

¿Cómo podemos estimular una

MENTE CIENTÍ FICA?

Estudio sobre vocaciones científicas

AGRADECIMIENTOS

Escola Frederic Mistral (Barcelona)
Institut Montserrat (Barcelona)
Escola Minguella (Barcelona)
IES Verdaguer (Barcelona)
IES Beatriz Galindo (Madrid)
Colegio Altair (Madrid)
Centre d'Estudis Montseny (Barcelona)
Escola Pia de Sarrià-Calassanç (Barcelona)
La Salle Gràcia (Barcelona)
Col·legi Sant Lluís (Barcelona)
IES La Guineueta (Barcelona)
Centre Educatiu Cor de Maria – Sabastida (Barcelona)
Escola Ramon Llull (Barcelona)
Col·legi Lestonnac (Barcelona)
Col·legi Salesià de Sant Josep (Barcelona)
Escola Pia Balmes (Barcelona)
Centre Educatiu Zürich (Barcelona)
Col·legi Sant Ramon Nonat (Barcelona)
Institut Joan Brossa (Barcelona)
Institut Infanta Isabel d'Aragó (Barcelona)
Aula Escola Europea (Barcelona)
Escola Sant Joan Baptista (Barcelona)
Institut Montserrat (Barcelona)
Institut Anna Gironella de Mundet (Barcelona)
Escola Voramar (Barcelona)
Institut Sant Andreu (Barcelona)

Colegio San Alberto Magno (Madrid)
IES Ciudad de los Ángeles (Madrid)
Colegio Raimundo Lulio (Madrid)
IES San Cristóbal de los Ángeles (Madrid)
Colegio Guzmán el Bueno (Madrid)
IES Príncipe Felipe (Madrid)
IES García Morato (Madrid)
Colegio Virgen de Atocha (Madrid)
Colegio Beatriz Galindo (Madrid)
Colegio Inmaculada Concepción (Madrid)
IES Ortega y Gasset (Madrid)
Colegio Santa Cristina (Madrid)
Colegio San Juan García (Madrid)
Colegio San José (Madrid)
Colegio Gredos San Diego Vallecas (Madrid)
Colegio La Natividad (Madrid)

AUTORÍA

Obra Social "la Caixa", FECYT y everis

CON LA COLABORACIÓN DE

CRECIM, Universitat Autònoma de Barcelona y Universitat Pompeu Fabra

CORRECCIÓN DE ESTILO

Solució de Continuitat

DISEÑO GRÁFICO Y MAQUETACIÓN

Neorg.cat

Copyright de la edición, Obra Social "la Caixa", 2015

Av. Diagonal, 621 - 08028 Barcelona

ÍNDICE



- 05** El fomento del interés por la educación científica entre los jóvenes: por un futuro mejor para los ciudadanos de mañana
- 12** Evaluación del impacto de las acciones de divulgación en términos de promoción de vocaciones científico-tecnológicas
- 27** Recomendaciones para la mejora del impacto de las acciones de divulgación en la promoción de vocaciones científico-tecnológicas
- 33** Autores
- 34** Bibliografía

El bienestar de la sociedad moderna depende, en gran medida, del avance continuo de los conocimientos científicos y de sus aplicaciones. Los cambios tecnológicos y científicos de las últimas décadas han sido extraordinarios y fruto del trabajo de muchos profesionales. La fuerza de trabajo de nuestra sociedad requiere de una alta cualificación profesional, y los científicos y tecnólogos, en sus diferentes disciplinas, serán claves para el desarrollo y motor de muchos cambios de futuro que afectarán a nuestra vida diariamente. Por lo tanto, y tal y como apuntan los estudios de la Comisión Europea, necesitamos más profesionales de la ciencia y la tecnología.

Observamos, no obstante, que el número de alumnos que optan por estos itinerarios formativos ha ido disminuyendo año tras año, hecho que afecta a la competitividad y crecimiento de la industria y la economía, y dificulta el desarrollo de programas de investigación e innovación responsable competitivos a nivel mundial.

Los museos, centros y espacios de ciencia cada vez tienen un papel más activo en la mediación y constituyen un punto de encuentro entre los científicos y los ciudadanos. Son agentes activos en esta necesaria confluencia para compartir preguntas, retos y respuestas, y son parte activa a la hora de estimular a los jóvenes estudiantes para que acepten la aventura, el reto de llegar a ser profesionales de la ciencia y la tecnología.

La Fundación Bancaria "la Caixa", la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología y everis hemos promovido una evaluación para identificar el impacto que tienen nuestras actividades de divulgación científica en el estímulo de las vocaciones científicas. Ir a CosmoCaixa, a un museo de ciencia, ¿ayuda a los jóvenes a optar por la ciencia? ¿Son las actividades de divulgación científica un elemento más en la cadena de influencias para los jóvenes a la hora de decidir ser unos profesionales de la ciencia y la tecnología? ¿Tenemos que mejorar el diseño de nuestras actividades para que tengan más influencia en su toma de decisiones?

El proyecto ha sido desarrollado durante dos cursos escolares, los de 2012/2013 y 2013/2014, y han participado en él más de 2.500 estudiantes de ESO. Para dotar al proyecto de mayor fortaleza científica, hemos contado con el asesoramiento de un panel de expertos que han validado el estudio y a quienes agradecemos su colaboración, así como a los alumnos, profesores y escuelas participantes.

