



## MONTERREY RESPIRA: MEJORANDO LA COMPETENCIA CIUDADANA DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS MEDIANTE EL MONITOREO PARTICIPATIVO DE LA CALIDAD DEL AIRE

**Raúl Yusta García**  
Tecnológico de Monterrey

**Irais Monserrat Santillán Rosas**  
Tecnológico de Monterrey

---

**Área temática:** A.17) Educación Ambiental para la sustentabilidad.

**Línea temática:** 4. Prácticas pedagógicas y didácticas de los educadores ambientales.

**Tipo de ponencia:** Intervenciones educativas sustentadas en investigación.

---

### **Resumen:**

Esta intervención educativa consiste en la mejora de las competencias de ciudadanía de estudiantes en sus primeros semestres de ingeniería a través de la gestión participativa de laboratorios remotos de calidad del aire en ocho zonas diferentes de Monterrey, México. Con el uso de equipos que pueden el nivel de contaminación en el aire, los estudiantes se dividieron en equipos de 4 a 5 miembros y visitaron su zona asignada en 3 días diferentes, midiendo el nivel de contaminación en 24 puntos clave de su zona: 8 lugares con una cantidad alta de tráfico vehicular, 8 en calles pequeñas con poco tráfico y 8 lugares en zonas verdes, como parques. Los alumnos anotaron las mediciones y elaboraron un reporte final sobre su zona, entregando sus reportes a autoridades de las comunidades locales en su zona asignada.

**Palabras clave:** Laboratorio remoto, PM, aire, educación ambiental, competencia ciudadana.

## Introducción

Según organismos internacionales, Monterrey es la ciudad más contaminada del país en partículas PM 2.5 y la tercera ciudad más contaminada de Latinoamérica en partículas PM 10 (OMS, 2014). Las consecuencias de la polución de esta ciudad sobre la salud pública son graves, y hace necesaria la toma de conciencia ciudadana de los alumnos para contribuir en una lucha por el aire limpio que es, en fin, una lucha en beneficio de todos.

Dada la situación de ausencia de seguridad en muchos puntos del país en los últimos años los alumnos del Tecnológico y de otras universidades han restringido sus circuitos geográficos en su vida académica y social. Los alumnos transitan y conocen menos de otras zonas de su propia ciudad distintas de su colonia y su universidad. Desde la perspectiva de los conflictos ambientales urbanos que padece su ciudad, el alumno está hoy más desconectado emocionalmente que antes, ya que se dificulta sentir empatía por comunidades afectadas cuando se transita y se convive poco o nada con estas. El alumno tiene menos opciones de construir otra percepción de su comunidad distinta de la superficial dicotomía de zonas más y menos privilegiadas, que lo mantiene en una relación distorsionada con la ciudad, donde sus conciudadanos no son percibidos como aliados de intereses comunes y agentes con gran potencial de cambio social, sino como residentes de zonas “malas”, candidatos a merecer en todo caso caridad y aspirantes a mudarse a una zona “mejor”. Como resultado, constatamos los profesores de Cambio Climático que muchos alumnos no se sienten conectados emocionalmente con esta temática.

Si el alumno desarrolla su competencia ciudadana puede mejorar esta problemática. Concretamente mediante la sensibilización sobre los problemas locales que afectan a su ciudad, pero sobretodo mediante la participación activa para empoderar a las comunidades afectadas a través de la colaboración en condiciones equitativas. La empatía y la implicación respecto a los retos ambientales pueden mejorar al sentir que el alumno trabaja para hacer, y no tanto para comprender, generando impacto en la sociedad a través metodologías y herramientas tecnológicas de vanguardia.

