

## Educación tecnológica, arte y competencias expresivas en la formación para el trabajo

Fecha de recepción: junio 2017  
Fecha de aceptación: agosto 2017  
Versión final: octubre 2017

Claudio Alejandro López (\*)

**Resumen:** Existe una demanda creciente sobre el sistema educativo de nivel medio para cubrir las supuestas exigencias laborales del siglo XXI: competencias en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM por sus siglas en inglés). El presente trabajo expone experiencias en las cuales se integra el arte no solo como fuente de motivación y satisfacción personal sino como generador de habilidades colaborativas y de ayuda para el desarrollo de competencias expresivas y comprensivas en sentido amplio, considerando a estas últimas, junto con la matemática, más adecuadas en la formación para el trabajo y el ejercicio de la ciudadanía.

**Palabras clave:** ciencia – tecnología – educación – experiencia – arte – expresión

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 218]

### Introducción

La presente experiencia tiene lugar en la Escuela Técnica 4 República del Líbano del barrio de Barracas durante el año 2016. Los egresados de la misma, luego de seis años de estudio, obtienen el título de Técnico en Administración de Empresas. Este perfil contiene un núcleo duro de asignaturas administrativo-contables y al depender de la Dirección de Escuelas Técnicas del Ministerio de Educación de C.A.B.A se comienza a implementar gradualmente desde el año 2012 el nuevo currículum que exige la puesta en marcha de talleres de tecnología durante los primeros 3 años de estudio. Lejos de presentar un modelo de educación STEM a seguir – del cual se hará una crítica breve- se intenta encontrar respuestas a cómo crear condiciones que posibiliten el aprendizaje de la ciencia bajo contextos reales a la vez que los alumnos puedan implementar acciones informadas sobre problemáticas socio-científicas tanto en la escuela como en su comunidad.

### Iluminando la escuela

En particular la experiencia se corresponde con uno de los ejes propuestos para segundo año que es Eficiencia Energética, entendida como el conjunto de programas y estrategias para reducir la energía que emplean determinados dispositivos y sistemas sin que se vea afectada la calidad de los servicios suministrados, que en el caso de la experiencia es el servicio de iluminación dentro de la escuela, ya que permite operar con dispositivos electrónicos económicos y a escala, cálculos y técnicas manuales sencillas a la vez que los resultados de los sistemas de control son observables sin la mediación de instrumental (aunque también se los utilicen). El enfoque tradicional sobre el ahorro energético correlaciona el flujo luminoso emitido por una fuente, su vida útil y la potencia eléctrica consumida con el fin de tomar decisiones racionales que reduzcan la facturación de energía eléctrica. Si bien se realiza un análisis en forma gráfica de tales variables, exponiéndola como una estrategia válida para atenuar el problema de la escasez de fondos públicos, gran parte del alumnado de la escuela pertenece a sectores socialmente vulnerables, por

lo que algunas viviendas no tienen acceso a medidores ya que el suministro eléctrico proviene de conexiones compartidas. Esto permite salir momentáneamente de la relación inmediata con la economía y trabajar el concepto de sustentabilidad energética en particular entendida como el uso de formas de energía que satisfagan la demanda actual sin comprometer la de las futuras generaciones mientras que en lo general se trata que el alumno internalice prácticas sustentables tanto en su vida personal como en un posible futuro profesional como determinantes de la calidad de vida de las futuras generaciones. Como uno de los tantos factores sociales vinculados a la eficiencia energética se considera el diseño de entornos visuales confortables y motivadores que permitan realizar actividades sin esfuerzo, a la vez que atendiendo a la diversidad de un aula inclusiva, la buena iluminación colabore en la reducción de los índices de fracaso escolar en alumnos con dificultades visuales parciales.

