

Science as a tool of inclusion and educational motivation: INLUCIENCIA

Las ciencias como herramienta de inclusión y motivación educativa: INLUCIENCIA

José M. González-Domínguez^{1*}, Beatriz Monerri², Javier Fontiñán³, Cecilia Barbas-Bernardos⁴, Miguel A. Álvarez-Sánchez¹, Clara Carrera¹, Horacio Salavagione⁵, Marián Gómez-Fatou⁵, Ana M. Benito¹

1. Grupo de Nanoestructuras de Carbono y Nanotecnología (G-CNN). Instituto de Carboquímica. CSIC. C/ Miguel Luesma Castán, 4, 50018 - Zaragoza

2. Universidad Complutense de Madrid, C/José Antonio Novais, 12, Ciudad Universitaria, 28040 - Madrid

3. Universidad de Castilla-La Mancha, Facultad de Químicas - IRICA. Avda. Camilo José Cela S/N, 13005 - Ciudad Real

4. Facultad de Farmacia, Universidad San Pablo CEU, Boadilla del Monte, 28668 - Madrid

5. Grupo de Física de Polímeros, Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP-CSIC), C/ Juan de la Cierva, 3, 28006 - Madrid

* jmgonzalez@icb.csic.es

Resumen

INLUCIENCIA es un proyecto de divulgación científica e innovación educativa que tiene como meta convertirse en una herramienta eficaz para ayudar a reducir lo que denominamos exclusión académica (entendida como fracaso y/o abandono escolar), que constituye uno de los grandes problemas al que los responsables de la política educativa nacional se deben enfrentar, así como combatir la falta de motivación de los alumnos adolescentes por materias científicas.

Su principal reto se ha centrado en el hecho de analizar el modo en el que un colectivo adolescente (desde los 14 a los 16 años) podría verse positivamente afectado, en los planos académico y personal, tras participar activamente en actividades programadas de contenido científico divulgativo y experimental.

La exclusión académica puede verse motivada por circunstancias ajenas al modelo educativo, como el desarraigo, las dificultades lingüísticas, los problemas familiares o el bullying. Teniendo en cuenta dicha realidad, el objetivo del proyecto es actuar sobre un grupo heterogéneo de estudiantes, de distintos colectivos sociales.

Como elemento diferencial de otras iniciativas similares, INLUCIENCIA ha apostado por la implicación activa de los propios estudiantes y la relación directa entre las posibles salidas y metas profesionales con las actividades visuales y didácticas realizadas, con el fin de despertar vocaciones y pasiones. De esta forma, los jóvenes utilizarían el estímulo aportado para sobreponerse a las adversidades que les alejan del éxito académico, lo que los llevaría a tomar la decisión de seguir estudiando.

Mediante un elaborado método de encuesta al alumnado, podemos determinar el grado de impacto de las actividades, y conocer las vías de éxito, así como los puntos a reforzar de esta iniciativa.

1. Introducción. Fundamento del problema.

El grave problema social que implica el abandono escolar en España es un hecho contrastado desde hace tiempo desde diferentes perspectivas: políticas,

doctrinales o sociales. La Comisión Europea en el informe emitido en noviembre de 2016 bajo el título: "Education and Training Monitor 2016. Spain" ^[1], sitúa a nuestro país en los primeros puestos de abandono escolar y de ineficacia en la gestión de los escasos recursos que se invierten en educación. Otro informe especialmente relevante, el emitido por Eurostat hace pocos años, alertó de la dificultad que tenía España en alcanzar el objetivo previsto para el año 2020, que implicaba reducir el abandono escolar hasta situarlo en un nivel del 15% ^[2]. En 2017, este objetivo ha sido alcanzado por la mayoría de los países involucrados, como Dinamarca o Suecia, y está lejos de conseguirse en otros: España (20%), Malta (19,8%) y Rumanía (19,1%).

