Las actividades experimentales como herramienta indispensable para aprehender la Ciencia.

Roberto Sayavedra Soto [1]

Introducción

En este trabajo se referirá, a la acción de experimentar, como el quehacer primordial de la Ciencia, que en la educación no formal se realiza dentro de los espacios educativos, como los museos, casas de cultura y otros espacios abiertos al público en general. Se comprende que cuando aparece la oportunidad de atender en estos espacios a una determinada comunidad, no sólo es el aspecto lúdico o de entretenimiento lo que se busca ofrecer a dicha población; ya que a la vez cumplirán los objetivos del espacio o museo, sino que también se atenderá a ésta, creando un espacio de desarrollo personal y toma de conciencia del mundo en el que vivimos.

Lo anterior significa buscar lo que se denomina *apropiación social de la ciencia* cuando se realiza la visita a estos espacios de educación no formal. Se relatarán los procesos dentro del quehacer de la Ciencia que se deben llevar a cabo con la población para fomentar dicha apropiación, que aprehendan e incorporen en su vida diaria una actitud científica y lleven a cabo hábitos que los conduzca a la realización de una vida con calidad. Se busca, entonces, no repetir los modelos creados desde el siglo XVII en Europa occidental, sino buscar una mirada holística o sistémica del comportamiento resiliente de la vida misma. En dichos espacios no formales, respondiendo a la pregunta: ¿Qué es es la vida? Y así se responda cada visitante: cómo la vida misma recrea las condiciones para que la vida continúe. (biomimicry.net).

Si se parte parafraseando al biólogo chileno Humberto Maturana (1928) acerca de que todo lo dicho ya fue dicho por alguien, y que todo hacer es conocer, podemos fomentar en estos espacios, con las tecnologías digitales de que disponemos actualmente, la creación de contenidos innovadores (sustainablehuman.tv en Youtube ®) y de valor para la cultura de nuestra población (Jenkins, H. 1958).

El contexto

Las actividades experimentales en la educación no formal deben buscar la gestión de conocimientos significativos en las personas que asisten a los espacios educativos abiertos. Es parte de la experiencia de un divulgador encontrarse con un público que confunde conceptos o ideas; dicho de manera más clara, muchos confunde microscopio con telescopio y/o astronomía con astrología, ya que no hay una conciencia desarrollada en su ser.

1 Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica. Contacto: robsayaso@gmail.com , www.otraescuela.me

También ocurre que cuando se pregunta sobre el quehacer de la ciencia, como: ¿Dónde está la Ciencia, en la mente o en la Naturaleza?, ¿soy parte de la Naturaleza o no pertenezco a ella?, ¿dónde corre el tiempo, allá afuera o en la mente de cada uno de nosotros? Para despertar así en los asistentes al espacio no formal, una toma de consciencia sobre la importancia de su participación en las actividades experimentales.

Nuestra población tiene creencias limitantes que le dificultan ver la necesidad de un cambio, por lo que si no se vive el cambio encargándose del hacer para conocer, no se podrá aprehender la disciplina que nos ocupa. Hoy la Ciencia debe *preparar, disparar y apuntar*, en ese orden, los conocimientos científicos; hacer un experimento o muchos experimentos que nos lleve a una posible solución innovadora de un problema de contexto.

A su vez, la población se encuentra en ambientes tecnológicos enriquecidos por gadgets, como teléfonos inteligentes, tabletas o relojes digitales que miden hasta centésimas de segundo. Esto lleva a modificar la mente sobre lo que se comprende por espacio y tiempo; hay una inmediatez en estos dispositivos, en la respuesta para la obtención de la información y en la comunicación con los semejantes. Se vive en una *era líquida* donde la paciencia de sus habitantes se perdió, y el pensamiento crítico se ha demeritado en las personas de nuestra comunidad. (Bauman, Z. 2015 - 2017). Estos artefactos se utilizan permanentemente y con frecuencia, menos en la escuela.

Esta propuesta busca, entonces, hacer de la Divulgación de la Ciencia un instrumento para apoyar a la educación formal, con participantes en estos espacios de divulgación en los que se descubran como sujetos de poder (hacer cosas), dado que se parte de hacer volar la imaginación para estimular la creatividad, con una metodología que dé paso a lo dicho por Humberto Maturana (Op. Cit.): todo hacer es conocer.