El eje trabajado involucra mediciones espaciales y el croquizado a escala de las aulas y la disposición de las luminarias, su identificación y el registro de sus niveles lumínicos y de consumo eléctrico junto con una propuesta de mejora del sistema de iluminación basado en las consideraciones arriba expuestas. De haberse limitado el proyecto a estas actividades no hubiese pasado de un mero formalismo, situación bastante similar a la cotidianeidad de cualquier rama de la ingeniería o, al contrario de lo que insisten algunos libros de divulgación, aspectos del día a día donde la matemática y la ciencia generalmente no son divertidas y conllevan mucho trabajo rutinario. Es acá donde viene una ayuda de la mano del movimiento *arts and crafts*, en particular la filosofía de que la tecnología industrial debe estar al servicio de la creatividad del hombre. Los alumnos trabajan sobre la maqueta de una clínica médica donada por el padre de una alumna donde poder desarrollar a escala los conceptos de eficiencia energética e iluminación, experimentando colaborativamente con materiales y herramientas que les permitieron explorar formas de pensamiento visual y resolución práctica de problemas con niveles de motivación y significación superiores al

trabajo más formal –pero aun así necesario- de la mayor parte del proyecto.

### **El semáforo de la esquina de la escuela**

Partiendo de comentarios adversos sobre la temporización del cruce peatonal que corresponde a la escuela –donde suceden regularmente algunos accidentes viales- se propone determinar si era posible entender la lógica del diseño original y a su vez mejorar el funcionamiento del mismo. Se define el sistema a estudiar, en este caso los semáforos del entorno inmediato, precisando los aspectos pertinentes en relación con el estudio que se quiere hacer de ese sistema, o sea el conjunto de variables por las cuales se lo recorta del campo de la realidad en el que se nos aparece (en este caso los tiempos de cada luz frente a los tiempos de espera y de cruce por parte de peatones y vehículos).

Se discute grupalmente el código de representación bajo el cual se modela el sistema, excluyendo formas analíticas con niveles de abstracción que no tienen significación para los alumnos, quedando entonces la opción de una simulación por computadora o una representación física. La primera opción tiene la desventaja de requerir mucha elaboración de una interfaz agradable junto con la necesidad de aprender un lenguaje de programación nuevo, por lo que se logra consenso en la simulación física (parte de la consigna era que la elección de la forma de representación debía ser fundamentada). Se construye entonces el modelo propiamente dicho, estableciendo un cierto número de relaciones entre las variables consideradas en la primera etapa, excluyendo el concepto de onda verde ya que el estudio se centraba en el peatón, que en su mayoría son alumnos de la escuela y familiares con pacientes (niños o bebés) del Hospital Pedro de Elizalde.

Para la medición de los tiempos de las luces se propone que filmen un ciclo completo de señalización con los celulares durante las esperas para entrar a la escuela. Como es un encuentro de calles complejo no se puede apreciar la situación mediante una sola toma, por lo que se tienen que realizar varias que compartieran alguna señalización en común. El trabajo en el aula con las netbooks consiste en sincronizar las diferentes tomas filmadas y con posterioridad programar este comportamiento sobre los kits de desarrollo del microcontrolador Arduino provistos por el Ministerio de Educación. Al igual que el caso de la maqueta anterior los alumnos se involucran en detalles tales como imitar la textura rugosa de los postes de los semáforos o pintar la misma cantidad de líneas peatonales. A diferencia de lo planificado, esta tarea lleva más tiempo que lo previsto pero debido al grado de implicación cognitiva y emocional, a diferencia del tiempo de programación que queda concluido en menos de una hora cuando se habían planificado 3 clases.

