

## **Artefactos tecnológicos, manufactura y el uso de infografías en innovaciones:**

*Investigación en infografías para innovaciones, manufactura y creación de artefactos en la sala de clases integrando los conceptos “Learning by doing” y “Understanding by design” en procesos unificados de arte, ciencia y tecnología.*

*Por: Andrés Batista Rodríguez y Rosa Lozada Robles*

*“Un artefacto tecnológico es una estructura, escultura u objeto al que se le aplica en forma técnica, filosófica o científica una diversidad de propiedades mecánicas y componentes particulares de la materia, a fin de demostrar en la misma, en forma concreta, cómo estos actúan en los materiales.” Andres Batista Rodriguez.*

### **Resumen:**

En un proceso de percepción e interpretación de conceptos se diseñan innovaciones tecnológicas sobre la idea de implantación y servicio a la sociedad puertorriqueña. Estas se evidencian en carteles infográficos como una muestra de la investigación en la sala de clases. En otra instancia, el estudiante resuelve problemas interpretando sus ideas en imágenes alternativas y/o estructuras al contenido que expresa gráficos y a la naturaleza implícita de los materiales. En el mismo enfoque se muestra como los estudiantes de Educación en Tecnología, diseñan construcciones de artefactos de estructuras simples, a la vez que manufacturan proyectos que demuestran procesos artesanales necesarios para el desarrollo cognoscitivo, la intuición perceptual y la mente creativa constructivista. En el enfoque intervienen el diseño inverso al orden proyectado en la enseñanza actual, *Understanding by design* y el concepto *Learning by doing*, en el que experimentan y aprenden las posibilidades de los materiales en una experiencia multidisciplinaria. El participante es expuesto a la selección de innovaciones y estructuras sencillas en arte, ciencia y tecnología.

### **Palabras claves:**

Infografías, artefactos, tecnología, materiales y máquinas simples.

## Introducción:

En la búsqueda de una manera innovadora en la que el estudiante maestro de Educación en Tecnología, obtenga experiencias de aprendizaje relevantes, los cursos de EDIN 4030, Tecnología de los Materiales, EDIN 3106, Innovaciones Tecnológicas y EDIN 4028, Tecnología de la manufactura, han sido expuestos a cambios sustanciales.

Estos cambios son investigaciones en las que se acciona un modelo en la sala de clases sobre la estructura de lo que se da en el prontuario de un curso en particular, integrado a la guía del curso. La matrícula que se benefició de esta experiencia Estos modelos son enfoques adaptados que pretenden dar flexibilidad, libertad creadora, actividad y maneras experimentales en la que el estudiante tiene la opción de seleccionar la forma en que desarrollará su proyecto.

En los años 2014-2015 y 2015-2016, el programa de Educación en Tecnología de la Universidad de Puerto Rico en Carolina emprendió una investigación en acción en la sala de clases con el modelo *Understanding by design* (McTighes y Higgins 2012) y el concepto didáctico *Learning by doing*. Esta ponencia recoge una muestra del producto tangible de las experiencias dadas en cursos que se integran, cómo Tecnología de los Materiales, en el que diseñan y crean artefactos variados en los que destacan estructuras simples que muestran tensión, torsión, cizalladura como procesos inherentes al que son sometidos ciertos materiales por sus conductas mecánicas. En la misma línea se propició un ambiente de posibilidades en el curso de Innovaciones Tecnológicas en el interés de que los estudiantes observaran y estudiaran diversas innovaciones y luego de una tormenta de ideas, seleccionaran una o más que en alguna forma pudieran ser implantadas en la Isla de Puerto Rico.