En diciembre 2013, DINAMIA Investigación Social Estratégica entrevistó a más de 1400 jóvenes estudiantes de preparatoria y universidad del AMM con el fin de investigar cuál era la percepción de los estudiantes sobre la calidad del aire en el AMM, encontrando que 44% de los jóvenes consideraba que la calidad del aire respirado era mala o muy mala, 30% la consideraba regular y solamente un 26%, buena. Sin embargo, sólo el 14% de los jóvenes entrevistados conocía dónde consultar el estado de la contaminación del aire; el 61% pensaba que la industria era la principal fuente de contaminación, y el 84% consideraba que las medidas efectuadas hasta el momento para reducir la contaminación no habían sido exitosas. Por otra parte, estudios de percepción han revelado que los ciudadanos mexicanos consideran que la información presentada por el gobierno mexicano en materia de cambio climático, está sesgada hacia el alarmismo, y considera que no sirve que ellos actúen si el gobierno no actúa antes, y no se sienten responsables del problema (Gutiérrez-Yurrita et al, 2015).

Lo anterior refleja un entendimiento incompleto sobre las causas y consecuencias de las problemáticas de contaminación atmosférica y cambio climático, lo que, de acuerdo al modelo de déficit de conocimiento, puede derivar en una reluctancia a tomar acciones de solución ante estos problemas. En este sentido, Lee et al. (2013) sugiere que los esfuerzos de educación en este tema deberían incluir aprendizaje basado en acción y consideración de los individuos dentro de sus contextos socioculturales.

Lee sostiene que una educación efectiva requiere proveer información que los usuarios sientan como relevante conforme a sus valores y perspectiva del mundo. Las redes sociales, por ejemplo, favorecen la formación de comunidades en línea con intereses y valores comunes, compartiendo enormes cantidades de información que resulta relevante para grupos específicos.

Por otro lado, típicamente las comunidades afectadas directamente por problemáticas ambientales carecen de las herramientas y técnicas necesarias para participar en las decisiones relevantes para su comunidad, aunque el desarrollo de actividades de ciencia ciudadana de tipo monitoreo colectivo, utilizando equipos de bajo costo y fáciles de utilizar, podría empoderarles en la resolución de esta situación.

## Desarrollo

### Diseño conceptual y metodológico de la intervención

El modelo de educación por competencias está establecido desde hace años tanto en el sistema educativo europeo (UE, 2000) como en el Mexicano (CONOCER, 2004), y el Tecnológico de Monterrey lo asumió como propio para vertebrar su oferta docente (Edutrends, 2015). Este modelo incorpora la idea de que la educación emerge de distintas experiencias de vida con un enfoque sistemático hacia el saber desempeñar, interpretar y actuar con maestría en diferentes escenarios (Argudin, 2006). Es un modelo más holístico y más cercano a los planteamientos de la educación ambiental, la cual desde sus primeras formulaciones ha estado ligada a la sensibilización y resolución de problemas ambientales concretos (Stapp, 1969) y cuestiona el enfoque pedagógico basado solamente en la transmisión de conocimientos ambientales, ante la necesidad de cambiar actitudes y conductas observables respecto a problemas ambientales (Hungerford, 1990).

Con un trasfondo de globalización, individualización creciente y uniformidad cultural, aparece la necesidad por parte del alumno de gestionar un mayor grado de complejidad e incertidumbre en cuestiones ambientales (Barth, 2007). Para afrontar dichas cuestiones el alumno necesita desarrollar no solo competencias disciplinares propias de su área de estudio, sino también competencias transversales que le permitan desarrollar una relación armoniosa y participativa con su entorno (Tobón, 2009), y que refuercen los valores éticos e inteligencia emocional el alumno para desempeñar con maestría adaptándose a diferentes contextos (Lozano & Herrera, 2011).

Una de estas competencias transversales es la competencia ciudadana, presente en el currículum del Tecnológico (TEC, 2009) y definida como aquella que capacita a los alumnos a conocer y ser sensibles a la realidad social, económica, política y ecológica y a actuar con solidaridad y responsabilidad ciudadana para mejorar la calidad de vida de su comunidad.

En el TEC, la mejora de la competencia ciudadana es cada vez más participativa y ha evolucionado de las actividades de asistencialismo al desarrollo comunitario hacia la visión de una sociedad más democrática. (TEC, 2009). También la educación ambiental a nivel universitario se ha ido orientando hacia el desarrollo de competencias clave que permitan al alumno participar de forma activa, reflexiva y cooperativa en la consecución de la sostenibilidad (Barth, 2007). Ejemplos de estas son el trabajo interdisciplinario, la percepción cosmopolita, la cooperación y las habilidades participativas (De Haan, 2006).

