La vinculación como estrategia de formación en educación superior

La vinculación externa y la sensibilización artística como estrategia docente

Leonardo Garro Mena
Jenny Calderón Castro

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

redIC innovaCESAL

Foro Internacional de Innovación Docente 2014

BY NC ND

Esta obra está bajo la licencia de Reconocimiento-No comercial – Sin trabajos derivados 2.5 de Creative Commons. Puede copiarla, distribuirla y comunicarla públicamente, siempre que indique su autor y la cita bibliográfica; no la utilice para fines comerciales; y no haga con ella obra derivada.

La vinculación externa y la sensibilización artística como estrategia docente

Leonardo Garro Mena[1]

Jenny Calderón Castro[2]

Costa Rica, 2014

Resumen: *En el presente trabajo se muestran los resultados sobre el diseño y la aplicación de una estrategia docente basada en la vinculación externa y mediada por la sensibilización contextual ejecutada por medio del arte. Para ello, se formuló un proyecto para el curso Diseño de Procesos Químicos basado en el desarrollo de un proceso para una necesidad real en el aprovechamiento de residuos pesqueros, la contextualización del proyecto y la sensibilización social se ejecutó por medio de una exposición fotográfica del Colectivo de Arte y Diseño Desenfoque, de esta manera, se buscó la integración de los factores sociales como una variable significativa en el diseño de procesos químicos. Finalmente, la experiencia se evaluó en tres frentes: el cumplimiento de los objetivos inicialmente planteados, la comparación con experiencias posteriores en las que se encontraba ausente el elemento de la vinculación y una herramienta de evaluación para la percepción estudiantil. Como principales resultados se obtiene que la vinculación es considerara como pertinente y adecuada por la mayoría de estudiantes, pero que se deben agregar elementos como giras de campo y pruebas de laboratorio para mejorar el contacto con la realidad industrial y mejorar la eficiencia de la vinculación como estrategia docente. Finalmente, con base en los frentes de evaluación se genera una nueva propuesta estructural para una eventual aplicación posterior.*

Palabras clave: *vinculación, arte, sociedad, Ingeniería Química, estrategia docente.*

1. Introducción

En el presente trabajo se muestran los resultados de la aplicación de una estrategia didáctica para la vinculación de un conjunto de estudiantes del curso Diseño de Procesos Químicos, curso de último año de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica, con un proyecto de diseño industrial que se encontraba en desarrollo al momento de la experiencia. A la vez, se desarrolló un ejercicio de concientización sobre el entorno social en el cual se enmarcó el diseño del proceso, esto con el objetivo de concientizar sobre la realidad circundante al espacio del proyecto, de tal forma que el diseño fuera realizado con dicho espacio como variable a tomar en cuenta. Para la concientización se hizo uso de un proyecto de fotografía (exposición fotográfica) realizado por el Colectivo de Arte y Diseño Desenfoque, del cual los autores son parte y que se presentó en el contexto del NANODYF, organizado por el Laboratorio de Nanotecnología (LANOTEC) de Costa Rica.

De esta forma, se realiza una articulación del arte como elemento potenciador del aprendizaje, a la vez que se vincula dicho aprendizaje a una experiencia de diseño en ejecución por parte de un ente externo. Se cuenta así con dos elementos que pretenden combatir problemas previamente identificados en la formación universitaria en el ámbito de la Ingeniería Química en la Universidad de Costa Rica: la escisión Universidad – Industria y el enajenamiento social de los proyectos de ingeniería. Ambos hechos han sido

[1] Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

[2] Laboratorio de Nanotecnología (LANOTEC), San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

reiterados por estudiantes egresados de la carrera, que en su quehacer diario disciernen la necesidad de la integración social e industrial en los procesos de formación universitaria, así como también por los mismos estudiantes involucrados en el proyecto, como se evidenciará más adelante por medio de la herramienta de evaluación, ya que una fracción del grupo se encontraba laboralmente activa al momento de realizar la experiencia.

La problemática metodológica de la docencia centrada en el docente y desligada de la realidad industrial ha sido identificada en estudios como el de Van Gorp y Grissom (2001), quienes estudian la formación tradicional de profesionales en computación, basada en clases magistrales y guiada por el objetivismo. Los autores afrontan el problema planteando una metodología constructivista, basada en la resolución de problemas, que si bien no es una relación directa con la realidad industrial, aporta un contexto más enriquecedor para el estudiantado. Por su parte Besterfield-Sacre, Cox, Borrego, Beddoes, y Zhu (2014) realizan un exhaustivo análisis de la situación de la educación superior en ingeniería, basados en datos de la National Academy of Engineering, National Research Council, National Science Board, American Association for the Advancement of Science y otros reportes de diversas partes del planeta. En dicha investigación, identifican una deficiencia en el estudiantado para resolver problemas complejos en un ambiente de constante cambio, problemas para identificar las formas en las que las personas aprenden y la necesidad de una educación con mayor grado de multiculturalidad y multidisciplinariedad (Besterfield-Sacre, Cox, Borrego, Beddoes y Zhu, 2014).

Con respecto a lo anterior, King (2008) propone utilizar actividades de aprendizaje “tan auténticas como sea posible” (King, 2008, p. 65), de tal forma que se relacionen las actividades realizadas en el ambiente formativo con las actividades de la práctica industrial a las que se enfrentará el estudiantado en su futura vida laboral. Sin embargo, a pesar de la diversidad de informes que remiten al estado de la situación y las recomendaciones de cambio, la ejecución de dichas recomendaciones es limitada, debido, probablemente, a que se da énfasis al qué realizar pero no al cómo realizarlo (Besterfield-Sacre, Cox, Borrego, Beddoes y Zhu, 2014).

Es en este contexto que el siguiente trabajo plantea y ejecuta una experiencia integradora, realizada con un grupo de 30 estudiantes de último año de la carrera de Ingeniería Química, pero extensible a otros ámbitos afines. El trabajo se centra en dos dimensiones esenciales: la vinculación y la relación arte-ingeniería, esta última como agente concientizador de la realidad social como variable significativa en el proceso de diseño (específicamente en el ámbito de la Ingeniería Química).

2. El contexto de los actores

Pare llevar a cabo el trabajo se realizó una articulación de tres actores activos alrededor del grupo de estudiantes, a saber: la Universidad de Costa Rica (representada por el profesor Leonardo Garro), la contraparte externa que tubo a cargo el diseño de la planta, que en este caso es el LANOTEC (representado por la profesora Jenny Calderón) y el Colectivo de Arte y Diseño Desenfoque (del cual tanto el profesor Garro como la profesora Calderón forman parte). A continuación se realizará una revisión del contexto específico de las secciones de interés de cada uno de los actores, esto con el fin de desarrollar, en una etapa posterior, la estructura de la articulación.