El proceso metodológico requirió la búsqueda de conceptos utilizando el diseño de orden inverso, en el que se establecen las preguntas fundamentales de lo que se quiere hacer con ese conocimiento y la manera en que puede ser útil para su propio aprendizaje. Se establecieron grupos de trabajo, que por etapas, organizaron el material expositivo con el que podían demostrar procesos sistemáticos, datos, información en ordenadores gráficos, explicar y dar a conocer la innovación mediante el diseño del cartel infográfico. En el área de manufactura el estudiante estudia la lógica de la construcción que enmarca, el diseño y desarrollo maquetas (juguetes, escenas, otros) sobre la base de un proceso sistémico en el que sabe de antemano a donde se quiere llegar. Prepara tablas y listas de materiales y describe las partes de su proyecto, el cual ha visualizado de antemano como una pieza final. En el proceso, adquiere la técnica, documenta lo que aprende a fin de tener una visión holística y proyectual. La matrícula beneficiada de esta experiencia fue un total de 61 estudiantes participantes en grupos variados, en el primer y segundo cuatrimestre 2014-15 y 2015-16. Esta investigación continua.

### **Metodología para el concepto de diseño invertido:**

Meta: Estructuras que imiten las propiedades mecánicas de los materiales  
Creación de máquinas simples.

1. Naturaleza de las propiedades mecánicas de la materia y materiales (dureza, blandura, elasticidad, flexibilidad, tensión, combadura elongación, plasticidad, cizalladura, entre otros)
2. Exploración de las propiedades mecánicas a través de gráficos esquemáticos. (diagramas descriptivos)
3. Diseños acabados de posibles artefactos (diseño, construcción) (dibujos esquemáticos), Modelos en diseño y computadoras, construcción simultánea y clasificación de posibles materiales, piezas y herramientas a ser utilizadas.
4. Construcción conjunta de diagramas de producción de tiempo y espacio del producto (labor, acabado y terminación). Avalúo, presentación y construcción de artefactos a escala.

Esta metodología es original para el curso propuesto, pero sigue las pautas del modelo UBD. La intención era buscar una manera de entender los materiales mediante la producción de una pieza particular que diera como ejemplo alguna de esas propiedades mecánicas, estudiadas, íntegramente con la pieza. La observación del arte de la escultura facilitó el proceso, dado que los estudiantes de Educación por desinformación adquieran el concepto erróneo de que el curso es para ingenieros, aspecto que se aleja de la realidad.

Una vez estos tienen un marco amplio de lo que se busca en la pieza, tienen la confianza de darse a la tarea del diseño, al estudio simultáneo de las propiedades de la materia y la descripción mediante diagramas descriptivos de replicar dichas propiedades. El proceso se documenta exponiendo los mismos de la manera que se van dando, describiendo las herramientas y sus usos y clasificando los tipos de materiales, conjuntamente con la materia prima utilizada. Ya a este nivel el estudiante trabaja en el taller con consciencia de hacia dónde va, aplicando las reglas de seguridad, creando diversas estructuras a las que identifica como *máquinas simples*.

Esta parte sigue de forma flexible lo que plantean McTighes y Higgins, (2012) en los tres escenarios de preguntas claves que se proponen en esta sección, estos son los siguientes:

## Escenario 1

### ¿Cuál es el objetivo de mi curso?

En este escenario el maestro reflexiona en torno al objetivo de curso y contenido relevante es aquel que puede producir un aprendizaje efectivo y significativo.

- ¿Qué se espera que los estudiantes conozcan y comprendan?
- ¿Cuál es la meta de transferencia que resultará luego de haber finalizado la unidad?
- ¿Qué comprensión duradera es la que se desea alcanzar?
- ¿Qué preguntas esenciales deben ser exploradas a profundidad? (en las unidades)
- ¿Cuál debe ser el enfoque principal del proceso de enseñanza-aprendizaje?

## Escenario 2

### La evidencia aceptable

Una vez establecido el objetivo de mi curso en este escenario, se determinará la evidencia aceptable para comprobar el logro de las metas u objetivos de aprendizaje. La evidencia aceptable es que aquella que demuestra el estudiante al ejecutar o aplicar el conocimiento adquirido.

- ¿Cómo podemos evidenciar que los estudiantes lograron los resultados deseados?
- ¿Qué podemos aceptar como evidencia de que los estudiantes comprenden y aplican el contenido a nuevos contextos?

¿Cómo podemos evaluar el desempeño de los estudiantes de una forma justa y consistente?