En consecuencia la actividad educativa contribuye tanto más al desarrollo de la competencia ciudadana en el alumno en la medida que este toma un rol de mayor participación y gestión de la misma. Este proyecto utilizará una metodología activa- participativa, frecuentemente citada también como "Citizen Science" o ciencia ciudadana, y definida como "una metodología de investigación colaborativa que involucra equitativamente tanto a investigadores como a participantes, y reconoce las fortalezas que cada uno aporta. Comienza por un tema de investigación de interés para la comunidad y se ayuda de combinar conocimiento y acción para un cambio social que mejore la salud comunitaria y reduzca las desigualdades en salud pública" (Green, 2003).

La ciencia ciudadana se aleja del paradigma positivista que presupone existe un conocimiento objetivo, separado del investigador y alcanzable mediante un proceso objetivo, sin prejuicios (Bárbara, 1998). En cambio, la ciencia ciudadana se acerca al paradigma de la teoría crítica para el cual existe una realidad influenciada por factores sociales, políticos, económicos, culturales y de género que cristalizan a través del tiempo (Guba&Lincoln, 1989).

En este contexto participante e investigador están conectados, y de esta relación surge un conocimiento. La ciencia ciudadana se caracteriza por incluir a la comunidad, y no solo a los académicos, como agentes productores de conocimiento, por facilitar relaciones colaborativas con la comunidad en todas las fases de la investigación y por promover el co-aprendizaje y el empoderamiento para reducir las desigualdades sociales (Barbara, 1998). Se centra más en el proceso que en los resultados y la propiedad de estos, en el cual la comunidad asume total o gradualmente la definición del tema de investigación, la recolección de datos y su interpretación (Cornwall&Jewkes, 1995), en busca de un conocimiento más orientado a la acción que a la comprensión.

Esta metodología participativa ha tomado mucho impulso en la última década en la educación ambiental gracias al desarrollo del software online, el hardware basado en tecnologías móviles PDA y la toma de conciencia del potencial enorme que el voluntariado tiene como mano de obra, como fuente de propuesta y talento (Silvertown, 2009) en campañas de formación del público general que van desde el monitoreo de poblaciones de aves o fungi hasta la vigilancia de calidad de agua o aire (Open Air Laboratories, 2019).

Los alumnos pasan en esta metodología de ser transmisores de conocimiento a ser facilitadores y colaboradores en la creación de nuevo conocimiento junto con la comunidad, poniendo en práctica acciones y actitudes de participación que mejoran su competencia en ética ciudadana ( Merenlender, 2016; Kelemen-Finan, 2013; Branchini, 2015). Desarrollando a la vez virtudes participativas que desde la educación ambiental se entiende como básicas para gestionar los retos de contaminación en el futuro próximo (Ferkany & White, 2011).

### Descripción de la Actividad

Los alumnos participantes formaron equipos de cuatro a cinco miembros y eligieron de forma aleatoria un pedazo de papel que les instruía sobre qué zona les había sido asignada. Cada equipo recibió un aparato diseñado para medir el nivel de contaminación en el ambiente: un Airbeam 2 PM 10 y PM 2.5. Los equipos se organizaron y visitaron su zona asignada en 3 días diferentes, midiendo el nivel de contaminación en 24 puntos clave de su zona: 8 lugares con una cantidad alta de tráfico vehicular, 8 en calles pequeñas con poco tráfico y 8 lugares en zonas verdes, como parques. Los alumnos anotaron las mediciones y elaboraron un reporte final sobre su zona, entregando sus reportes a autoridades de las comunidades locales en su zona asignada.

Figura 1: Mapa de las zonas que se le asignaron a los estudiantes para la actividad



### Rasgos Centrales de su seguimiento

El seguimiento sobre la intervención educativa se vio reflejada en la evaluación de los estudiantes en la materia que cursaban. Se llevaron a cabo actividades antes, durante y después de que los alumnos salieron

a hacer mediciones en sus zonas asignadas. Los alumnos elaboraron una redacción individual en la cual se le pidió que formulara el problema de la contaminación urbana de su ciudad, sus actores, factores y estado del problema.