Dentro del análisis desde un punto de perspectiva doctrinal, el abandono escolar ha pasado de ser un sobreentendido aceptado por todos a un motivo de alarma social ^[3]. Diferentes estudios realizados desde la Unión Europea sobre la materia han concluido que "los grupos desfavorecidos y vulnerables son los que presentan un mayor abandono escolar" ^[4]. Todos ellos coinciden en que es posible la detección temprana de este problema en las primeras etapas educativas, considerando especialmente relevante la "repetición de curso y el absentismo" ^[4], cuyo resultado plausible es el retraso en la finalización de los ciclos educativos iniciales, lo que constituye la antesala del abandono escolar hacia los ciclos superiores. Existen también otros factores determinantes que inciden en el abandono, entre ellos podemos citar: el origen social, la pertenencia a minorías étnicas, la emigración y la desestructuración familiar.

Respecto al origen social, se han realizado estudios que demuestran que en las familias en las que los padres realizan actividades profesionales menos cualificadas, el porcentaje de alumnos que abandonan los estudios de secundaria es superior ^[5]. El mismo estudio apunta que los hijos de trabajadores manuales y los de pequeños propietarios abandonan, fundamentalmente, en el segundo ciclo de la ESO, con una diferencia notable respecto a los hijos de profesionales cualificados en los que la tasa de abandono es baja en los dos ciclos de la ESO ^[3]. En relación con la pertenencia a minorías

a minorías étnicas, el hecho de estar fuertemente ligados a sus tradiciones tiene una clara incidencia en los porcentajes de abandono: “en muchas comunidades y familias de etnia gitana tiende a darse por sentado el abandono de los estudios alrededor de los 14 ó 15 años de edad e incluso antes” [3]. Otro grupo a considerar notablemente es el de los alumnos extranjeros y emigrantes. Todos ellos sufren, en mayor o menor medida, el grave peso personal del desarraigo de sus países de origen y su forzosa inserción en sociedades que, en ocasiones son completamente diferentes a las suyas, tanto desde el punto de vista cultural y lingüístico como educativo. Los análisis realizados al respecto, permiten constatar que los “extranjeros tienden a abandonar su formación antes que los españoles, doblando la proporción de abandono de la ESO que llega a un 77%” [3].

El abandono escolar es también un problema que afecta a los hijos de familias disueltas y desestructuradas, en las que la negativa influencia que tienen los problemas familiares que conducen a esa situación, inciden directamente en la estabilidad y el equilibrio necesarios para desarrollar la personalidad de los adolescentes. Las observaciones realizadas centran en cuatro aspectos la influencia en los resultados escolares: “la ausencia de un progenitor, la presencia de padres con experiencias traumáticas, el empobrecimiento económico ligado a la disolución de la relación marital y la presencia de otras fuentes de inestabilidad en la vida familiar” [3]. Por último, y cada vez (por desgracia) más extendido, se encuentra el acoso escolar. En los últimos años los casos de agresiones, suicidios y (ciber)acosos entre jóvenes ha creado un revuelo mediático que ha desembocado en intensas campañas para prevenirlo y evitarlo [6]. Aunque no se menciona en ninguna estadística, el acoso es una causa de fracaso escolar ya que el alumnado acosado pierde su concentración y motivación, unido a los habituales cambios de clase o de centro, convirtiéndolo irremediabilmente en potencial riesgo de exclusión.

En definitiva, combatir el riesgo de exclusión académica pasa necesariamente por prestar atención a las particularidades del alumnado, de manera personalizada y desde una perspectiva más emocional que estadística. Además, hay que fijarse especialmente en los colectivos más vulnerables, que generalmente no son objeto de atención de la mayoría de iniciativas extra-académicas, y acercarlos el conocimiento de un modo personal. Así, desde el Instituto de Carboquímica (ICB-CSIC) llevamos poniendo en marcha desde hace unos dos años nuestra particular iniciativa para contrarrestar los fatídicos datos anteriormente citados.

2. Nacimiento y crecimiento de INCLUCIENCIA

La preocupación por la situación descrita estuvo durante años sobrevolando el subconsciente de varios de los integrantes del equipo actual de INCLUCIENCIA. Cada vez, el alumnado adolescente,

se interesaba menos por los estudios, y la situación empeoraba si se trata de valorar el interés por las materias científicas. Debía de existir un modo para captar la atención de adolescentes desmotivados, y hacerles recuperar la ilusión por continuar con sus estudios... y de repente un día, la oportunidad surgió.