### Planificar las experiencias de aprendizaje.

En este escenario el maestro planifica las actividades o experiencias apropiadas del aprendizaje y las dirige.

El maestro esta alerta sobre que experiencias de aprendizaje son determinantes para que el estudiante pueda cumplir las metas u objetivos planteados. Durante la primera etapa del proceso, explora aquellas experiencias pertinentes a la realidad del estudiante y que las mismas promuevan su autonomía.

### Escenario 3

¿Cómo puedo apoyar a los estudiantes para que comprendan las ideas y los procesos que forman parte del contenido curricular?

¿Cómo preparo a los estudiantes para que sean autónomos y puedan realizar transferencias en su aprendizaje?

¿Qué actividades, secuencia y recursos son las más apropiadas para que los estudiantes logren los objetivos de aprendizaje?

Para esta sección el maestro advierte los tres tipos de metas de aprendizaje que son:

1. La transferencia
2. Interpretación
3. Adquisición del aprendizaje

No sin antes considerar los siete principios que deben regir el diseño curricular que ellos establecen para el aprendizaje efectivo. Se proponen los siguientes:

1. El aprendizaje aumenta cuando los maestros analizan con profundidad las implicaciones de la planificación.
2. El enfoque en una comprensión profunda del contenido curricular promueve la transferencia del aprendizaje.
3. La comprensión ha de entenderse como: la habilidad de utilizar efectivamente el conocimiento y las destrezas. De modo que este enfoque se asegura de un aprendizaje significativo y que la transferencia sea autónoma.
4. El diseño curricular comienza analizando los resultados deseados a través de las tres etapas del proceso de diseño, que incluyen:
  - a. Los resultados deseados
  - b. La evidencia del avalúo
  - c. El plan de aprendizaje
5. El maestro es mentor y no solo un proveedor conocimiento, destrezas o actividades en la implantación del currículo.
6. Énfasis en la revisión continúa de las unidades, alineación del currículo con los estándares; un currículo fortalecido y de calidad, muestra un espacio pertinente para el mejoramiento profesional.

## 7. El modelo UBD refleja:

- a. Continuo desarrollo, logro de los objetivos de aprendizaje y la labor del maestro.
- b. Los resultados del diseño curricular, por la ejecución del estudiante, crea la necesidad de generar ajustes en el currículo o de mantener aquellos que han demostrado ser exitosos.