Después de tener la experiencia de ir a hacer las mediciones por tres días, los alumnos entregaron un documento en donde enlistan los registros de los datos de contaminación que recolectaron y la información de los contactos con la comunidad a la que le entregarían su reporte final. Al final del proyecto se entregó un reporte final donde cada grupo interpretó los niveles de contaminación y compartió las reflexiones y aprendizajes personales sobre el proyecto.

### **Evaluación de la Experiencia**

Se diseñó una evaluación a través de dos instrumentos de evaluación cualitativa. El primero consistió en repartir entre los alumnos el test publicado por Shepherd et al (2008) Sustainable Development Scale, que analiza el nivel de reflexión del alumno en relación a la sostenibilidad. Los alumnos realizaron el test al inicio de proyecto y al finalizar el proyecto. En segundo lugar se llevó a cabo un grupo focal con 12 estudiantes con la intención de escuchar a los estudiantes involucrados que realizaron la actividad, que involucra medir el nivel de contaminación alrededor de las diferentes zonas de la ciudad en la que viven. Durante el grupo focal, se recolectaron datos sobre su primera impresión de la actividad cuando se les presentó por primera vez, sus experiencias mientras trabajaban en este proyecto, las dificultades que podrían haber enfrentado al calibrar o leer los datos, la forma en que decidieron dónde y cómo deberían usar el dispositivo de medición según sus criterios, la interpretación de los resultados que habían recopilado hasta el momento y si la actividad había sido lo que esperaban. También se les solicitó compartir cualquier información que consideraran necesaria que pudiera ser útil para futuras imparticiones de esta actividad.

Otros puntos clave que fueron tratados en el grupo focal incluyeron:

- Si las instrucciones fueron suficientemente claras
- Si la actividad tuvo un nivel alto de dificultad para completarse
- Si el medidor de contaminación fue fácil e intuitivo de usar
- Si esta actividad tuvo un impacto en la forma en la que se perciben a sí mismos y a su entorno
- Si la actividad había servido para concientizarse sobre el nivel de contaminación en su entorno
- Si esta experiencia práctica realmente podría cambiar la perspectiva de las generaciones futuras
- Si esta intervención la calificaban como algo útil, innovador, divertido o cualquier otro adjetivo que consideraran razonable

## Conclusiones

Cuando se les cuestionó a los alumnos si la actividad de salir a hacer la medición de la contaminación del aire en la zona que les fue asignada funcionó para hacerles reflexionar sobre el impacto que ellos tienen en el medio ambiente, muchos expresaron que el proyecto les hizo conscientizarse sobre actos que antes hacían de forma consuetudinaria.

Por ejemplo, el uso de sus vehículos, algo que previamente daban por sentado y no consideraban fuera de lo normal, se convirtió en un punto de conversación para tratar de coordinarse entre ellos para procurar usar un sólo vehículo para varias personas. Algunos alumnos, al ser asignados zonas que nunca antes habían visitado, también abrieron los ojos sobre las grandes diferencias que se pueden percibir dependiendo de la zona en la que uno se encuentre. Permitirse conocer su propio territorio, Monterrey, por medio de estas experiencias de salir a hacer las mediciones o escuchar las anécdotas o experiencias de los otros equipos; apoyó la comunicación y el trabajo en equipo entre los estudiantes.

Finalmente, la responsabilidad de tener que contactar con autoridades en las zonas que les fueron asignadas para hacer la entrega de su reporte final probó ser un reto interesante que abrió los ojos de los participantes sobre diferentes maneras en las que podían ayudar a promover la conscientización del los altos niveles de contaminación en sus comunidades. También resultó gratificante para los estudiantes saber que sus esfuerzos no servirían únicamente para cumplir con una actividad académica; sino que el reporte de sus hallazgos sería de utilidad para que las autoridades contactadas pongan en marcha nuevas medidas para tratar de contrarrestar el alto nivel de contaminación que fue registrado en sus comunidades.