Fue en enero de 2017 cuando se gestó el primer maratón de proyectos multi- e inter- disciplinares (*hackathon*) organizado por la Asociación Celera de Madrid [7]. Allí coincidimos varias personas del equipo fundador, y tras percatarnos de las inquietudes comunes para con la exclusión académica, INCLUCIENCIA nació como “uno de los cinco proyectos para mejorar el Mundo” [7]. Tras varios meses de reuniones, conversaciones por teléfono y Skype, viajes a Madrid, y tras incontables horas “libres” invertidas en dar forma a este proyecto, en junio de 2017 pudimos ejecutar la experiencia piloto. Ésta fue realizada en un centro de Madrid (Centro de Formación Padre Piquer), y los resultados recabados de la experiencia fueron presentados ante un panel de expertos en la Fundación Rafael del Pino [8]. Fue tan grata y tan bien valorada la experiencia, que sentimos la necesidad de implementarlo, de llevarlo a mayores escalas, y de abarcar el mayor número posible de adolescentes.

Actualmente, la iniciativa INCLUCIENCIA cuenta con dos fuentes principales de financiación: una proveniente de la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología, y otra de la Fundación General CSIC. Hemos visitado ya una docena de centros por toda la geografía española (localidades de Zaragoza, Madrid, Ciudad Real, Toledo y Ávila) y hemos motivado ya a varios cientos de adolescentes en riesgos de exclusión académica.

3. Metodología

Es de todos sabido que en general las ciencias, tanto las empíricas (como la Física, Química o Biología) como las formales (Matemáticas, Lógica, Estadística) no suelen ser objeto primario del interés de estudiantes adolescentes. Muchos profesionales de la ciencia han determinado que para atraer el interés de los más jóvenes en materias científicas es necesario innovar, y diseñar nuevas metodologías y experimentos que sean a la par didácticos y llamativos [9]. Ya que la mayoría de adolescentes no ven cómo la ciencia se puede relacionar con su vida cotidiana o con su futuro profesional, la mejor manera de incrementar el interés de éstos jóvenes en ciencia es hacerles partícipes activos de situaciones donde la ciencia y el mundo real confluyan [9]. Trabajar con situaciones verosímiles no sólo ayuda a estimular la curiosidad del adolescente sino también hace que la explicación científica de conceptos subyacentes cobre más sentido y les resulte relevante.

Por ello, INCLUCIENCIA desarrolla toda una serie de actividades que están basadas en ramas específicas de la ciencia, y que constituyen un “catálogo” sobre el cual los centros de secundaria pueden elegir (o debatir con el equipo de trabajo) la combinación de

aquellas que mejor se ajusten a las circunstancias y necesidades de su alumnado. Este proyecto va mucho más allá de desplazarse a un centro y realizar actividades científicas visuales, sino que da un paso más en la motivación del alumnado adolescente, relacionándoles (de modo muy didáctico) todo lo que hagan y aprendan en esa actividad con salidas profesionales reales para su futuro.

En la confección de las actividades no sólo se tienen en cuenta las distintas áreas del conocimiento científico (como la Química, Biología, Matemáticas, etc.) sino que también se han diseñado atendiendo a las etapas clave del método científico: observación, experimentación, toma y análisis de datos (Figura 1).



Figura 1. Fotografías de distintos momentos en la relación de las actividades de INCLU CIENCIA.

Figure 1. Photographs of different in the accomplishment of the activities of INCLU CIENCIA.

Nuestro proyecto está centrado en la edad que entendemos como más crítica en el desarrollo del ser humano, los 14-16 años que marcan la plena adolescencia (y esto viene avalado por la Organización Mundial de la Salud que expone toda la serie de factores y cambios a los que están sometidos los adolescentes, en cuya edad suceden los cambios permanentes a nivel cognitivo y personal) [10]. INCLU CIENCIA aspira a hacerles partícipes activos del conjunto de actividades científicas, y pretende despertar en alumnos adolescentes (pertenecientes a colectivos desfavorecidos) la pasión y entusiasmo necesarios para servirles de guía hacia su verdadera vocación y que esas herramientas puedan servirles no solo a nivel académico sino como semilla para que ellos impongan un cambio en sus propias vidas y se sobrepongan a sus adversidades.