2.1. Universidad de Costa Rica y el contexto nacional

El curso en el que se lleva a cabo la experiencia (Diseño de Procesos Químicos) es un curso del último año del plan de estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica. Las temáticas del curso rondan los principios del diseño de procesos químicos con vistas a que el estudiantado integre las herramientas desarrolladas durante su formación previa para la resolución de problemas complejos, como lo son las plantas químicas. Una dimensión que tradicionalmente no se profundiza en el curso es la sociedad como variable que influye en el diseño de procesos. En el caso de Costa Rica esta variable tiene un gran impacto por dos razones fundamentales, la primera es que nuestra industria es muy pequeña, acorde con el tamaño del país, por lo tanto, muchos de los proyectos que se desarrollan son a pequeña escala y se instalan para funcionar en una zona en específico, donde se exponen a las condiciones sociales imperantes y evolucionan (e incluso mueren) en función de las

mismas. La segunda es que el país cuenta con una sociedad activa que evalúa de forma crítica cada proyecto que se realiza, de tal forma que lo apoyan o rechazan de acuerdo con parámetros tales como su impacto ambiental, así, la opinión popular muchas veces ha frenado proyectos. Debido a ello, considerar a la sociedad como un factor importante a la hora de llevar a cabo proyectos de diseño de procesos se torna en una necesidad que puede ser determinante para el futuro del proyecto.

2.2. Colectivo de Arte y Diseño Desenfoque y la exposición De lo nano a lo cotidiano

El Colectivo de Arte y Diseño Desenfoque se encuentra conformado por cuatro artistas nacionales, entre ellos el autor y la autora del presente trabajo (Jenny Calderón Castro y Leonardo Garro Mena), la artista Natalia Fernández Abarca y la artista Ximena Miranda Barrantes. El colectivo presentó, en el contexto del NANODYF 2014 (Red "José Roberto Leite" de divulgación y formación en nanotecnología, http://www.nanodyf.org/) una exposición fotográfica llamada De lo nano a lo cotidiano (Vega, Calderón, Fernández, Garro, & Miranda, En prensa). En dicha exposición se realiza un recorrido visual por la cotidianidad de las labores de ciertas profesiones u oficios, de tal forma que profundice en esa cotidianidad hasta encontrar elementos de la nanociencia ocultos a la simple vista, pero visibilizables por medio de microscopía. En otra perspectiva, se presenta la nanociencia, por medio de composiciones artísticas de microscopías, y se realiza un viaje visual hacia el contexto social, hacia el entorno cultural que rodea ese mundo que usualmente se enclaustra en un laboratorio. De esta forma, la exposición es, por un lado, una forma de potenciar la socialización de la ciencia, y por otro, una forma de potenciar la divulgación científica al relacionar los conceptos con elementos de la cotidianidad (Vega, Calderón, Fernández, Garro, & Miranda, En prensa).

2.3. Laboratorio de Nanotecnología (LANOTEC)

El LANOTEC es un laboratorio costarricense que gestiona una gran cantidad de investigaciones y proyectos en diversidad de áreas, al momento del desarrollo del siguiente trabajo, la profesora Jenny Calderón se encontraba evaluando la posibilidad de diseñar una planta para el aprovechamiento de residuos pesqueros, con el objetivo de generar una actividad que contribuyera al dinamismo económico de la zona en estudio. El contexto del desarrollo de dicha planta se utilizó como marco para desarrollar el proyecto final del curso en cuestión.

3. Descripción de la intervención

A continuación se presenta la estructura propuesta para la intervención, así como los elementos básicos de la misma y la descripción de cada uno de ellos. Dichos elementos se presentan de forma independiente en esta descripción, sin embargo, como se apreciará en la estructura propuesta en la siguiente sección (sección 3.1), se utilizarán de forma conjunta e integrada durante el desarrollo del curso para llevar a cabo los objetivos del proyecto.

3.1. La estructura propuesta

La estructura inicialmente propuesta para llevar a cabo la intervención se muestra en la Figura 1, en ella se inicia con los entes de partida y se explicitan los elementos de ellos derivados, para continuar con las relaciones y el aprovechamiento de los recursos en pro de la construcción de la solución al problema y la generación de conocimientos. La base principal de la estructura es la integración y la multitud de relaciones. Como se menciona, esta es la estructura que inicialmente se propuso, sin embargo, al aplicar las herramientas de evaluación, se encontró información de gran valor, proporcionada en gran medida por el grupo de estudiantes, para modificarla y replantear el esquema para una eventual aplicación posterior, este punto se discutirá en una sección posterior.

En las siguientes dos secciones se detallarán las relaciones existentes entre el arte y la ciencia (para fundamentar el uso de esta como agente concientizador) y la vinculación universitaria como técnica para dotar de mayor significancia a los procesos educativos, ambos aspectos son fundamentales en la estructura propuesta (Figura 1).