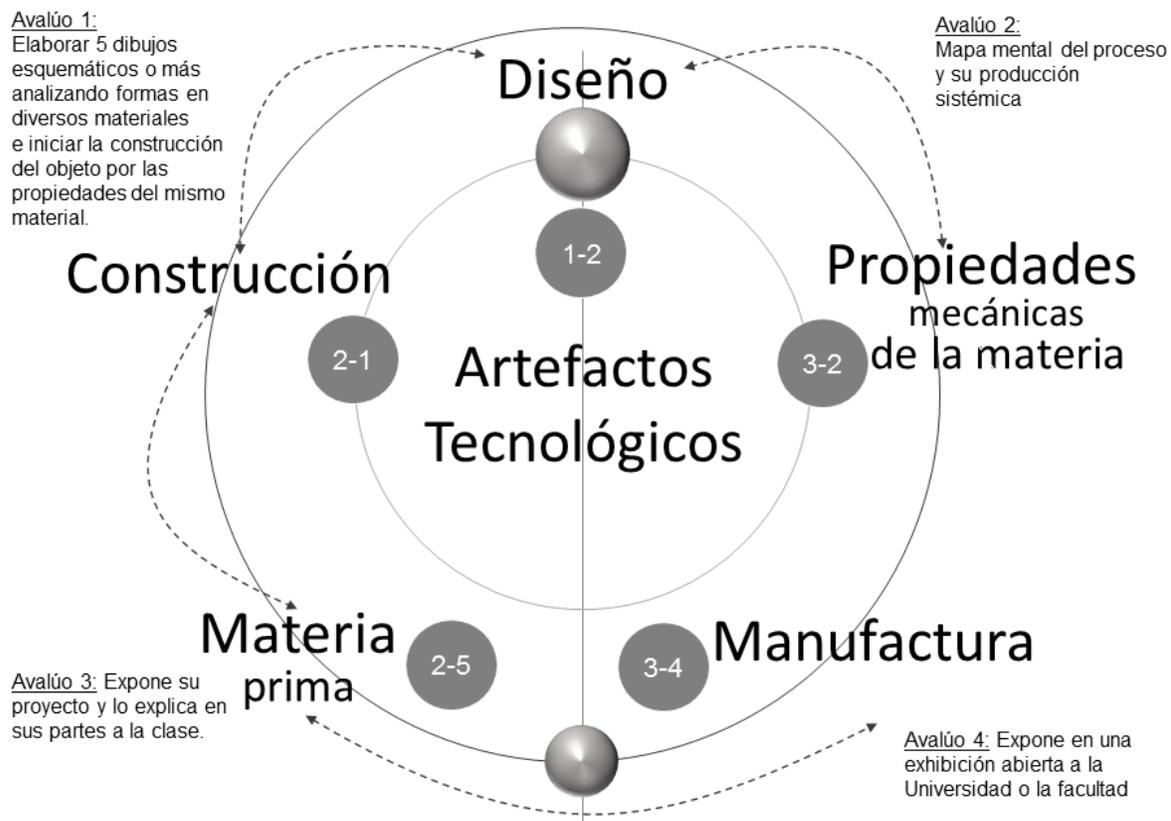
Una vez quedan expuesto esos aspectos que son el reflejo del modelo UBD, pasamos a las fases, estas nos permiten una comprensión sobre una base crítica, pero denotando que las mismas no necesariamente están en todas las materias a la vez, ni el conjunto se evalúa en todo el contenido. No obstante es posible que algunas de ellas se den en forma natural. (McTighe y Wiggins, 2012).

### **Fases de comprensión del modelo UBD**

- Análisis, procesos, conceptos y principios que el estudiante puede explicar a otros justificando y demostrando sus respuestas
- Capacidad interpretativa de información, imágenes, analogías, historias, modelos en diversas conexiones
- Aplicar su conocimiento a nuevos contextos, adaptando complejidad diversa
- Acepta nuevas perspectivas e incorpora puntos diversos ampliando su marco de referencia
- Identificación y sensibilidad al comprender la posición de los demás
- Autoconocimiento, competencias metacognitivas y maneras de comprobar el pensamiento crítico-reflexivo y creativo, explorando significados de su propia experiencia

Finalmente podemos dar forma a nuestro modelo de trabajo, el cual posee la tendencia de alejarse de la manera de planificación tradicional, esto alude al hecho de que los autores proponen cambiar la lógica de cómo la mayoría de los docentes planifican las clases. Sugieren abandonar la secuencia objetivos-actividades-evaluación y pensar en el “cómo me voy a dar cuenta de que los alumnos aprendieron lo que yo quería que aprendieran” antes de pensar en cómo enseñarlo. Nuestro modelo dinámico pretende que el estudiante internalice las propiedades mecánicas de la materia y los materiales. Dado este ejercicio, se expresa la importancia de construir una estructura que replique una o más propiedades en conjunto al que se le compara con una escultura. Por el aspecto creativo que se le da en el arte a la escultura, la analogía comparativa y el parecido de las estructuras, permiten que el participante entre al juego creador de diseñar y montar la estructura con las propiedades particulares seleccionadas.

### Modelo dinámico secuencial del inicio de atrás a hacia adelante



La fase 1 de investigación en diseño contempla un avalúo de aprendizaje donde el estudiante destaca la elaboración de su pieza mediante dibujos esquemáticos sencillos en los que no solo presenta sus ideas, sino que juntamente con la misma visualizan el tipo de material que han de usar. De manera que el proceso se da en gráficos e información, provista de análisis y usos de la Internet en sitios de datos fiables.