Las distintas actividades que se han realizado hasta la fecha son las siguientes:

Actividades basadas en la Observación

- La Gioconda, el secreto de una sonrisa:

Esta actividad se centra en la observación detenida y colectiva del cuadro "La Gioconda" desde un doble punto de vista: el técnico-artístico (composición, dibujo, color, materiales o estilo), que se relaciona con conceptos científicos (física del color, luz,

fisionomía) y el punto de vista social, que analiza el contexto histórico y la percepción del artista sobre el mismo. De este modo, se muestra el pensamiento de un erudito tan polifacético como Leonardo da Vinci: pintor, anatomista, científico, botánico, ingeniero e inventor.

Actividades basadas en la Experimentación

- Tras las huellas del delito: extracción del ADN de tu propia saliva:

La actividad consiste en extraer el ADN propio, existente en las células epiteliales en el interior de la boca mediante un procedimiento muy sencillo. En primer lugar, se añade un poco de saliva a un vial y, empleando detergente comercial y sal de mesa, se disgregan las membranas de las células de la boca. Finalmente, los ácidos nucleicos liberados se precipitan al agregar etanol frío y se pueden observar a simple vista. Con la realización de este experimento se pretende estimular la curiosidad por todas las salidas profesionales que están relacionadas con el ADN, desmitificar la complejidad de la metodología científica de este proceso, y, finalmente, introducir la técnica CRISPR [11], que es el mayor avance conocido de edición genómica y se postula que podrá llegar a erradicar enfermedades de tipo genético.

• **Arquitectura colaborativa:**

Este taller se basa en la construcción de una obra célebre de ingeniería civil como la Torre Eiffel o el London Eye, utilizando materiales comestibles: spaghetti a modo de vigas y golosinas a modo de juntas. Además, dentro de un tiempo límite, los equipos tienen que organizarse entre ellos y diseñar la mejor estrategia para conseguir que su construcción se parezca lo máximo posible a la imagen que se les muestra. Esta situación, les coloca en la piel de profesionales de la ciencia y de la tecnología, cuyo trabajo requiere precisión, colaboración, paciencia, y sobre todo la capacidad de trabajar en equipo de manera eficiente. Además, al limitar la cantidad de material a emplear, se fomenta la sensación de reto al tener ciertas limitaciones.

Actividades basadas en la toma y análisis de datos

• **Magia y matemáticas:**

En este taller se realizan varios trucos de magia con cartas, que encierran ciertos mensajes matemáticos

subliminales como el concepto de la multiplicidad o de sucesiones. De este modo, se demuestra que cualquier truco o juego de cartas no es más que la aplicación directa de las matemáticas y el cálculo mental, resaltando su importancia. Finalmente, se relacionan las matemáticas con profesiones de futuro como informática, estadística, meteorología, etc.

• **La tabla periódica en emoticonos:**

Las nuevas tecnologías han propiciado la aparición de nuevos métodos y códigos de comunicación, que pueden aprovecharse en la divulgación científica. En esta actividad se introduce el concepto de ordenación de elementos desde una perspectiva totalmente nueva: los emoticonos (Figura 2). Para ello, se proporciona toda la información necesaria sobre los principales elementos de la tabla periódica para debatir sobre qué emoticono describe mejor a cada elemento, ya sea en función de su color, estado físico, propiedades o rango de aplicación. Lo importante no es la elección sino su justificación y que exista una razón científica para ella.



Figura 2. Realización de la actividad "La Tabla Periódica en Emoticonos".
Figure 2. Realization of activity "The Periodic Table in Emoticons".

Actividades especiales

• **Abogado por un día: la senda de los derechos humanos:**

En este taller se explica, de manera amena, la importancia de los derechos humanos para concienciar de la labor de los abogados especialistas en esta materia. Se pretende transmitir a los participantes la trascendencia que tiene en nuestras vidas el largo camino jurídico recorrido a través de la historia, que culminó en el reconocimiento oficial de los derechos Humanos a través de la Declaración Universal de los Derechos Humanos por la Organización de las Naciones Unidas en 1948. De este modo, se intenta concienciar sobre la

importancia del respeto y la tolerancia como únicas vías posibles para hacer realidad los derechos humanos. En la actividad se anima de forma creativa a ejercer la labor de defensores de todas aquellas causas que contribuyan a mejorar su entorno, tal y como hacemos desde el equipo de INCLUCIENCIA, además de dar a conocer a grandes figuras que a lo largo de la historia han luchado para hacer de nuestra Humanidad un lugar más justo.