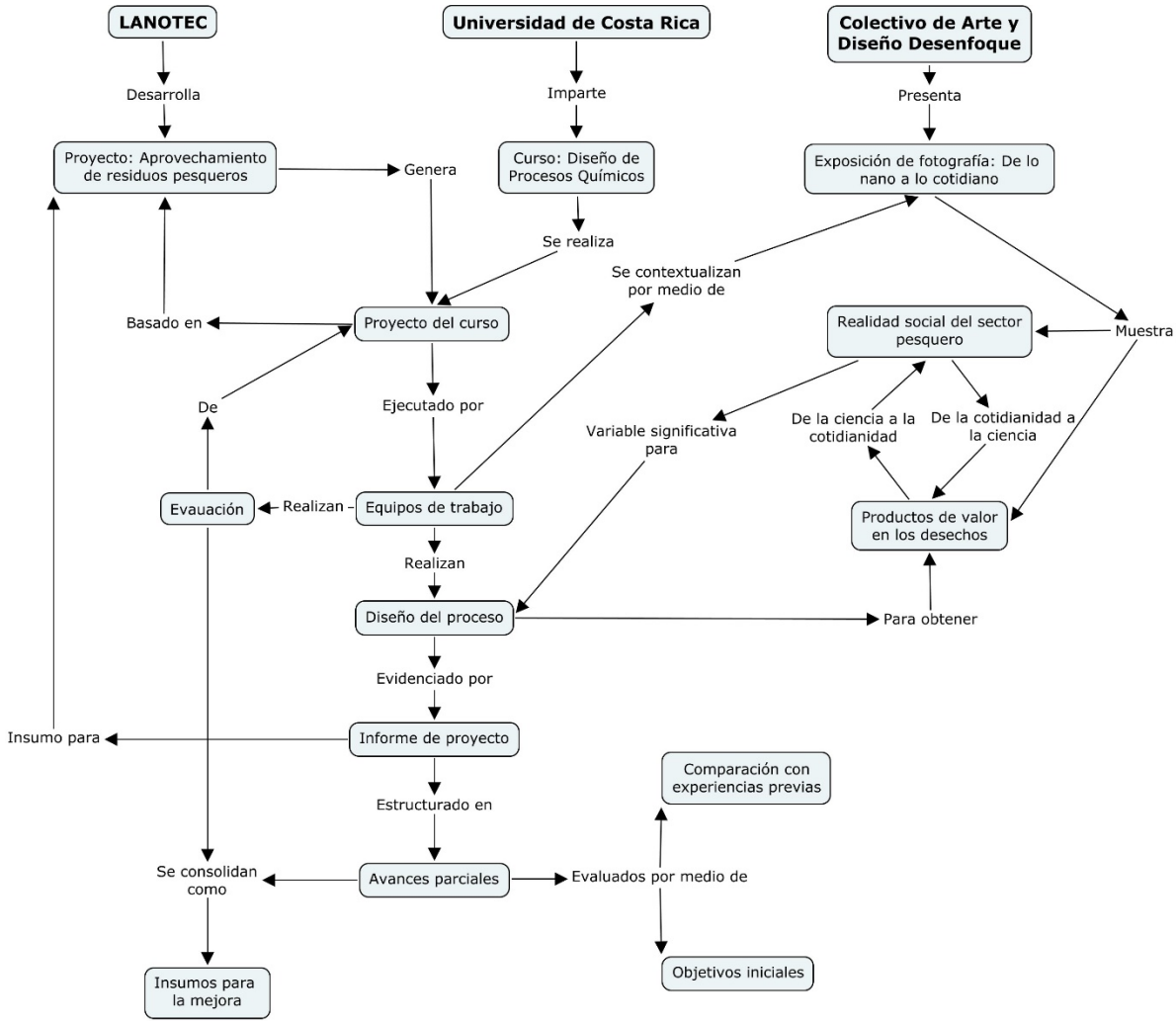

Figura 1. Estructura de la propuesta para la intervención del curso.

3.2. El arte como agente para la concientización y la difusión

Recientemente se publicó un artículo en el Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences, titulado The Art/Science Continuum (el continuo arte/ciencia) en el cual se expone la estrecha relación, incluso la superposición de los conceptos de arte y ciencia, a tal punto que se le considera como un continuo. El artículo postula la práctica como una combinación de arte y ciencia, ubicada en alguna posición del continuo (Currie, 2014). De esta forma, y con base en el postulado principal de Currie (2014), cabe realizar el cuestionamiento de si la ciencia se puede desligar del arte para llevar a cabo su función sustantiva, o si, por el contrario, toda actividad humana, desde el punto de vista de la práctica de una disciplina, se ubica en algún lugar del continuo arte ciencia y contendrá siempre cierta porción de ambas.

Bajo el cobijo del principio postulado por Currie (2014) se han desarrollado varias experiencias, aunque anteriores, en las que se utiliza el arte como motor para difusión de la ciencia. En el ámbito de la educación, por ejemplo, Metcalf (2008) utiliza imágenes artísticas para, a partir de ellas, fomentar las relaciones entre imágenes y conceptos científicos, de tal forma que se llegue a desarrollar en el estudiantado una serie de conexiones visuales entre ideas y pueda, de esta manera, fomentarse el desarrollo del pensamiento creativo. Por otra parte, Schwartz (2014), aborda el problema de comunicar la ciencia a un público que no necesariamente tiene formación científica, para ello aprovecha la

naturaleza atractiva del arte y explora algunos ejemplos donde se cambia el enfoque principal, basado en la ciencia, por uno basado en el arte, pero manteniendo la misma temática. Schwartz presenta una serie de iniciativas donde se llevó a cabo la comunicación de la ciencia a través de ejecuciones artísticas, y concluye que se reportan mayores niveles de atención, se mejora el interés y se aumenta la comprensión (Schwartz, 2014).

Un ejemplo más de articulación es presentado por Howard y Rock (2014), quienes estudian la colaboración entre una universidad, una escuela de arte y un grupo de artistas privados. En el estudio se aclara que no se trata de un proyecto para ilustrar la ciencia, sino más bien para "ver la ciencia con nuevos ojos" (Howard y Rock, 2014). En el desarrollo de la experiencia se evidenciaron las diferencias entre ciencia y arte, pero no como contraposiciones sino como diferentes formas de aproximación. Sin embargo, como parte del estudio se muestra que, a pesar del gran potencial y evidencia práctica de la articulación arte ciencia, son aún limitadas las experiencias en las que se desarrolla (Howard y Rock, 2014).

Adicionalmente se han desarrollado una gran cantidad de otras experiencias, como la reportada por Hawkins & Straughan (2014), que relaciona el arte y la geografía, Geil (2006) que realiza una amplia revisión del arte en la microscopía o Conway (2012) quien, por medio de la práctica artística, busca afrontar situaciones desde diferentes perspectivas en busca de una comprensión de conceptos neurocientíficos. En todas estas experiencias (y muchas otras que no se citan), es posible identificar el principio de continuidad que posteriormente formularía Currie (2014) y es bajo este marco de continuidad y este referente de experiencias que se plantea, en este trabajo, el uso del arte como una primera aproximación a la formación en ingeniería.