En la siguiente fase, el avalúo 2 comprende el mapa mental del proceso y su producción sistémica. El estudiante construye un mapa mental graficando la manera en que proyecta construir la estructura que imitará las propiedades mecánicas estudiadas y previamente identificadas. La pieza es comparada y analizada con la estrategia de biomimesis: como la vida natural construye con las propiedades mecánicas de la materia, (Benyus, J. 2016). La próxima etapa expone y explica la manera en la que se ha de trabajar la estructura lo que le permitirá determinar no solo la naturaleza de los materiales, sino el proceso de manufactura, el cual se identificará paso por paso, con documentación, fotos de la labor y los procedimientos.

En el avalúo 3 se espera que pueda explicar el proyecto en sus partes y las funciones de las propiedades mecánicas de la materia. Es importante entender que la identificación de la materia prima, las herramientas y demás aspectos del proyecto ha sido previamente documentadas. Esto deberá incluir las reglas de seguridad que se deben contemplar para este tipo de proyecto. El avalúo 4 lo que pretende es que el estudiante pueda, se atreva y exponga su artefacto tecnológico mediante una exhibición a fin de recibir un insumo que le permita entender de forma más evidente su aprendizaje.

### **Resultado esperado del aprendizaje:**

1. Se pretende que el estudiante aprende al demostrar las propiedades mecánicas de la materia mediante la creación de artefactos que las exponen, alcanzando un 60% de aprendizaje mediante el diseño demostrativo.
2. Se puede advertir que el estudiante puede explicar las propiedades mecánicas delimitando lo que cada concepto define de la propiedad particular y lo que el estudiante entiende o tiene en mente. Esto se logra mediante la discusión teórica de los conceptos en grupo hasta alcanzar un 70% de aprendizaje.
3. La idea fundamental que en principio se discutió en la mesa, dio paso a las conexiones visuales con esculturas en el arte, estructuras en la ciencia y artefacto en la tecnología. El diseño, la construcción y la clasificación de materiales y herramientas en organizadores gráficos, presentó un artefacto de tecnología con las propiedades mecánicas en función y como una máquina simple. Es decir, las prácticas mediante modelos gráficos y construidos (esbozos) puede guiar al estudiante hasta un 90% de aprendizaje significativo.

### **Aprender haciendo (*Learning by doing*)**

En la práctica aprender haciendo queda patentado que dicha estrategia, no es un patrimonio especial de nadie en particular. Es decir, ya mi abuelo me enseñaba de en esa forma. Sin embargo, poner dicha estrategia en un orden instruccional y pedagógico que se alcance con la misma la capacidad cognoscitiva esperada y se logren eficientemente unos objetivos fundamentales es lo que se atribuye al constructivismo (*Vigotsky, Bruner y Piaget*), pone de manifiesto que el aprendizaje requiere una experiencia directa tanto con el símbolo como el objeto. En la crítica a esta metodología queda demostrado que la construcción de esquemas sostiene otras variables que fueron contempladas. Por ejemplo, para *Shank (2016)* el aprendizaje en el marco conceptual es incompleto si el participante no es expuesto a experiencias que le permitan construir la brecha entre el puente conceptual y el experimental, aunque en el proceso deconstruya la actividad por los errores

cometidos. Roger Schank entiende que existe una brecha que debe ser considerada entre el aprendizaje que ofrecen los centros educativos y lo que él denomina el aprendizaje natural. Señala que el ser humano como los animales elabora y aprende construyendo artefactos. Se aprende llevando a cabo las actividades requeridas por cada sistema o artefacto particular. Para él esa es la clave del aprendizaje natural.

En esta investigación en la sala de clases se tiende a que el estudiante eduque su imaginación partiendo de una visión en la que su inmersión sea de carácter natural y emocional (*Goleman, Daniel, 2010*). El saber de antemano que puede relacionar las propiedades mecánicas de la materia con la construcción de herramientas le abre un campo de creatividad, ciencia y tecnología al encontrar que la observación de los objetos naturales y artificiales lo guían a descripciones posibles de ser desarrolladas (*Cassirer, 1968, p.124*)

**Explorando un posible hallazgo:** Aprendizaje por objetos y/o objetos de aprendizaje:

La observación guía nuestro interés hacia un posible hallazgo: un estilo de aprendizaje mediante la construcción de objetos y la misma modalidad invertida-objetos de aprendizaje. Consiste en que cuando el estudiante es expuesto a construir objetos en diversidad de procesos, tanto gráficos como manufacturados, auto descubren su capacidad creadora hacia esa forma de aprender. Manifiestan una tendencia a relacionarse con categorías abstractas de conocimiento y a comprender las mismas en la medida que las elaboran. Además llegan a exponer, diseñar, mediante exploraciones de gráficos, modelos de sencillas estructuras que les permiten describir una idea o un concepto de manera natural.