Para futuras imparticiones de esta actividad; los alumnos hicieron varias observaciones valiosas que se tomarán en consideración para facilitar la organización del proyecto. Por ejemplo, cuando los equipos se formaron, los alumnos recomendaron que a la próxima se le recomiende a los participantes formar equipos tomando en consideración dónde viven los otros miembros del equipo; con la intención de que ponerse de acuerdo y usar un solo vehículo cuando llegue el momento de ir a hacer mediciones. Así mismo, los estudiantes recomendaron evitar ir a hacer mediciones en zonas donde se encuentren embajadas de otros países u hospitales; ya que tuvieron algunas experiencias incómodas en donde se les cuestionó qué estaban haciendo y se les solicitó retirarse. Finalmente, los estudiantes comentaron que la experiencia de entregar el reporte final, a pesar de causar mucha satisfacción personal, se siente sólo como el primero de muchos pasos que se podrían hacer para darle seguimiento a sus esfuerzos. Se inició una conversación sobre la posibilidad de compartir sus hallazgos y mediciones en una página web o alguna plataforma informativa digital. Esta intervención educativa seguirá impartándose en estudiantes universitarios de ingeniería, procurando mejor cada aplicación con el apoyo y retroalimentación de los estudiantes participantes.

## Referencias

- Argudin, Y. (2006). Educación basada en competencias. pp3.
- Barbara, A. I. et al. (1998). Review of Community-based research: Assessing partnership approaches to improve public health. Annual Review of Public Health. Vol 19, pp 173.
- Barth, Matthias et. al. (2007). Developing key competencies for sustainable development in higher education. International Journal of Sustainability in Higher Education. Vol.8 Issue 4: pp 416-430.
- Branchini, S. et. al. (2015). Participating in a citizen science monitoring program: Implications for environmental education. PLoS One. Vol.:10 núm.7
- Cornwall, A.; Jewkes, R. (1995). What is participatory research? Social science and medicine. Vol 41(12), pp. 1669
- Consejo Nacional de Normalización y certificación de Competencias Laborales (CONOCER).2004.
- De Haan, G. (2006). The BLK "21" programme in Germany: A "Gestaltungskompetenz"-based model for education for sustainable development. Environmental Education Research. Vol 1, pp 19-32.
- Edutrends Report - Observatory of educational innovation of Tecnológico de Monterrey (2015).
- Ferkany, M.; White, P. K. (2011). The importance of participatory virtues in the future of environmental education. Journal of Agricultural and Environmental ethics. Vol25. pp 419-434.
- Green, I.W. (2003). Tracing federal support for participatory research in public health. Community based participatory research in health. pp 410.
- Guba, E.G.; Lincoln, Y.S. (1989). Fourth Generation evaluation. pp 294.
- Hungerford H. R. (1990). Changing learner behavior through environmental education. The Journal of Environmental Education. Volume 21, Issue 3.
- Kelemen-Finan, J.; Knoll, C.; Pröbstl-Haider, U. (2013). Citizen science - Really cool or just stupid? Lay monitoring as contribution to the environmental education of young people. Naturschutz und Landschaftsplanung. Vol 45, no6, pp171.
- Merenlender, A. M. (2016). Evaluating environmental education, citizen science and stewardship through naturalist programs. Conservation Biology. Vol 30. pp 1255-1265.
- Silvertown, Jonathan. (2009). A new dawn for citizen science. Trends in Ecology & Evolution. Vol 24, issue 9, pp 467-471.
- Stapp, William B., et al. (1969). "The Concept of Environmental Education." Environmental Education 1(1): 30-31. Reprinted in Schoenfeld, 1971b: 53-54.
- Tecnológico de Monterrey. (2009). Manual para evaluadores de las competencias Ciudadanas del QEP. Vicerrectoría de Profesional-Dirección de Formación Ética y ciudadana y Vicerrectoría de Normatividad y asuntos Estudiantiles-Dirección del Plan para el Mejoramiento del Aprendizaje (QEP). pp 3.
- World Health Organization (2014). Ambient Air Pollution Database Update. Ginebra, Suiza.