3.3. La vinculación a lo externo de la universidad

La vinculación de las universidades con entes externos (sociedad, industria o instituciones) ha sido reiteradamente presentada como una alternativa para mejorar la formación de profesionales, Schilling & Klamma (2010), por ejemplo, plantean el trasfondo y la estructura de un curso, en la carrera de computación e informática, donde se establece la relación universidad industria como herramienta, para ello, se plantearon problemas reales del sector industrial para ser resueltos por grupos de estudiantes de forma colaborativa (Schilling & Klamma, 2010). Esta perspectiva busca alejar el centro de atención del profesor y colocarlo en el estudiante, de tal forma que, dado un problema de la realidad industrial, cada grupo de trabajo debe buscar la solución al mismo construyendo desde las bases una solución, más que aplicando una solución predefinida. Frasquet, Calderón & Cervera (2012) presentan un modelo para la interacción con un mayor nivel de formalidad, donde se construye una relación oficial con la universidad, por medio de una fundación y se aplica un modelo teórico para llevar a cabo la conexión, esto en una universidad española. En el caso de la investigación efectuada por Lucia, Burdio, Acero, Barragán & Garcia (2012), la atención se centra en el efecto sinérgico y el beneficio mutuo obtenido por ambas entidades. Se evidencia de esta manera que la vinculación presenta una gran diversidad formatos, que van desde la estricta formalidad (Frasquet, Calderón & Cervera, 2012) hasta el uso de los contextos industriales, sin que necesariamente medie una relación de legalidad entre las instituciones (Schilling & Klamma, 2010).

Desde un punto de vista lateral, es interesante el estudio realizado por Edgington (2008), en el que se hace un recuento histórico de las relaciones universidad industria en Japón (desde el punto de vista de la generalidad, Edgington no se centra, como los demás autores citados hasta ahora, en la relación como herramienta para el aprendizaje). Como se desprende de dicho estudio, dicha relación es un componente básico para el sistema de innovación japonés, sin embargo, las relaciones universidad industria han pasado por una serie de etapas, en las cuales incluso se han interrumpido (Edgington, 2008), esta experiencia brinda sustento para, en conjunto con el contexto actual, pensar el tipo de relación más conveniente desde un punto de vista de la practicidad y eficiencia en los procesos formativos.

3.4. La metodología para la ejecución

La intervención del curso se planteó de tal forma que se integraran tanto la concientización mediada por el arte, como agente sensibilizador para tomar en cuenta las variables sociales como significativas en el diseño de procesos, así como la vinculación institucional, para dotar al curso de un aspecto de realidad con el objetivo de incrementar la relevancia del trabajo realizado. Para ello se procedió de la siguiente forma:

3.4.1. Se conformaron equipos de trabajo de tres integrantes cada uno.

3.4.2. A cada equipo se le explicó que se realizaría un trabajo en el contexto de un proceso en desarrollo, liderado por la profesora Jenny Calderón en el LANOTEC.

3.4.3. La contraparte de la Universidad de Costa Rica fue el profesor Leonardo Garro.

3.4.4. Se construyó un contrato de aceptación de términos, en el que se le informaba oficialmente a cada estudiante de las condiciones de trabajo y se explicitaba que se estaría realizando el proyecto con base en un desarrollo real para una planta química.

3.4.5. Se entregó a cada equipo de trabajo una descripción del proyecto, con desglose de los requerimientos.

3.4.6. El proyecto se dividió en secciones, de tal forma que se realizarían cuatro entregas a lo largo del semestre.

3.4.7. Con base en la primera entrega, el profesor, en conjunto con el equipo de trabajo, eligió el proceso industrial que cada equipo desarrollaría para llevar a cabo lo solicitado.

3.4.8. Luego de la entrega de las especificaciones del proyecto, se llevó a cabo una sesión expositiva y analítica de una sección de la exposición fotográfica De lo nano a lo cotidiano, que precisamente se ambientaba en el contexto donde se instalaría la planta en proceso de diseño.

3.4.9. La sección expuesta, además, contenía el viaje desde la cotidianidad hasta el mundo microscópico donde se encontraba el producto con el cual trabajarían los equipos de estudiantes.

3.4.10. En sesiones posteriores se hicieron sucesivos llamados a la exposición fotográfica con el objetivo de integrar la realidad social y el contexto cultural como variables significativas del diseño de procesos químicos.

3.4.11. Se trabajó siempre de lo general a lo particular, cada temática del curso fue abordada desde un enfoque tradicional, para luego incentivar a los equipos de estudiantes a repensar los contenidos desde la realidad en la que se construirían los procesos.

3.4.12. Finalmente los equipos de trabajo presentaron un informe final con la totalidad de sus desarrollos.

3.4.13. Se ejecutó una herramienta de evaluación para visualizar la percepción estudiantil sobre el proyecto y utilizarlo como insumo para la mejora.

4. Métodos empleados para el seguimiento y observación del cambio

El desarrollo del proyecto fue monitoreado durante el semestre por medio de la entrega de informes parciales, cada uno de los cuales se evaluó con respecto a las necesidades y especificaciones inicialmente planteadas. Por otra parte, los informes parciales se cotejaron con respecto a informes análogos realizados en un semestre anterior con un grupo equivalente del mismo curso, pero en el cual no se utilizó la estrategia de vinculación. Finalmente, al grupo de estudiantes se les ejecutó una herramienta de medición con el objetivo de evaluar el efecto de la estrategia desde una perspectiva de percepción, además de recoger observaciones con el objetivo de mejorar la estrategia para futuras aplicaciones.

De esta forma, el seguimiento del cambio se realiza por medio del monitoreo en tres dimensiones: El cotejo de los logros por parte de cada equipo de estudiantes con los objetivos inicialmente planteados, la comparación con una experiencia previa en la cual no se aplicó la estrategia de vinculación y la medición de la perspectiva propia de cada estudiante, así como sus recomendaciones. De esta última, como se mostrará en un apartado posterior, se extrajo información de gran utilidad que se utilizó para complementar el esquema de la estrategia.

5. Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto, producto de la estrategia de evaluación de tres dimensiones. Esta sección se centra en la presentación y estructuración de los resultados, el análisis de los mismos, la discusión de sus alcances y las propuestas de mejora serán discutidos en la sección 6.

5.1. Cumplimiento de los objetivos inicialmente planteados

Los trabajos entregados, en general, se aproximaron bastante a los objetivos inicialmente planteados, se realizó una articulación de los conocimientos técnicos con las consideraciones circunstanciales, integrando investigación, simulación de procesos y factores económicos. El producto al que se llegó satisfizo en gran medida el planteamiento, a pesar de que se presentaron algunas limitaciones con el uso de software para la simulación de procesos, sin embargo, en lo que respecta a la visión de la vinculación, el aprovechamiento del tema para el desarrollo del proyecto se nota en la riqueza investigativa y la variedad de aproximaciones realizadas.