## Conclusión

De manera que la investigación en la sala de clases en la que se prueban modelos no tradicionales, según Parsons y Brown (2002) se fortalecen las observaciones sistemáticas mediante la cual se recopilan datos que luego el maestro-investigador utiliza en forma reflexiva en la toma de decisiones y el desarrollo de estrategias de enseñanza de mayor eficacia. También Miller (2007) indica, que la investigación en acción provee un marco que guía las energías del maestro hacia un mejor entendimiento del porqué, el cuándo y el cómo los estudiantes se transforman en mejores aprendices. Sobre la base de todo lo antes expuesto se concluye que esta investigación en acción posee los principios básicos para un aprendizaje significativo (Ausubel, D. 1983). No obstante es importante la continuidad para obtener un marco con mayor peso en el estudio. Durante la implantación no se siguieron reglas rigurosas de lineales. En todo momento se mantuvo una

expectativa creativa, flexible y adaptada a las posibilidades de lo que el estudiante puede lograr. Un aspecto que se debe hacer notar es que el participante es estudiante de educación y no se pretende que tenga bases en ingeniería. Sin embargo la experiencia en la sala de clases se percibe alentadora y apreciada por el participante, logrando entre un 85% a un 90% la capacidad de aplicación y el inicio de producto terminado.

#### Referencias:

Batista, A. *Tratado teórico del dibujo de formas imaginarias*. San Juan: Editorial Libélula Rosa, 2013.

“Course: 1. Marco General. Learning by Doing.” Accessed April 10, 2016.  
<http://aulasne.navarra.es/course/view.php?id=59>.

“El Learning by Doing de Robert Schank: El Aprendizaje Ocurre Cuando Alguien Quiere Aprender.” Accessed April 10, 2016. <http://blogthinkbig.com/learning-by-doing/>.

“Enseñanza Orientada a La Acción - Wikipedia, La Enciclopedia Libre.” Accessed April 10, 2016.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Ense%C3%B1anza\\_orientada\\_a\\_la\\_acci%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Ense%C3%B1anza_orientada_a_la_acci%C3%B3n).

“Grant Wiggins - Understanding by Design (1 of 2) - YouTube.” Accessed March 8, 2015. <https://www.youtube.com/watch?v=4isSHf3SBuQ>.

Kleinsmann, Maaïke Susanne. “Understanding Collaborative Design,” 2006.  
<http://www.narcis.nl/publication/RecordID/oai:tudelft.nl:uuid:0a7a57d4-c846-4458-a59f-24c25acbafa9>.

“Learning by Doing. El Exitoso Modelo Finlandés | Noticias | doinGlobal.” Accessed April 10, 2016. <http://doinglobal.com/noticias-2014-09-15-learning-by-doing.html>.

“Learning by Doing: Cómo Aprender a Emprender... ¡emprendiendo! - Gestión - Emprendedores - Webs.” Accessed April 10, 2016.  
<http://www.emprendedores.es/gestion/learning-by-doing-formacion-emprendedores>.

López, Carlos F., Steve O. Nielsen, Preston B. Moore, and Michael L. Klein.  
“Understanding Nature’s Design for a Nanosyringe.” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101, no. 13 (2004): 4431–34.

McTighe, Jay, and Grant Wiggins. "Understanding by Design," 1999.

<https://www.mheonline.com/secondaryscience/pdf/ubd.pdf>.

Roberts, Peter W., and Royston Greenwood. "Integrating Transaction Cost and Institutional Theories: Toward a Constrained-Efficiency Framework for Understanding Organizational Design Adoption." *Academy of Management Review* 22, no. 2 (1997): 346–73.