¿Cómo con la experimentación se fomenta la conciencia en cada persona sobre su participación en la Naturaleza?

Actualmente, con las tecnologías digitales dentro de los espacios lúdicos, puede crecer el primero de los pasos del quehacer de la ciencia, la observación, por lo que se proponen, en primer lugar, diez observaciones antes de hacer una inferencia sobre el funcionamiento de la Naturaleza.

Hay mucha información en la WEB, por lo que se debe fomentar, especialmente en el medio educativo, la competencia para discernir la información que aparece en los medios masivos de comunicación: periódicos, televisión, internet, etc. Una primera observación a través de exhibiciones, demostraciones y/o vídeos en museos, casas de cultura o en YouTube ®, fomenta una nueva mirada de la ciencia enfocada a lo observado como un sistema, ahora también complejo. Los

ejemplos están en las propuestas que motivan la participación y despiertan la conciencia y el pensamiento crítico, y que responden a preguntas tales como: ¿Somos parte de la Naturaleza o no?, ¿Cómo los lobos cambian el curso de los ríos?, ¿cómo las ballenas cambian y recobran al clima?[1] Otros ejemplos se relacionan con las demostraciones o exhibiciones en piso, que responden a preguntas como: ¿qué es la *Gravedad*?, ¿qué es la materia obscura?, ¿cómo ver mejor sin lentes?[2]

Con estas ideas para llevar a cabo la observación, como una acción primordial en el quehacer de la ciencia, sin darnos cuenta transcurre el tiempo en la sala de visita, se despierta el interés de los asistentes y surgen las preguntas. Esto nos lleva a que una buena pregunta es necesaria para un buen experimento.

¿Por qué incorporar el mundo de lo digital a los espacios para el aprendizaje?

Henry Jenkins (Op. cit.), académico estadounidense dedicado los medios masivos para la comunicación, comenta acerca de la aparición de una cultura "esparcida" (*spreadable en inglés*) con la que se puede dar valor a los contenidos y a la información que aparece en los ya mencionados medios masivos para la comunicación. Allí los usuarios son consumidores y productores, al mismo tiempo, de contenidos en el mundo de la instrucción formal o no formal, así como de servicios y productos cuando pasen a la sociedad creativamente. Los tiempos modernos de trabajo productivo son ahora vistos como trabajo creativo, en el posmodernismo del siglo XXI, ya no más una comercialización intrusiva que obliga a comprar o asistir, sino a buscar la motivación y lealtad de los usuarios dado que se responde hoy a las expectativas, creadas por el medio masivo de información, de las personas cuando ven el mensaje de promoción. (Jenkins, 2008).

La forma en que se utilizan las tecnologías digitales en los espacios educativos es de vital importancia para estimular y mejorar la participación de los visitantes. En general, los asistentes a las salas de los museos no contemplan que pueden regresar y seguir con su visita en un mediano plazo. Como se mencionó, en la medida que aumente la utilización de estas tecnologías en los espacios educativos formales y no formales, se empezará a atender de manera permanente e innovadora a las comunidades y poblaciones de las zonas donde se encuentran los museos. Lo permanente aparecerá como consecuencia de la participación a mediano y largo plazo de la población atendida, y lo innovador vendrá en los contenidos de Ciencia, que son muchos, y crecen y se actualizan constantemente. Siempre habrá algo que ver, consultar y aprehender en el museo, por lo que hay pretexto para regresar.

---

[1] Ver https://www.youtube.com/user/TheSustainableMan Visitado el 25 de agosto de 2017.

[2] https://www.youtube.com/user/minutephysics Visitado el 25 de agosto de 2017.

Figura 1: Tabla que aparece en la introducción del *Anuario AC/E de cultura digital 2015*. Se puede obtener en la liga: https://www.accioncultural.es/es/anuario_ac_e_cultura_digital_2015_focus_uso_nuevas_tecnologias_museos visitada el 1 de Sept. 2017

La parte experimental en los espacios educativos

En la Figura 1 se resumen las diferentes tecnologías digitales. A este conjunto de alternativas se le define como la *capacidad del sistema* para atender a la diversidad de la población que se desea atender. En las tecnologías llamadas de de *cocreación* y de *experimentación e interacción con contenidos* participan los asistentes, cuyas acciones se traducen en experimentos, parte importante de toda actitud inquisitiva y creativa del quehacer de la Ciencia. Las demás tecnologías enumeradas deben cumplir con las funciones que tiene un museo, casa de cultura y espacios de educación no formal, pero también con lo que toda institución dentro de la educación formal debe tener.