4. Sistemática de contacto y de sondeo.

Gracias a la difusión del proyecto en noticias, redes sociales y actividades conjuntas con diferentes

centros, desde INCLU CIENCIA conseguimos establecer un primer contacto con el personal docente de posibles centros donde podamos acudir (Figura 3). Posteriormente, se concreta el momento de la realización de las actividades, ya sea dentro del horario escolar o fuera de él, en el propio centro o en espacios habilitados. Al mismo tiempo, se acuerda con el centro las actividades a realizar dentro del catálogo de INCLU CIENCIA, adaptadas a las necesidades específicas de cada grupo.



Figura 3. Información de contacto de INCLU CIENCIA.

Figure 3. INCLU CIENCIA contact information.

Para facilitar este proceso, INCLU CIENCIA dispone de material didáctico con información detallada sobre el proyecto y los requerimientos de cada actividad como pueden ser la duración o el número de alumnos adecuado. Una vez concertada la fecha y las actividades se distribuyen las tareas entre los miembros del proyecto y se realiza el taller. Lo importante es que todo el despliegue es a coste cero para el centro, premisa importante en nuestros objetivos, razón por la cual hemos recurrido a financiación pública para poder sufragar los gastos de material, desplazamiento, etc.

Para analizar el impacto de la sesión en los alumnos se realiza un seguimiento a través de cuestionarios anónimos. La metodología de evaluación es muy sencilla. Consta de cuestionarios con preguntas tipo test de cinco respuestas cada una. En dichas respuestas se explora la percepción cualitativa del alumno con las siguientes premisas: a) Estoy totalmente de acuerdo – b) Estoy bastante de acuerdo – c) Ni en acuerdo ni en desacuerdo – d) Estoy bastante en desacuerdo – e) Estoy totalmente en desacuerdo. Se realizan dos cuestionarios distintos:

- Uno previo al inicio de las actividades, donde los estudiantes expresan su parecer al respecto de su futuro académico, con cuestiones del tipo “creo que estudiar es importante”, “Ahora mismo me preocupan más otras cosas que lo que tengo

que estudiar todos los días”, o por ejemplo, “La ciencia para mi es complicada y me cuesta ver su utilidad”.

- Otro cuestionario posterior a la realización de las actividades, con cuestiones como “las actividades de hoy me han enseñado salidas profesionales que desconocía” o “veo ya el sentido a todo lo que nos hacen estudiar”.

De dichas premisas se puede extraer información cuantitativa de la percepción del alumnado en materia científica, incluso afinando los resultados, por edad, nacionalidad o sexo. Finalmente, con los datos recabados, se elabora un informe explicativo para el centro detallando una serie de actuaciones que podrían favorecer la motivación académica de sus alumnos hacia las ciencias.

El análisis global de la información obtenida hasta la fecha, tras aplicar metodología científica y estadística, ha revelado contundentes resultados. El 92% del alumnado consideró que era necesario estudiar; hasta un 61% del conjunto mostraron interés por la ciencia, y más de la mitad quedaron positivamente sorprendidos con las actividades presentadas. Es importante destacar que el 62% del alumnado acabó considerando que las actividades realizadas les servirían de ayuda para elegir las asignaturas de su futuro itinerario académico; y el 54% estimó que se les habían planteado salidas profesionales que anteriormente desconocían. INCLU CIENCIA puede servir también como vía para combatir los sesgos de género en ciencia ya que, entre el alumnado adolescente, el impacto de las actividades es en promedio mayor (20-25% más) en chicas que en chicos.

5. Colaboraciones en eventos y aparición en medios de comunicación

Paralelamente al programa establecido de INCLU CIENCIA, desde el equipo de trabajo hemos tenido el honor de colaborar en distintas iniciativas que no solo han enriquecido nuestra labor como científicos y divulgadores, sino que también han aportado un importante apoyo a causas totalmente alineadas con nuestros principios. Así, INCLU CIENCIA ha co-organizado o colaborado en los siguientes eventos:

1. II Premio Nacional de Jóvenes Divulgadores ^[12].
2. Ruta teatralizada en bicicleta “Mujer y Ciencia” ^[13].
3. Festival de Divulgación de Nanociencia “10almenos9” en Zaragoza ^[14].
4. XV Feria de la Ciencia en la calle de Arenas de San Pedro ^[15].
5. Jornada Química “Guadalupe Ortiz de Landázuri” ^[16].
6. Libro solidario de la Fundación Aladina “Rayuela. Saltos solidarios a través del alfabeto de la vida” ^[17].