"Sharon Public Schools: UbD Lesson Plans." Accessed September 4, 2015.

[http://www.sharon.k12.ma.us/pages/Sharon\\_Public\\_Schools/Main\\_Menu/Curriculum/Library\\_Webpage/UbD\\_Lesson\\_Plans](http://www.sharon.k12.ma.us/pages/Sharon_Public_Schools/Main_Menu/Curriculum/Library_Webpage/UbD_Lesson_Plans).

Tomlinson, Carol A., and Jay McTighe. *Integrating Differentiated Instruction & Understanding by Design: Connecting Content and Kids*. ASCD, 2006.

[http://www.google.com/books?hl=en&lr=&id=OmiaaeNRCX4C&oi=fnd&pg=PR4&dq=understanding+by+design&ots=Z7S6qlw0BX&sig=7XwGUomHP1Nu8k0prYz0D-Ak\\_g](http://www.google.com/books?hl=en&lr=&id=OmiaaeNRCX4C&oi=fnd&pg=PR4&dq=understanding+by+design&ots=Z7S6qlw0BX&sig=7XwGUomHP1Nu8k0prYz0D-Ak_g).

"Understanding by Design® Framework - Videos, Articles, Resources, Experts."

Accessed November 14, 2014. <http://www.ascd.org/research-a-topic/understanding-by-design-resources.aspx>.

"Understanding by Design | Center for Teaching | Vanderbilt University." Accessed

November 14, 2014. <http://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/understanding-by-design/>.

"Understanding by Design Framework." Accessed September 4, 2015.

[http://www.d.umn.edu/~hrallis/courses/3204fa06/assignments/lessonplanning/ubd\\_template.htm](http://www.d.umn.edu/~hrallis/courses/3204fa06/assignments/lessonplanning/ubd_template.htm).

"Understanding by Design - Google Search." Accessed November 14, 2014.

[https://www.google.com.pr/search?client=safari&rls=en&q=understanding+by+design&ie=UTF-8&oe=UTF-8&qws\\_rd=cr&ei=PltmVPOFMsu1sQSv84GABA](https://www.google.com.pr/search?client=safari&rls=en&q=understanding+by+design&ie=UTF-8&oe=UTF-8&qws_rd=cr&ei=PltmVPOFMsu1sQSv84GABA).

"Understanding by Design Lesson Plan - Google Search." Accessed September 4, 2015.

[https://www.google.com.pr/search?client=safari&rls=en&q=understanding+by+design+lesson+plan&ie=UTF-8&oe=UTF-8&qws\\_rd=cr&ei=npPpVcz9I8ynNoaclNAL](https://www.google.com.pr/search?client=safari&rls=en&q=understanding+by+design+lesson+plan&ie=UTF-8&oe=UTF-8&qws_rd=cr&ei=npPpVcz9I8ynNoaclNAL).

"Understanding by Design Pdf - Google Search." Accessed November 14, 2014.

[https://www.google.com.pr/search?client=safari&rls=en&q=understanding+by+design&ie=UTF-8&oe=UTF-8&qws\\_rd=cr&ei=PltmVPOFMsu1sQSv84GABA#rls=en&q=understanding+by+design+pdf&revid=453290706](https://www.google.com.pr/search?client=safari&rls=en&q=understanding+by+design&ie=UTF-8&oe=UTF-8&qws_rd=cr&ei=PltmVPOFMsu1sQSv84GABA#rls=en&q=understanding+by+design+pdf&revid=453290706).

Vygotsky, L. *Psicología Del Arte*. Barcelona: Ediciones Paidós, 2006.

*What Is Understanding by Design? Author Jay McTighe Explains.*, 2013.

[https://www.youtube.com/watch?v=d8F1SnWalfE&feature=youtu\\_gdata\\_playr](https://www.youtube.com/watch?v=d8F1SnWalfE&feature=youtu_gdata_playr).

Wiggins, Grant. "The Case for Authentic Assessment." *ERIC Digests*, no. ED328611 (1990)