Cada alumno tiene que asumir un rol dentro del modelo bajo la forma física de muñequitos tipo playmobil; algunos eran alumnos que cruzaban, otras madres con su bebé en un carrito, un anciano con bastón, un chofer de la línea 102; todos tuvieron previamente que ir cronometrando con sus celulares los tiempos de cruce y obtener los promedios. Se proponen preguntas generadoras

que privilegiaran a determinado actor frente a otro, lo que se vuelca rápidamente en la programación de los semáforos basados en suposiciones de los alumnos sobre cuál tiempo mejoraría la situación, lo que revela las contradicciones que presentaban ciertos supuestos y la coherencia de otros, con el fin que los alumnos no se queden con la idea de que existe una sola forma correcta de hacer las cosas. Como en todos los proyectos la etapa final es presentar un informe final bajo la forma de petición a la autoridad correspondiente de algún tipo de mejora junto con el análisis de porqué se la propone.

### **Orígenes y mitos sobre la educación STEM**

De acuerdo con Teitelbaum (2014) la educación en STEM es puesta en la agenda pública norteamericana en el año 2005 por líderes políticos, empresariales y de opinión y sus fundamentos se resumen así: durante décadas los Estados Unidos estuvieron al frente tanto en cantidad como en calidad de ingenieros y científicos pero se está quedando atrás de sus competidores internacionales en una especie de guerra global por la búsqueda de talentos y por lo tanto arriesgándose a un serio deterioro tanto de su prosperidad futura como de su seguridad. (p. 2). Sin embargo, prosigue el autor, este ciclo compuesto por: (a) un estado de alarma (falta de ingenieros en x especialidad); (b) un proceso de expansión (fomento para generar profesionales en x); y un estado final de contracción (muy pocos consiguen empleo en x porque recién comenzaron sus estudios bajo la demanda máxima).

Este ciclo no es nuevo, se presenta recurrentemente desde el comienzo de la Guerra Fría y entre algunas inconsistencias que muestra en la actualidad no hay evidencia empírica que sustente la posible falta de profesionales STEM.

Por el contrario, el Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica realiza un estudio titulado “La crisis en STEM es un mito” (IEEE, 2013) y lo inicia así: “Usted debe haber visto la advertencia mil veces: muy pocos jóvenes estudian temas científicos o técnicos, las empresas no pueden encontrar suficientes trabajadores en esos campos, y la ventaja competitiva del país se ve amenazada” (parr. 1).

Durante el resto del estudio se muestra que durante la década anterior a su redacción solo se producían 277.000 vacantes anuales en empleos STEM a la vez que 11.4 millones de profesionales graduados en STEM trabajan por fuera de la misma por no haber podido encontrar un puesto vacante en su área o por conseguir una mejor remuneración en otra no específica.

### **Variaciones sobre STEM**

Existe un movimiento que propone transformar STEM en STEAM mediante la incorporación del arte. Root-Bernstein y Root-Bernstein (2011) consideran que este enfoque es correcto pues entre las habilidades de los profesionales STEM creativos las artes y oficios dan el soporte necesario para el pensamiento visual, el reconocimiento y creación de patrones y el modelado (parr. 1). Pero consideran se debe completar este enfoque con las competencias en lectura y escritura para condensarlo en STREAM.

La escritura, como cualquier otro arte, nos enseña el rango completo de herramientas de pensamiento que se necesitan para ser creativo en cualquier disciplina. Para ser un escritor lúcido uno debe observar con agudeza; seleccionar la información relevante; reconocer y crear patrones; usar analogías y metáforas para modelar en palabras la realidad que toma lugar en otra dimensión; traducir sensaciones, sentimientos e intuiciones de forma claramente comunicables y combinar toda esta información sensorial en palabras que generen no solo entendimiento sino también deleite, enojo, deseo o cualquier otra emoción humana que pueda transformar el conocimiento en acción. Pensemos sobre esto: lo que se acaba de describir es lo que un científico o un matemático también hacen. (Root-Bernstein y Root-Bernstein, 2011, parr. 3).

El sociólogo argentino Tenti Fanfani hace un planteo similar aunque no específico como complemento a la enseñanza de la ciencia.