Si se logra la fidelidad o lealtad de la población, y se forma una comunidad, se puede entonces atender a la variedad que ésta requiere, y que la caracteriza en

mucho el contexto de la misma. Conocer esta variedad lleva entonces a los parámetros denominados *de orden*, que reportan clase social y económica, escolaridad, tipos de trabajo y necesidades. Así se pasa entonces a reconocer los parámetros *de control,* como cursos presenciales y en línea, talleres, exhibiciones, y demostraciones que respondan a las expectativas y necesidades de la población, así como tecnologías digitales que cambien el desempeño en la sociedad de las personas que asisten a los espacios no formales.

¿Qué nos dicen las neurociencias cuando las personas se encuentran en espacios lúdicos?; aparecen los hábitos que se fomentan en la convivencia familiar, hábitos que no se olvidan porque provocan momentos felices de convivencia y aprendizajes significativos; hábitos que van desde lavarse las manos antes de preparar un alimento, hasta los que corresponden al quehacer de la ciencia, como es la observación y experimentación. Nos comenta Loretta Graziano (2017) en su libro

LAS CUATRO SUSTANCIAS EN EL CEREBRO
QUÍMICAS DE LA FELICIDAD

DOPAMINA: la alegría de encontrar lo que buscas.
ENDORFINAS: el olvido que enmascara el dolor.
OXCITOCINA: la comodidad de los vínculos sociales.
SEROTONINA: la seguridad de la relevancia social.

Hoy la metodología consiste en retos, demostraciones, talleres y experimentos[3], y cuando se llevan a cabo se trata de lograr: que respondan a las problemáticas de quienes realizan actividades experimentales; y después de muchos experimentos aparecerá la generación de productos y servicios innovadores. Ello genera momentos de felicidad en los asistentes, se descubren como sujetos de poder (hacer cosas), por lo que su autoestima, entusiasmo, conocimientos y confianza crecen. Esto lo confirman las neurociencias en los espacios culturales donde se reúnen a conversar, jugar, expresarse y recrearse con la Ciencia. Otro ejemplo de actividades experimentales y el uso de tecnologías actuales se encuentra en la propuesta de *Familias Creativas* del Tecnológico de Massachussets (MIT).[4]

Los productos se crean para ser llevados a casa o a sus empresas locales. Un ejemplo pragmático es cuando se atiende a una madre o padre de familia por un problema de agua potable a resolver en casa. Se pasa entonces a la realización de experimentos que lleven, vía talleres, principalmente a conocer la calidad del

---

[3] Vistar toda la gama de actividades experimentales, explicadas y catalogadas, a realizar en cualquier espacio educativo con los asistentes, en la liga: http://betosayavedra.com/misitio/cienciapreescolar/ . Visitada el 30 de agosto de 2017.

[4] Se puede conocer la Guía del Facilitador de Aprendizaje Creativo Familiar en la liga: http://familycreativelearning.org/ . Visitada el 30 de agosto de 2017.

agua, conocer el tipo de contaminación, conocer bacterias y virus, medios que ayudarán a combatir los riesgos, así como contaminadores del agua, como filtros y radiación ultravioleta, por ejemplo. Cuando los talleres se repiten surgen las preguntas que inducen a los experimentos.

Hay tecnologías elaboradas por el ser humano, pero también aparecen algunas en la Naturaleza en forma natural, que ayudan, por ejemplo, a conservar y transportar al agua. Todos los conocimientos proporcionados por la Ciencia requieren de un hacer para conocer. La tecnología es inmanente al ser humano; esto quiere decir, cuando se requiere conocer a una sociedad del pasado, se tienen vestigios con la ayuda de la tecnología desarrollada por dicha civilización y se conocerá así el nivel de avance de la sociedad que se estudia. Por lo que, la tecnología también proporciona conocimientos.