5.2. Comparación con experiencia anterior

Los trabajos se analizaron para compararlos, en cuanto a ciertos elementos como la contextualización del desarrollo, con trabajos similares realizados en semestres anteriores en los que no se integró la vinculación como estrategia. Fue posible notar, en los trabajos realizados en el contexto de la vinculación, elementos de esta, como las consideraciones sociales y medioambientales de la planta, más allá de sus especificaciones técnicas. Sin embargo, se nota cierta disgregación a la hora de analizar e incluir dichas consideraciones, no se interiorizan para realizar una integración real con el proyecto.

5.3. Herramienta de evaluación

La herramienta de evaluación consistió en una encuesta mixta (respuestas cerradas y abiertas) en la cual se abarcó la situación de la pertinencia del trabajo realizado, lo adecuado de su ejecución y las sugerencias para mejorarlo. A continuación se presentan los resultados obtenidos en las respuestas cerradas (en la sección posterior se resumirán las respuestas abiertas), con algunas interpretaciones previas que serán ampliadas en la discusión.

5.4. Resultados a consultas cerradas

Los siguientes resultados, por la simpleza de su contenido numérico, se presentan si acompañamiento gráfico, pues no se considera necesario para la plena interpretación, y eventual discusión, de los resultados.

5.4.1. ¿Considera que el enmarcar el trabajo final del curso dentro de un proyecto en desarrollo le brinda algún beneficio en su proceso formativo como profesional en Ingeniería?
Respuestas afirmativas: 24
Respuestas negativas: 1
Total de respuestas: 25

5.4.2. El trabajo que se encuentra realizando es un reto porque falta información, pero se asemeja más a un problema real ¿preferiría un problema estrictamente académico, más alejado de la realidad, pero con toda la información disponible?
Respuestas afirmativas: 4
Respuestas negativas: 21
Total de respuestas: 25
NOTA: En esta pregunta, las respuestas negativas significan que no prefiere el problema académico, sino que prefiere el que se asemeja más al problema real, a pesar de tener un mayor grado de dificultad.

5.4.3. ¿Considera útiles las sesiones de sensibilización social, donde se discute sobre el contexto del proyecto?

Respuestas afirmativas: 16
Respuestas negativas: 9
Total de respuestas: 25
NOTA: En esta consulta se recolectaron opiniones con las cuales se evidencia la razón de que un 36% de las opiniones no considere las sesiones de utilidad, según dichas opiniones, se requiere que las sesiones de sensibilización se repartan de forma más uniforme a lo largo del curso, para que se dé una mayor integración, y que no se limiten a unas cuantas sesiones.

5.5. Resultados a consultas abiertas

Las consultas abiertas se centraron en detectar el efecto real de la experiencia, así como las sugerencias para la mejora y la percepción general del grupo de estudiantes, en general las respuestas obtenidas brindan detalles sobre tres aspectos:

5.5.1. Sobre el efecto real de la vinculación.

De las 25 personas encuestadas, 14 consideran que se realiza una adecuada vinculación, con una correcta filosofía y una integración de conceptos y visiones, sin embargo, 11 personas considerar que a la estructura le faltan elementos para poder llevar a cabo la vinculación de una forma más eficaz. Las principales sugerencias rondan en cuanto a mejorar el contacto mediante visitas de campo o experimentación en el laboratorio y cambiar el esquema de cursos anteriores para integrar la filosofía de trabajo desde etapas tempranas de la carrera. Este resultado se profundizará en la etapa de discusión y análisis para integrarlo a la nueva estructura propuesta.

5.5.2. Sobre los elementos que se cambiarían en el trabajo

En cuanto a las sugerencias del grupo de estudiantes respecto a lo que cambiaría del trabajo final, se detectan dos sugerencias con gran ocurrencia, que de hecho abarcan, en conjunto, la casi totalidad. Se sugiere mayor preparación en el uso de las herramientas de software (lo cual queda fuera del alcance del curso, pues este es un tema que se debe atacar desde etapas tempranas en la carrera, por lo tanto no se discutirá) y un mayor contacto con el contexto o con el laboratorio, de tal forma que se puedan generar datos empíricos para proceder con el diseño. Esta observación concuerda con las obtenidas en el apartado 5.5.1, y, de igual forma, se integrará a la nueva propuesta en una sección posterior.

5.5.3. Sobre los aprendizajes obtenidos

En general, el grupo de estudiantes rescata del trabajo la experiencia de resolver un problema con gran cantidad de limitaciones, las cuales deben ser subsanadas con investigación y criterio ingenieril. Recalcan en esta sección la necesidad, según su propia experiencia, de realizar actividades para mejorar el contacto con la realidad industrial a la que se enfrentan.

6. Discusión y análisis

A continuación se presentan una serie de secciones en las cuales se analizan los resultados presentados en la sección anterior, la segmentación realizada obedece a una clasificación en vinculación, sensibilización por medio del arte, estructura de la estrategia y una última sección de análisis en la que se realiza un recuento general y de los resultados obtenidos y las perspectivas alcanzadas, para, finalmente, realizar una nueva propuesta estructural.

6.1. Sobre la pertinencia de la vinculación

Las respuestas ofrecidas en las preguntas mostradas en las secciones 5.4.1 y 5.4.2 muestran que existe una buena disposición hacia el esquema general del trabajo, incluso, la pregunta 5.4.2 presenta evidencia de que, a pesar de requerirse más trabajo por parte del estudiantado, prefieren realizar un problema ligado a un proyecto en desarrollo. Esto sustenta la pertinencia de la base conceptual de la estructura utilizada, desde el punto de vista de la percepción estudiantil. En lo que respecta al cumplimiento de los objetivos y la comparación con otras experiencias donde no se utilizó la vinculación como estrategia, se detectó una falta de integración de los contenidos con la sensibilización y la

contextualización con la sociedad, dicha disgregación estructural resultó en una disgregación de los resultados presentados por los grupos de trabajo, con lo cual se vislumbra el posible impacto de la estructura del curso en la estructura de los resultados, sin embargo, como la presente investigación no tenía por objetivo el estudio de dicha relación, se deja el planteamiento como una simple posibilidad para estudios posteriores, ya que no se ejecutaron las herramientas necesarias para su comprobación.

