2014	4	17	32	53

Tabla 01: Comparación de los logros de los estudiantes en la situación inicial (Curso 2013) y en la final (Curso 2014)

En lo relacionado con la mirada crítica sobre el software empleado, los alumnos llegaron a un acuerdo en algunos puntos tales como, a) que los programas son productos tecnológicos y por ende productos culturales; b) al igual que cualquier otro producto elaborado por seres humanos, los programas podían contener inconsistencias y aun errores; y c) que la puesta en duda como método sistemático, si bien requería de un esfuerzo extra, resultaba más “saludable” que la aceptación resignada.

Con respecto al cuestionario aplicado en el siguiente semestre se encontró, en primer término, que ningún alumno dejó de explicar el concepto de *profundidad en bits*. El porcentaje de explicaciones incorrectas se redujo al 23%, en tanto las explicaciones calificadas como incompletas ascendieron a 46%. Finalmente las explicaciones correctas alcanzaron el 31%, es decir, casi se duplicaron luego de la intervención. (Gráfico 2 y Tabla 2):



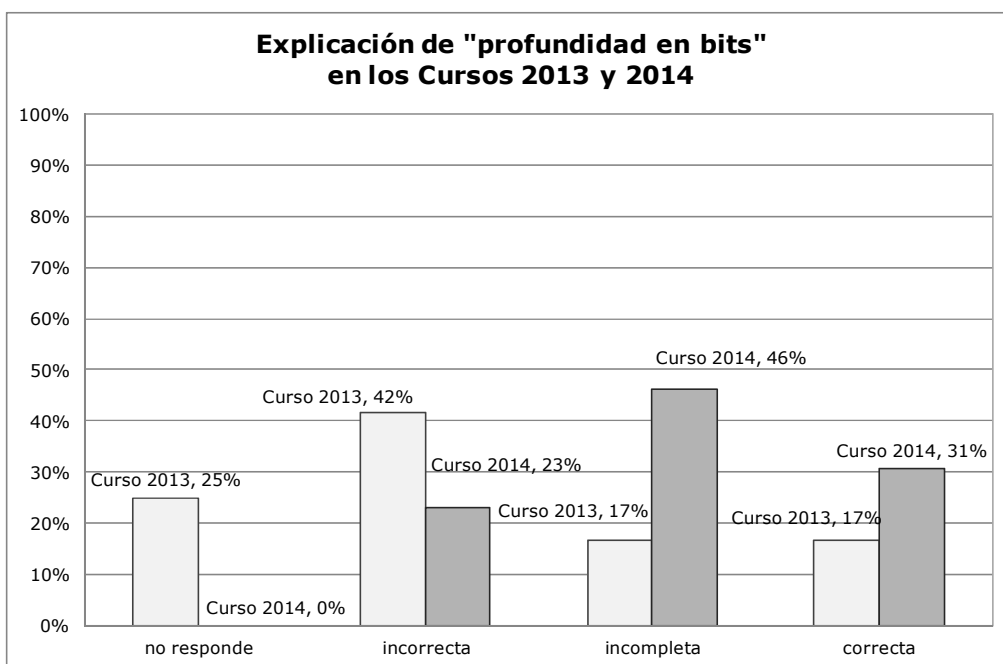


Gráfico 02: Comparación en porcentajes de las explicaciones de "profundidad en bits" en muestras de los alumnos del Curso 2013 y del Curso 2014

Población	Explicación de <i>profundidad en bits</i>				Total
	no responde	incorrecta	incompleta	correcta	
Curso 2013	6	10	4	4	24
Curso 2014	0	6	12	8	26

Tabla 02: Comparación de las explicaciones de profundidad en bits de muestras de los alumnos del Curso 2013 y del Curso 2014

Además de ello el 20% de los estudiantes del curso 2014 acompañó su explicación verbal con un gráfico que la complementaba. Algunos de estos gráficos fueron muy similares a los elaborados por los docentes, pero otros fueron absolutamente originales.



Conclusiones

Con este proceso de investigación educativa se intentó hacer un aporte a la construcción de una didáctica de la tecnología del color en los gráficos digitales, entendiendo que el objeto de conocimiento y de acción de toda didáctica es la enseñanza como proceso mediante el cual docentes y alumnos construyen conocimiento (Camilloni, 1994). En este camino se relevaron datos y se efectuaron análisis que permitieron evidenciar factores propios del equipo docente, de los estudiantes y del contexto en el que se desarrollan las prácticas docentes, que podían funcionar como obstáculos tanto para la enseñanza como para la construcción de conocimiento sobre la problemática en cuestión. La elaboración del problema implicó una toma de posición del equipo docente, no solo respecto a la formación universitaria de un diseñador gráfico, sino también a la forma en que se concibe la tecnología en general y la tecnología computacional en particular y el conocimiento acerca de ella. En este sentido y entendiendo que la didáctica se identifica con el posicionamiento metodológico frente a la educación, se propusieron estrategias y técnicas vigilando su coherencia con los posicionamientos teleológicos y antropológicos sustentados.

Se tiene claro que el proceso de enseñanza y el proceso por el cual los estudiantes construyen conocimiento tienen dependencia ontológica distinta, por lo que la existencia del primero no garantiza el segundo, aunque sí puede favorecerlo. En este marco la lectura de la evolución de los logros de los estudiantes en los casos estudiados, nos permite suponer que, si bien ellos no pueden ser atribuidos directamente a la enseñanza de los docentes, sí tienen relación con las condiciones propicias generadas a partir de la respuesta diseñada e implementada.