Con el advenimiento de la tecnología digital en el mundo de la ciencia y en su experimentación, aparece una nueva teoría para el aprendizaje, *el construccionismo*. Recordemos que un buen experimento comienza con una buena pregunta, que se apoya en la tecnología, y que hay hormonas en el cerebro que se disparan cuando se realiza en equipo, con los amigos o parientes. Seymour Papert (1928-2016) menciona que las grandes ideas surgen cuando se tiene un ambiente de aprendizaje enriquecido con las tecnologías, hoy la mayoría digitales, sin importar si éste es formal o no formal.

Ocho grandes ideas detrás del Laboratorio de Aprendizaje de Seymour Papert

La primera gran idea es: aprender haciendo. Todos aprendemos mejor cuando el aprendizaje es parte del hacer, y que además lo encontramos realmente interesante.

La segunda gran idea es: la tecnología vista como un material para la construcción. La utilización de la tecnología para hacer muchas cosas interesantes facilita el aprendizaje al hacerlas. La utilización de la computadora, los sensores digitales que existen hoy apoyan esta segura idea.

La tercera gran idea: la tecnología es muy divertida. Aprendemos y trabajamos mejor si nos divertimos con lo que hacemos. Pero que sea divertido y lúdico no significa que sea necesariamente fácil. La mejor diversión es *buena diversión*. Las estrellas del deporte trabajan muy duro en los entrenamientos, y durante muchas rutinas, para descollar en su disciplina, el carpintero más exitoso se divierte cuando hace carpintería, los hombres de negocios más exitosos se divierten cuando trabajan haciendo negocios.

La cuarta gran idea: aprendiendo a aprender. Muchos estudiantes tienen la idea de que la única manera de aprender es pensando duro; esto es lo que hace que ellos siempre reprueben en la escuela y en la vida; nadie puede enseñarnos

todo lo que necesita saber; cada quien tiene que hacerse cargo de su propio aprendizaje.

La quinta gran idea es: tomar el tiempo - el tiempo necesario para realizar el trabajo. Muchos estudiantes en la escuela utilizan cinco minutos para cambiar de salón y cincuenta minutos para tomar una clase en otra aula, hacen una cosa, luego otra y después lo siguiente. Si alguien les dice lo que deben hacer, entonces se aburren. La vida no es así. Para hacer algo importante hay que aprender a administrar el tiempo por uno mismo. Esta es una lección difícil para muchos de nuestros estudiantes.

La sexta gran idea es la más grande de todas: puedes ir en el camino correcto a una posible solución sin que te equivoques. Ninguna persona obtiene éxito cuando trabaja la primera vez. La única manera de ir en el camino correcto es observar cuidadosamente lo que pasa cuando se va en el camino incorrecto. Para tener éxito necesitas de la libertad de un vagabundo en el camino.

La séptima gran idea es hacer con nosotros mismos lo que hacemos con nuestros alumnos. Estamos aprendiendo permanentemente. Obtenemos mucha experiencia de cada proyecto. No tenemos ideas preconcebida sobre cómo trabajaremos exactamente para sacar adelante el proyecto. Nos divertimos cuando lo hacemos, pero también esperamos que no sea nada fácil la empresa. Esperamos tomarnos el tiempo necesario para sacar el trabajo de manera eficaz. Cada dificultad que encontramos es una oportunidad para aprender. La mejor lección que podemos darle a nuestros alumnos es que nos vean confrontándonos con el aprendizaje.

La octava gran idea es que estamos entrando en un mundo digital donde saber o conocer de tecnología digital es tan importante como leer y escribir. El aprendizaje sobre computadoras es esencial para el futuro de nuestros estudiantes, pero el propósito más importante, sobre todo lo demás, es usarlas para aprender.[5]

Este quehacer se puede realizar con la ayuda de las tecnologías digitales: termómetros, PHmetros, multímetros, pero también con impresoras 3D. Lo digital ayuda a la eficiencia y obtención de resultados eficaces, que junto con las gráficas en tiempo real, donde también se grafica la intervención del que realiza el experimento, lleva a una toma de consciencia del equipo que participa haciendo experimentos para resolver posiblemente una problemática del contexto en que viven. Esto es, las tecnologías digitales que están destinadas para la cocreación (Ver la Figura 1).