6.2. Sobre la sensibilización por medio del arte

En cuento a las sesiones de sensibilización, se nota una mayor fragmentación de la opinión, un 36% del grupo de estudiantes considera que no son de utilidad. Esta fue una pregunta cerrada, sin embargo, al realizar indagaciones al respecto, con base en algunos comentarios generados en el grupo de estudiantes, se encontró que un gran porcentaje de las respuestas negativas se debieron a una cuestión de la estructura de aplicación de la sensibilización, más que al concepto de la sensibilización en sí. En general, se consideró que las sesiones de sensibilización no fueron suficientes, que debieron distribuirse durante una mayor cantidad de clases y que su integración con la temática del trabajo debía mejorarse. Gracias a esta realimentación, se propone una nueva estructura que complementa el planteamiento inicial, como se observa en la Figura 2 y como se discutirá en la sección 6.5.

6.3. Sobre la estructura de la vinculación

Como se evidencia en las secciones 5.5.1 a 5.5.3, la estructura propuesta debe ser mejorada para incluir elementos que se consideran indispensables según las opiniones recolectadas, dichos elementos se centran básicamente en mejorar el contacto con la realidad del proyecto y en llevar a cabo una experiencia paralela en el laboratorio para obtener los datos necesarios para realizar el diseño, de esta forma, según la opinión estudiantil, se completa el cuadro de realidad sobre el proyecto. Algunos aspectos como las herramientas de simulación y la estructura de cursos anteriores quedan fuera del alcance de lo que se puede realizar en el curso y deberían ser planteadas como mejoras estructurales en el programa de estudios de la carrera.

6.4. Otros aspectos

Un elemento encontrado en el seguimiento realizado, con base en el cumplimiento de los objetivos y la comparación con experiencias previamente desarrolladas pero con ausencia del elemento de vinculación, es la falta de integración de las variables sociales en el desarrollo de las resoluciones del problema. Dichas variables, aunque presentes, se presentan como elementos segregados, no como parte integral de los desarrollos. Este resultado podría ser causado por la misma estructura del proyecto planteado, en la cual, según la misma percepción estudiantil, las sesiones se sensibilización no se integraron de forma adecuada, sino que se realizaron de tal forma que resultan insuficientes.

Debido a esto, la estructura del proyecto debe modificarse para evidenciar una mayor integración, por medio de, entre otras medidas, una mayor constancia de la sensibilización a lo largo del desarrollo del curso, así pues, con el objetivo de desarrollar una estructura que subsane las faltas encontradas en la ejecución del proyecto, en la siguiente sección se plantea una nueva estructura para una eventual aplicación futura, esto con base en las recomendaciones, observaciones y resultados obtenidos.

6.5. Nueva propuesta estructural

Con base en las observaciones y resultados discutidos en las secciones anteriores, se propone un nuevo esquema para la ejecución de la estrategia de vinculación con sensibilización y contextualización por medio del arte, dicha estructura se presenta en la Figura 2. La estructura mostrada en la Figura 2 se centra en el uso del trabajo final como elemento para llevar a cabo la vinculación, se han eliminado el resto de las secciones que se encontraban presentes en la Figura 1 con el objetivo de centrar la atención en las secciones que son objeto de cambio.

Como se muestra en la Figura 2, el proyecto final, que se seguirá ejecutando sobre la base de un proyecto en desarrollo por parte de una institución externa, se posee ahora una nueva serie de relaciones, en lo que respecta a su etapa de diseño. En primer lugar, se presentan como insumos para el

desarrollo del diseño la investigación, que se ya se encontraba implícita en el esquema anterior, sin embargo en este se ha explicitado para mostrarla con el componente nuevo, el cual es el análisis de laboratorio. Este componente se ha incluido porque en la herramienta de evaluación se sugiere como crucial para proveer un mejor y más significativo acercamiento al proceso en desarrollo, además, en conversaciones con el grupo de estudiantes, sostienen que el llevar a cabo mediciones experimentales les daría, no solo una fuente de datos fiable para desarrollar los diseños, sino una mayor significancia para el trabajo realizado, lo cual resultaría en mayor motivación, menor incertidumbre y mejor comprensión de los fenómenos, procesos y operaciones que se desarrollan.

En segundo lugar, se sugiere, por parte de los estudiantes, complementar el contacto con el contexto, ya realizado por el uso de la exposición artística, por medio de una gira de campo donde se pueda observar el lugar donde se llevará a cabo el proyecto, la logística de la adquisición de la materia prima y demás detalles que no son posibles de imaginar de forma adecuada con la sola lectura de un documento. Según la herramienta de evaluación y las opiniones del grupo de estudiantes, esto les permitiría fijar la idea de las bases del desarrollo del diseño y facilitar los procesos de toma de decisiones a la hora de elegir variables y dimensionar equipos. Esto se evidencia en la estructura presentada en la Figura 2 por medio de la gira de campo como elemento contextualizador, en conjunto con la exposición fotográfica, la cual ya se utilizaba con dicho fin.

En tercer lugar, y como último punto identificado, se incluye la exposición de arte como un elemento constante en el curso, evidenciado en la estructura de la Figura 2 por medio de aportes de la exposición a la construcción de los informes. Esto se modifica debido a las sugerencias estudiantiles de difundir la sensibilización a lo largo de una mayor cantidad de sesiones, pues, según su opinión, las sesiones de sensibilización fueron escasas y no se integraron de forma adecuada al resto de las temáticas.