Y, asimismo, distintos medios de comunicación (fundamentalmente a nivel regional) han recogido y puesto en valor la labor de nuestro equipo y de nuestra iniciativa. De entre las cuales, destacamos un artículo de divulgación publicado en la versión online de la revista "Principia Magazine" [18], y la entrevista en el diario "Hoy.es" [19].

6. Conclusión

INCLUCIENCIA tiene poco tiempo de vida y ya ha demostrado que puede contribuir a reducir esas nefastas estadísticas de abandono y fracaso escolar. En su evolución y crecimiento, esta iniciativa se expandirá a otros centros y modelos educativos para poder seguir despertando vocaciones en los jóvenes, pero siempre centrándose en colectivos adolescentes abandonados por el sistema, y profundamente desmotivados.

7. Agradecimientos

Por todo el apoyo prestado, por el constante ánimo y excelente valoración que recibimos, queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a la Asociación Celera (www.acelerame.org), a la Delegación del CSIC en Aragón, y a todos los centros que nos han abierto las puertas. Igualmente, agradecemos el apoyo de FECYT (Ref. FCT-17-12127) y FGCSIC (II Cuenta la Ciencia, Ref. FGCC-2019-0010) porque gracias a estas entidades podemos llevar a cabo INCLUCIENCIA.

8. Bibliografía y enlaces

[1] https://ec.europa.eu/education/policy/strategic-framework/et-monitor_es

[2] https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/file_import/european-semester_thematic-factsheet_early-school-leavers_es.pdf

[3] Fernández Enguita, M., Mena Martínez, L., Riviere Gómez, J., *Fracaso y abandono escolar en España*. Colección de Estudios Sociales nº 29, Barcelona 2010, pág. 14.

[4] Faci Lucia, F. M., "El abandono escolar prematuro en España", en *Avances en supervisión educativa. Revista de la Asociación de Inspectores de Educación en España* nº 14, 2011.

[5] "Abandono temprano de la educación y la formación: cifras y políticas", en *Revista de Educación* número extraordinario 2010. Ministerio de Educación.

[6] http://www.mediaset.es/12meses/campanas/se_buscant_valientes/

[7] <https://www.acelerame.org/celeraton/>

[8] https://www.youtube.com/watch?v=uGolb0PQAJ0&list=PLI0O1hBunpG_TUU_8JExkO1d-BjLJw-sP&index=5

[9] Tami, K., Popova, A., Proni, G. *Journal of Chemical Education* 2017, 94(4), pp 471-475.

[10] Organización Mundial de la Salud (World Health Organization), *Technical Report Series (Report 44th)*, vol 854, capítulo 6, 1993.

[11] Rawle, A. J., Rawle, F. E. *Biochemistry and Molecular Biology Education* 2017, 45(5), pp 459.

[12] <https://www.acelerame.org/premio-jovenes-divulgadores/>

[13] <https://11defebrero.org/2018/12/17/ruta-teatralizada-en-bici-mujeres-y-ciencia/>

[14] <http://www.d-aragon.csic.es/actividades-2019/-/contenido/65ebaf55-1d3a-41b7-a617-5c07670b5852>

[15] <https://tietarteve.com/xv-feria-ciencia-calle-arenasdesanpedro/>

[16] <https://www.youtube.com/watch?v=uEBnU6VY0DE>

[17] Editado por la Diputación de Badajoz, actualmente en proceso de publicación.

[18] <https://principia.io/2018/05/14/las-ciencias-como-metodo-de-inclusion-educativo-incluciencia.ljc2NCI/>

[19] <https://www.hoy.es/extremadura/incluciencia-jovenes-riesgo-20180923001023-ntvo.html>

Socios protectores del Grupo Español del carbón



Industrial Química del Nalón, S.A.
NalónChem



ELCOGAS