---

[5]Estos ocho puntos los redactó un colaborador de Papert: Stager, Gary S. (2006). An Investigation of Constructionism in the Maine Youth Center. (Ph.D.), The University of Melbourne, Melbourne. Más ideas sobre *el construccionismo* se pueden ver en el documento que aparece con el mismo nombre en la siguiente liga: http://enriqueciendoexperiencias.betosayavedra.com/otraescuela/2016/01/27/el-aprendizaje-se-esta-moviendo-por-otros-caminos/ . Visitada el 29 de agosto de 2017.

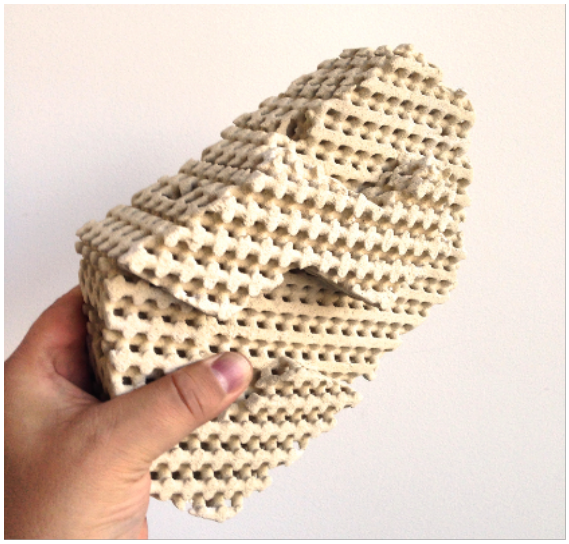

Figura 2. Tabique construido con material liviano y con la ayuda de una impresora 3D, que propicia la evaporación del agua, y enfriar el aire caliente que pasa por él. Varios de estos tabiques ligeros forman un sistema de aire acondicionado, ideal para zonas calientes,[6] donde los consumos de energía eléctricas son muy altos y costosos.

Esta dinámica, que es tanto social como de participación de la comunidad, responde a lo que actualmente, en tiempos modernos, buscan tanto instituciones como comunidades seculares para construir comunidades de participación, y que le dan a la ciencia el papel de protagonista principal ya que si recordamos que vivimos problemáticas serias de afectación a nuestro planeta, pero también a la misma población:

> "La herencia del kantismo nos dejó la tarea de conciliar el respeto a la propia dignidad con el respeto a la dignidad de todo ser humano. La conciencia del sujeto es objeto del conocimiento científico. Esto permite que el hombre se conciba como sujeto y objeto de sí mismo. La riqueza de este nuevo diagrama muestra la dignidad de la persona en tanto ser autónomo. Así, el derrotero de la modernidad se dividirá por diferentes caminos. Aquí nos interesa destacar dos, el de la fenomenología y el del personalismo, por obvias razones." (Sánchez, p. 39)

Resalto lo mencionado en el párrafo anterior del libro de Cipriano Sánchez: *La conciencia del sujeto es objeto del conocimiento científico*. Ya que se tienen las evidencias de los eventos realizados con diferentes públicos haciendo nieve de limón y apoyándose con un termómetro digital, donde los participantes, asombrados por la rapidez en el quehacer de la nieve, observaron en la gráfica en tiempo real donde aparece el arresto de temperatura donde ocurre el cambio de fase (Ver Figura 3). Cómo ellos son los que alteraron al sistema en tiempo y energía suministrada, lo que les llevo a tomar conciencia de su participación en un fenómeno natural, y reflexionar con los asistentes acerca de las problemáticas mundiales sobre producciones *molares* de energía y problemas en la salud de las personas cuando consumen alimentos congelados durante todos los días de la semana. ¡Come saludable produciendo tus alimentos con lo aprendido en el Centro de Ciencias o Museo!