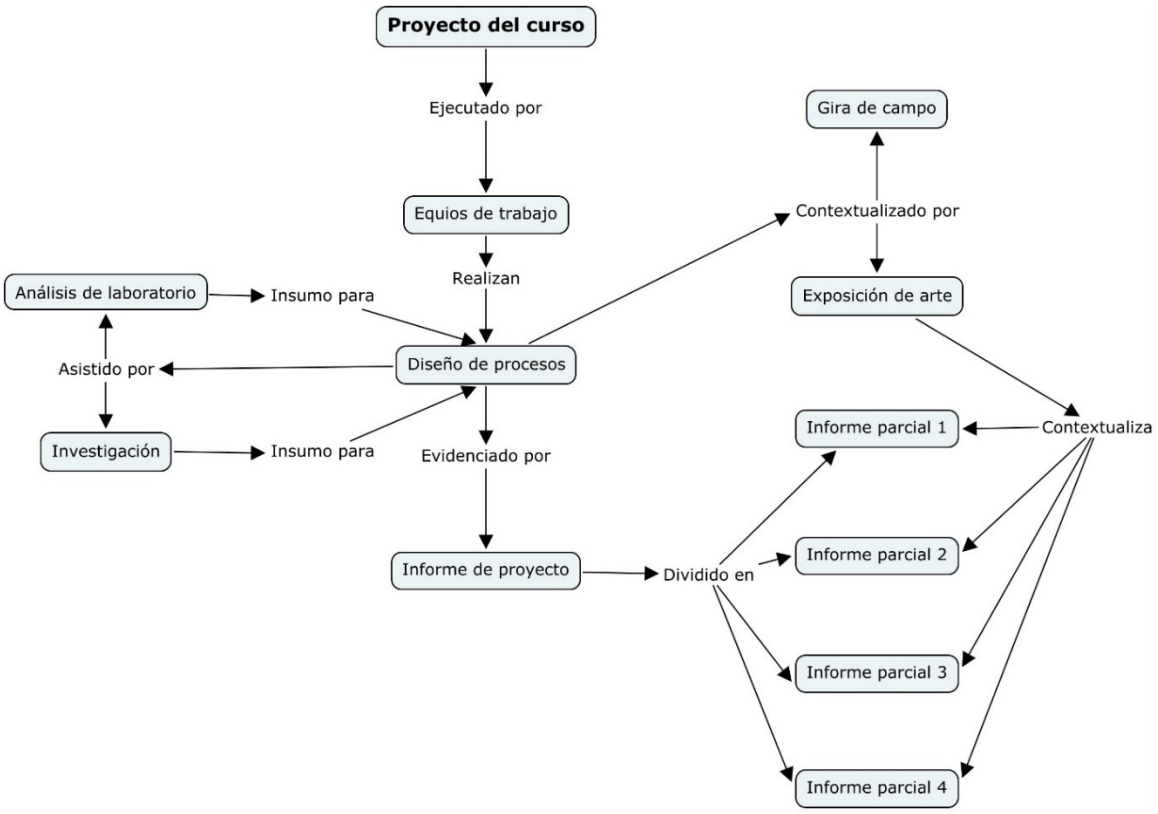

Figura 2. Estructura mejorada de acuerdo a los resultados obtenidos (sección centrada en el proyecto final).

De esta forma, y con base en los análisis previamente realizados, se plantea una modificación de la estrategia inicial, por medio de una estructura de medición, análisis, integración y replanteamiento. La metodología para el replanteamiento se expone con detalle en la sección siguiente de conclusiones.

7. Conclusión

Los resultados obtenidos muestran que la vinculación con un ente externo como estrategia docente en el curso de Diseño de Procesos Químicos, es conceptualmente aceptada y preferida por el grupo de estudiantes en estudio, esto con respecto a un enfoque tradicional en donde se realiza un trabajo de base académica. A pesar de ello, se encontró que la significancia y la pertinencia de la vinculación se pueden incrementar significativamente por medio de la inclusión de un mayor contacto con el contexto de desarrollo y con el proceso en sí que se diseña para solucionar las necesidades planteadas. Según las propias sugerencias estudiantiles se propone incluir análisis de laboratorio y giras de campo, con el fin de visibilizar mejor las bases del proyecto por realizar.

Por otra parte, el uso del arte como agente sensibilizador y contextualizador del proyecto realizado es considerado como un elemento válido por el grupo de estudiantes, sin embargo, se encontró que las sesiones de sensibilización deben realizarse de forma constante, repartidas a lo largo del curso y con una integración fuerte con los contenidos y las necesidades del proyecto, esto gracias a las observaciones estudiantiles.

Además, se realiza un ejercicio de replanteamiento de la estructura, tomando como base la estructura inicial y como fuerza motriz y guía, las recomendaciones estudiantiles, la herramienta de evaluación y las comparaciones con proyectos previos. La estrategia para la construcción de la nueva estructura se resume en el diagrama de la Figura 3, donde se muestran los aportes estudiantiles como base para el ingreso de los nuevos elementos, con los cuales se pretende incrementar el impacto de cada uno de los factores presentes.

La nueva estructura planteada contempla la concientización por medio del arte como una actividad que se debe realizar de forma continua a lo largo del desarrollo del curso y del planteamiento del proyecto, esto con el objetivo de lograr una mejor integración. Además, en conjunto con las exposiciones artísticas, se integra una gira de campo para complementar la experiencia y mejorar el acercamiento con el contexto social.

La herramienta de medición aplicada, en la que se recolectaron las opiniones y experiencias de los equipos de estudiantes, muestra un gran potencial como sensor de dichas experiencias y visibilizador de la perspectiva estudiantil. Se convierte, de esta forma, la perspectiva estudiantil en un agente que proporciona insumos para la innovación docente.

Se concluye que la experiencia docente, como gestora de procesos educativos, debe nutrirse, necesariamente, de las vivencias estudiantiles, ya que el cuerpo estudiantil es quien ejecuta las propuestas del cuerpo docente. La docencia debe articularse de tal forma que el sector estudiantil pase de ser un receptor a un actor crucial, no solo en la ejecución, no solo como objetos de medición, sino como entes que lleven a cabo y colaboren con el mismo diseño de las estrategias que ejecutarán. El cuerpo docente será siempre un proponente, pues su quehacer sustantivo le brinda una gran experiencia de la cual no se puede prescindir, pero la visión estudiantil debe mantenerse siempre presente como actriz principal, pues las generaciones humanas crecen en ambientes de una gran diversidad y dinamismo, con lo cual se genera un desfase entre propuesta y necesidad.

Finalmente, en este trabajo se presenta la estrategia de vinculación modificada, presentada en las Figuras 1 y 2, la cual puede ser tomada como base para aplicaciones particulares. Además, se sugiere adaptar la estructura de la Figura 3 para realizar eventuales adaptaciones de la estrategia, de tal forma que la vinculación quede al servicio de la docencia, para ser aplicada en cada caso en específico, con las necesidades locales, tomando en cuenta las necesidades estudiantiles y el contexto imperante en el ambiente del momento.