En concreto, consideramos que los materiales diseñados, aunque breves en la amplitud de sus contenidos, insertos en el marco de una estrategia pedagógica fueron funcionales a los objetivos planteados. Esto conlleva aceptar que la calidad de los materiales empleados en las aulas y las tareas que se organicen en torno a los mismos, tienen consecuencias directas en las posibilidades de los estudiantes para organizar el acceso al conocimiento.



Además los datos relevados pusieron al descubierto que la inclusión de instancias productivas para los estudiantes favoreció su involucramiento personal y emocional, y contribuyó a que se ubicaran en un rol más activo frente al conocimiento. Sustenta esta interpretación, que algunos estudiantes hayan propuesto sus propios gráficos para explicar el concepto de *profundidad en bits*. Este hecho también evidenció que, más que un *Wow effect* (Jenkins, 2007), existió un aprendizaje reflexivo y racional, es decir, un proceso de construcción de conocimiento. Esto corrobora que cuando las metáforas gráficas empleadas en los materiales se diseñan cuidando la coherencia con su referente y la rigurosidad epistemológica, pueden contribuir a la comprensión de conceptos, sin que sean necesariamente literalizadas o que funcionen solo como estímulos visuales distractores.

Hechas estas consideraciones, se juzga cumplido el objetivo de la investigación, en otras palabras, se considera haber realizado un aporte a una didáctica de la tecnología del color en los gráficos digitales, aplicable al contexto en el que se ha desarrollado esta tarea. Es decir que, por ser la respuesta a un problema social complejo y situado, no tiene pretensiones de generalizarse ni transferirse a otras realidades.

No obstante, entendemos que la utilidad del material multimedia elaborado a partir de la investigación excede el contexto original porque hoy constituye una fuente de consulta para todos los alumnos de la carrera (y aun para toda persona que, sin tener formación informática, necesita manipular el color en gráficos digitales) ya que se encuentra disponible para su descarga, sin costo alguno, con una licencia de tipo Creative Commons, desde el Blog de la asignatura.

Por otra parte, la investigación desarrollada dio lugar al surgimiento de nuevos interrogantes para el equipo docente. En particular, en relación con la sospecha de la carencia generalizada en los estudiantes de una estructura conceptual previa vinculada con la física del color, que podría encontrarse en la base de la tendencia de nuestros alumnos a reducir los conceptos a definiciones aisladas, obviando las relaciones de interdependencia entre ellos. Ante este desafío, se juzgó necesario abrir otra línea en la investigación que permitiera profundizar la comprensión de los factores que configuraban la situación identificada.



En consecuencia y finalmente, luego de la evaluación se elaboró un nuevo diagnóstico, se planificó una nueva intervención y se propuso la elaboración de otros materiales de enseñanza y de estudio. El proceso del desarrollo de tales materiales su implementación y evaluación, por razones de extensión, serán objeto de otra publicación.

Referencias bibliográficas

Balmaceda, M., Mas, A., Díaz, V., Pringles, A. & Azeglio, C. (2013) Cultura digital, cultura aumentada ¿conocimiento aumentado? En D. Rodríguez Barros.; M.E. Tosello & D Sperling,. *Didáctica proyectual y entornos postdigitales. Prácticas y reflexiones en escuelas latinoamericanas de Arquitectura y Diseño*. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata.

Bachelard, G. (1948). *La Formación del Espíritu Científico* (17.^a ed.). Méjico: Siglo XXI.

Baquero, R. (1997) *Vigostky y el aprendizaje escolar*. Buenos Aires: Aique

Bonsiepe, G. (1993) *Del objeto a la interfase*. Buenos Aires: Infinito

Bruner, J. (1986) *Realidad mental y mundos posibles*. Barcelona: Gedisa

Benbenaste, N. (1995) *Sujeto=Política x Tecnología/Mercado*. Buenos Aires: Oficina de Publicaciones del C.B.C. Univesidad de Buenos Aires.

Camilloni, A. (1996) “De herencias, deudas y legados. Una introducción a las corrientes actuales de la didáctica”. En A. Camilloni, (comp.) *Corrientes didácticas contemporáneas*. Buenos Aires: Paidós.

Castorina, J. A. & Baquero R. (2005) *Dialéctica y psicología del desarrollo. El pensamiento de Piaget y Vigotsky*. Buenos Aires: Amorrortu editores.

Elliot, J. (1990) *La investigación acción en educación*. (Edición 2000). Madrid: Morata

Frascara, J. (1999) *El poder de la imagen*. Buenos Aires: Infinito

Freire, P. (1996) *Pedagogía de la Autonomía*. (Edición 2004) Sao Paulo: Paz e Terra



Giuliano, G. (2008) Tecnología, desarrollo y democracia: hacia otra artificialidad posible. *Scientiæ Studia, São Paulo*, 6 (3), (2008) pp. 371-377.

ISO 9186-3:2014 - Graphical symbols -- Test methods -- Part 3: Method for testing symbol referent association. (s. f.). Recuperado 15 de noviembre de 2016, a partir de http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=59882

Jenkins, H. (2007). *The Wow Climax: Tracing the emotional impact of popular culture*. New York and London: New York University Press.

Litwin, E. (1996) El campo de la didáctica: la búsqueda de una nueva agenda. En A. Camilloni, (comp). *Corrientes didácticas contemporáneas*. Buenos Aires: Paidós

Nielsen, J.(1995) 10 Heuristics for User Interface Design: Recuperado en noviembre de 2016, a partir de <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>

Palma, H. (2008). *Metáforas y modelos científicos. El lenguaje en la enseñanza de la ciencia*. Buenos Aires: Libros del Zorzal.