---

[6] http://www.emergingobjects.com/project/cool-brick/ Visitado el 25 de agosto de 2017

A manera de conclusiones

Cuando se tiene la oportunidad de utilizar los avances de la ciencia y la tecnología con la audiencia en un espacio lúdico, es un trabajo de investigación en la acción, ya que se observa un convergencia con las tecnologías alterando la cultura de la población. Esta convergencia altera la lógica con la que operan las industrias mediáticas y con la que procesan la información y entrenamiento los consumidores de los medios: “Tengan bien presente que la convergencia se refiere a un proceso, no a un punto final.” (Jenkins, 2008)

También se hace énfasis. como ya se mencionó, de una alfabetización digital creadora de valor y de crecimiento de nuestra cultura,[7] donde todos somos productores y consumidores (*prosumidores*) al mismo tiempo. Por otro lado, el ejemplo de Israel Márquez en su libro *Genealogía de la pantalla (*2015*),* menciona al celular como la “pantalla total”; así, el usuario cumplirá, con este gadget, un sinfín de actividades, tanto de entretenimiento como de aprendizaje.

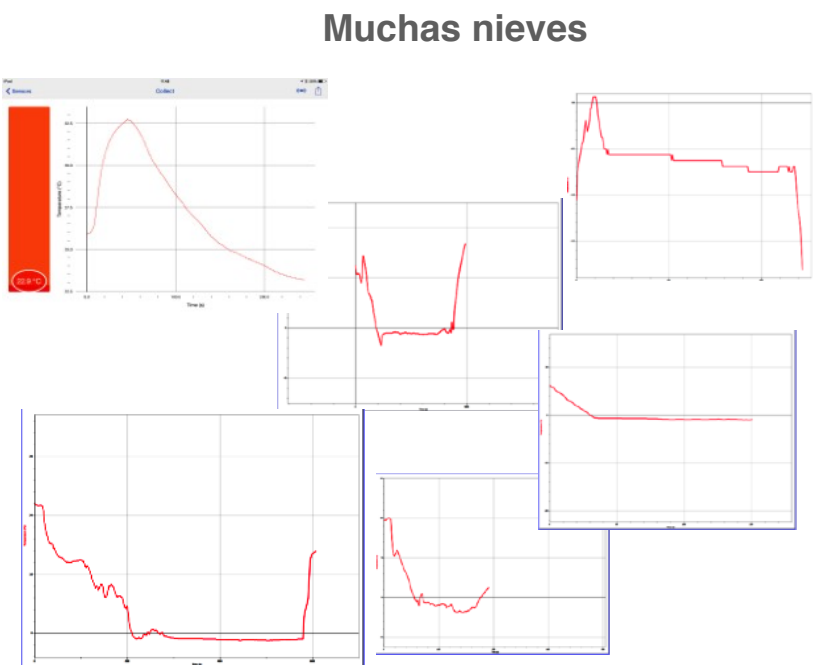

Figura 3. Se observan diferentes gráficas de un mismo fenómeno, debido a que son diferentes equipos de personas quienes la hacen. Las condiciones iniciales y el momento de cambio de fase son diferentes en el tiempo. Más información se encuentra en el video: https://youtu.be/Y2dvOWICrTw. Visitado el 1 de septiembre de 2017.

[7] Ver 7Vortex.com, visitada el 29 de agosto de 2017

Bibliografía

Acción Cultural Española, 2015. *Anuario AC/E 2015 de Cultura Digital*. Modelos de negocio culturales en Internet. https://www.accioncultural.es/es/anuario_ac_e_cultura_digital_2015_focus_uso_nuevas_tecnologias_museos Visitada el 1 de Sept. 2017

Graziano, L., 2017. *Los hábitos de un cerebro Feliz. Reentrena tu cerebro para aumentar los niveles de serotonina, dopamina, oxcitocina y enforfinas*. España: Ediciones Obelisco, S.L.

Jenkins, H. 2008. *Convergence culture: la cultura de la convergencia de los medios de comunicación*. Barcelona: Editorial Paidós.

Jenkins, H., Ford, S. y Green, J., 2017. *Cultura Transmedia. La creación de contenido y valor en una cultura en red*. Editorial Gedisa, S.A.

Márquez, I., 2015. *Una genealogía de la pantalla: del cine al teléfono móvil*. Barcelona: Editorial Anagrama.

Sánchez, C., 2016. *Construcción de Comunidad en Tiempos Posmodernos. Dos polacos en diálogo: Zygmunt Bauman y Karol Wojtyla*. México: Siglo XXI Editores.