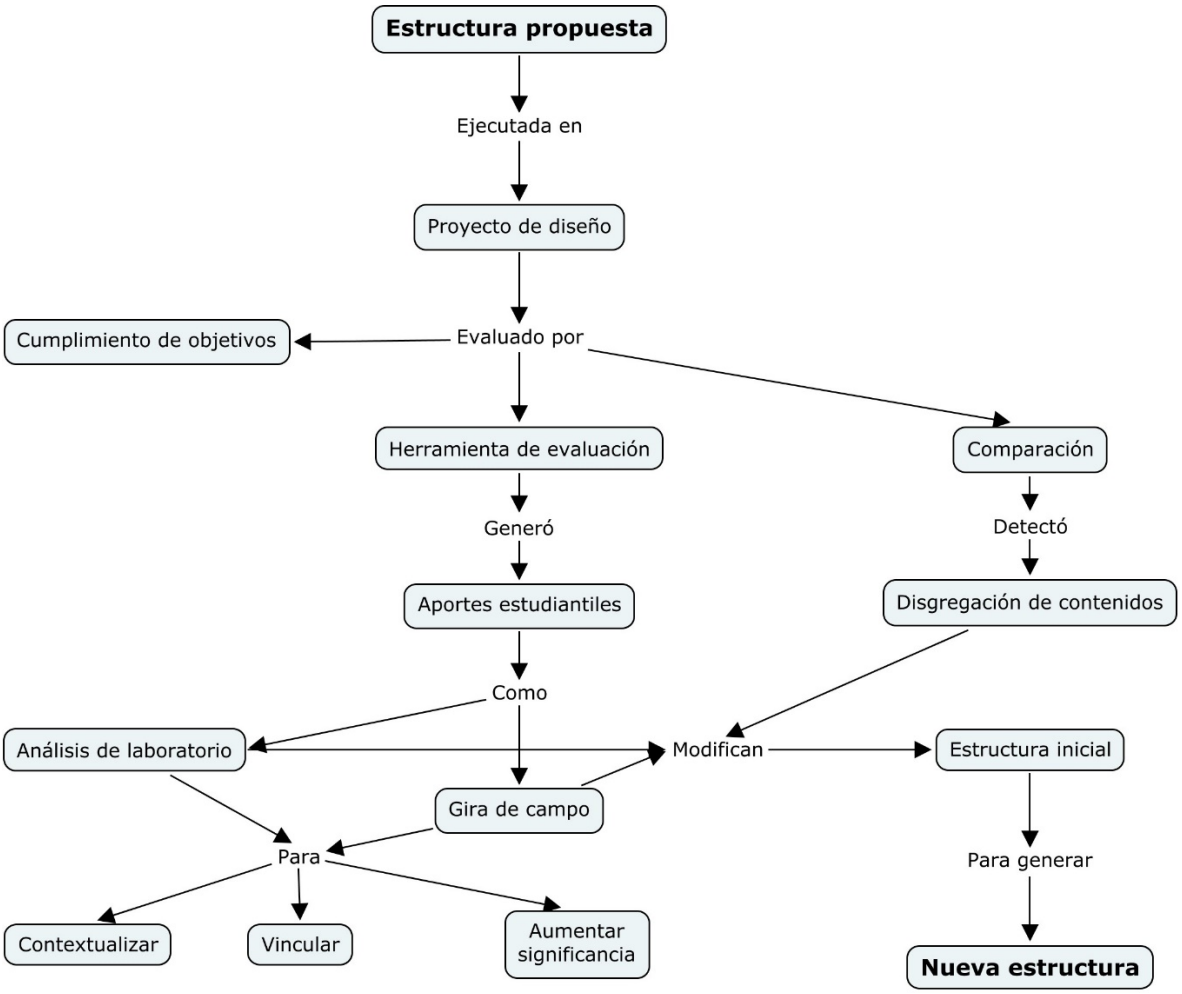

Figura 3. Proceso de reconstrucción de la estructura para generar una nueva propuesta.

8. Referencias

Besterfield-Sacre, M., Cox, M. F., Borrego, M., Beddoes, K., & Zhu, J. (2014). Changing Engineering Education: Views of U.S. Faculty, Chairs, and Deans. Journal of Engineering Education, 103(2), 193–219. http://doi.org/10.1002/jee.20043.

Conway, B. R. (2012). Doing science making art. Trends in Cognitive Sciences, 16(6), 310–312. http://doi.org/10.1016/j.tics.2012.03.007.

Currie, G. M. (2014). The Art/Science Continuum. Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences, 45(4), 352–353. http://doi.org/10.1016/j.jmir.2014.02.003.

Edgington, D. W. (2008). The Japanese Innovation System: University-Industry Linkages, Small Firms and Regional Technology Clusters. Prometheus, 26(1), 1–19. http://doi.org/10.1080/08109020701846 009.

Frasquet, M., Calderón, H., & Cervera, A. (2012). University-industry collaboration from a relationship marketing perspective: an empirical analysis in a Spanish University. Higher Education, 64(1), 85–98. http://doi.org/10.1007/s10734-011-9482-3.

Geil, P. H. (2006). Fifty Years of Nano-Science (Art). Journal of Macromolecular Science: Physics, 45(2), 361–376. http://doi.org/10.1080/00222340600622395.

Howard, S., & Rock, J. (2014). Seeing Science "Through New Eyes" in an Art and Neuroscience Collaboration. Scope: Contemporary Research Topics (Art & Design), 9, 104–107.

Hawkins, H., & Straughan, E. R. (2014). Nano-art, dynamic matter and the sight/sound of touch. Geoforum, 51, 130–139. http://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.10.010.

King, R. (2008). Addressing the supply and quality of engineering graduates for the new century. Sydney, Australia: Carrick Institute. Retrieved from http://www.engineersaustralia.org.au/shadomx/apps/fms/fmsdownload.cfm?file_uuid5424DDB61-BC94–743D-E242-45C258BE89DEsiteName5ieaust.

Lucia, Ó., Burdio, J. M., Acero, J., Barragán, L. A., & Garcia, J. R. (2012). Educational opportunities based on the university-industry synergies in an open innovation framework. European Journal of Engineering Education, 37(1), 15–28. http://doi.org/10.1080/03043797.2011.644762.

Metcalf, S. (2004). Art and Physics. Art Education, 57(1), 25.

Schilling, J., & Klamma, R. (2010). The difficult bridge between university and industry: a case study in computer science teaching. Assessment & Evaluation in Higher Education, 35(4), 367–380. http://doi.org/10.1080/02602930902795893.

Schwartz, B. (2014). Communicating Science through the Performing Arts. Interdisciplinary Science Reviews, 39(3), 275–289. http://doi.org/10.1179/0308018814Z.00000000089.

Van Gorp, M. J., & Grissom, S. (2001). An Empirical Evaluation of Using Constructive Classroom Activities to Teach Introductory Programming. Computer Science Education, 11(3), 247–260.

Vega, J. R., Calderón, J. A., Fernández, N., Garro, L., & Miranda, X. (En prensa). De lo nano a lo cotidiano, el arte como canal para la difusión y la concientización. MOMENTO - Revista de Física.