Hay dos competencias básicas. La primera es la competencia expresiva, más que lengua o gramática; es poder ponerles forma a pensamientos, ansiedades, gustos, preferencias, reclamos; oralmente, por escrito, en español y en inglés. Y lo segundo es el lenguaje del cálculo. Son los dos grandes conocimientos instrumentales. Sin esas dos competencias, es muy difícil que un chico aprenda los problemas de la vida, la sociedad, el poder, el conflicto, el mundo físico, el clima, las otras disciplinas. Eso sí que no hay ninguna otra institución que pueda enseñarlo. Con tantas demandas que recargan el currículo escolar, los docentes se pierden en el bosque de los contenidos y su ansiedad es cuánto logran completar del programa. Y resulta que después de muchos años de escolaridad los chicos tienen problemas en esas cuestiones básicas. (Tenti Fanfani, 2015).

### Conclusiones

El discurso incipiente sobre educación en STEM en Argentina es ingenuo en cuanto al planteo de los objetivos -¿Por qué los chicos deberían aprender STEM?- siendo uno de ellos el que su aprendizaje prepara para futuros trabajos que aún se desconocen; simplifica la dimensión didáctica de cada disciplina (matemática, ciencia, tecnología e ingeniería) al considerarlas como una sola entidad, en parte porque sus evangelizadores provienen de la investigación y de la formación de posgrado donde se requieren sólidos conocimientos disciplinares que pueden ser traspuestos a la escuela media presentándolos como entretenidos y aplicables a la vida cotidiana como único requerimiento pedagógico. Una visión alternativa es considerar el aprendizaje de los conceptos y procesos de la ciencia y la tecnología -y sobre las interrelaciones entre ciencia, tecnología y sociedad- no como la preparación para un trabajo futuro sino como el comienzo de una participación activa en la comunidad aquí y ahora.

Los alumnos alfabetizados tanto en ciencia como reflexivos sobre la ciencia están en una mejor posición para evaluar y responder ante supuestas evidencias científicas, hechos objetivos o datos crudos de la realidad usados por las agencias de publicidad, medios de comunicación y en el discurso político, a la vez que mejor equipados para tomar decisiones acerca de su salud, seguridad y economía.

### Referencias bibliográficas

- Tenti Fanfani, E. [Haciendo Escuela Mendoza]. (7 de Mayo de 2015). *Experiencias Educativas Potentes para la Inclusión con Calidad*. [Archivo de video]. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=tUjBWWkTxI>
- Root-Bernstein, R. S., y M. M. Root-Bernstein (2011). *Turning STEM into STREAM: Writing as an Essential Component of Science Education*. Disponible en : <https://www.nwp.org/cs/public/print/resource/3522>
- Teitelbaum, M. (2014). *No Shortage of Shortages. In Falling Behind?: Boom, Bust, and the Global Race for Scientific Talent*. New Jersey: Princeton University Press.

**Abstract:** There is a growing demand on the mid-level educational system to cover the alleged job demands of the 21st century: competences in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM). The present work exposes experiences in which art is integrated not only as a source of motivation and personal satisfaction but as a generator of collaborative skills and help for the development of expressive and comprehensive competences in a broad sense, considering the latter, together with the mathematical, more appropriate in training for work and the exercise of citizenship.

**Keywords:** science - technology -education - experience - art - expression

**Resumo:** Existe uma demanda crescente sobre o sistema educativo de nível médio para cobrir as supostas exigências de trabalho do século XXI: concorrências em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemáticas (STEM por suas siglas em inglês). O presente trabalho expõe experiências nas quais se integra a arte não só como fonte de motivação e satisfação pessoal sina como gerador de habilidades colaborativas e de ajuda para o desenvolvimento de concorrências expressivas e compreensivas em sentido amplo, considerando a estas últimas, junto com a matemática, mais adequadas na formação para o trabalho e o exercício da cidadania.

**Palavras chave:** ciência - tecnologia - educação - experiência - arte - expressão

(\*) **Claudio Alejandro López**, Profesor de Enseñanza Secundaria en la Modalidad Técnico Profesional.