Nos complace presentar el resultado de este trabajo. Nos complace presentar un trabajo que pretende ser útil al conjunto de museos y centros de ciencia, así como a todas las entidades y profesionales comprometidos con la divulgación científica encaminada a despertar el interés por la ciencia y la tecnología en los jóvenes.



EL FOMENTO DEL INTERÉS POR LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA ENTRE LOS JÓVENES: POR UN FUTURO MEJOR PARA LOS CIUDADANOS DE MAÑANA

Cristina Simarro

CRECIM de la Universidad Autónoma de Barcelona

Desarrollar las competencias STEM¹ entre los futuros ciudadanos es crucial para el crecimiento de nuestra sociedad. No solo porque la demanda de mano de obra cualificada en los sectores de tecnología e investigación es, y seguirá siendo, elevada (European Commission, 2012c), sino también porque los ciudadanos solo podrán enfrentarse a los desafíos de hoy y de mañana si disponen de este tipo de competencias (European Commission, 2012b).

Las demandas del mundo actual, cada vez más diverso e interconectado, han comportado la necesidad de definir por parte de organismos como la OCDE (Rychen & Salganik, 2003) cuáles son las habilidades y conocimientos necesarios para que la ciudadanía pueda participar activamente y con éxito en el funcionamiento de la sociedad. Dentro de estas competencias se definen la competencia científica y la matemática, importantes no solo para aquellas personas que quieren llegar a ser profesionales STEM, sino también para la totalidad de los ciudadanos. No cabe duda de que todo ciudadano necesita una base sólida en conocimientos relacionados con las disciplinas STEM: para poder dar respuesta a los problemas de la sociedad contemporánea (Osborne & Dillon, 2008) y para poder participar en el progreso de Europa, mediante la intervención activa en materia de investigación e innovación (en línea con el marco RRI), tomando decisiones de manera informada (European Commission, 2013).

Teniendo en cuenta estas consideraciones y recogiendo la recapitulación hecha por Sjøberg (Sjøberg, 1997), podríamos resumir los argumentos para promover la alfabetización STEM en:

- El argumento práctico: la gente necesita tener una formación científica y tecnológica porque en muchos momentos de la vida diaria se requiere disponer de esta formación para tomar decisiones. Los seres humanos hacemos uso y disfrute de sus resultados.
- El argumento democrático y cívico: muchas discusiones en la vida del ciudadano surgen de los diferentes aspectos y efectos de la ciencia y la tecnología, y para poder participar de estos procesos democráticos, es necesario estar no solo informados, sino también comprender aquello que se critica o defiende.
- El argumento cultural: la ciencia forma parte de la cultura, del patrimonio cultural que influye en nuestra visión de la realidad. Conocer los objetos y fenómenos que rodean nuestro mundo enriquece nuestro entorno personal.
- El argumento económico: la fuerza de trabajo que comprende la ciencia y la tecnología será mucho más productiva y, por tanto, decisiva, en el desarrollo económico de los países.

Respecto a este último punto, algunos estudios recientes prevén que la oferta de competencias STEM será insuficiente, tanto en cantidad (la oferta de profesionales de STEM no podrá satisfacer la demanda prevista) como en calidad (la calidad de los graduados en STEM no siempre cumple con las necesidades del mercado laboral) (European Commission, 2013). Sin embargo, la demanda recurrente de más profesionales de STEM puede tener muchos matices. Por un lado, existen voces críticas que cuestionan el hecho de que

en Europa el grueso de empleo en el futuro se concentre en ocupaciones del sector STEM (Wilson & Zukersteinova, 2011). En general, las leyes de la oferta y la demanda indican que actualmente no hay escasez de trabajadores STEM respecto a la demanda –salvo para unos pocos sectores que necesitan un número abundante de profesionales STEM, como el sector informático, ciertas ingenierías y otros perfiles específicos dependiendo de los países– (Brodie Brazell, 2013; European Commission, 2012a). Pero el futuro podría ser otro: mientras que los datos actuales no indican una abrumadora demanda de trabajadores STEM –salvo para los sectores mencionados–, muchas previsiones de empleo vaticinan un aumento de la demanda de trabajadores STEM en la próxima década.

Es cada vez más evidente que los mercados laborales y las habilidades que la gente necesita están evolucionando de forma muy rápida, y es probable que en los trabajos del futuro se requieran niveles más altos y una combinación diferente de habilidades, competencias y cualificaciones (European Commission, 2009). Precisamente, en el momento que estamos viviendo, en que se hacen acuciantes las estrategias para hacer de la nuestra una economía competitiva, son muchos los estudios que ponen de manifiesto que son precisamente las profesiones STEM las ocupaciones con mayor previsión de crecimiento. Frente al 3% de crecimiento estimado para todas las ocupaciones en 2020 en Europa, el crecimiento previsto para los profesionales STEM es de un 14% –y de un 7% para los profesionales de ámbitos relacionados con las STEM– (tabla 1 - en la próxima página) (European Commission, 2012a).

	2010	2020	Cambio 2010-2020	Demanda crecimiento 2020	Demanda reemplazo 2020	Demanda total 2020
Profesionales de ciencias físicas, matemáticas e ingenierías	8.290	9.470	14%	1.183	2.364	3.546
Profesionales asociados a ciencias físicas, matemáticas e ingenierías	8.333	8.877	7%	543	2.253	2.797
Todas las profesiones	223.219	230.219	3%	7.627	4.617	12.244

Este aumento solo será posible si programas exitosos de innovación y progreso científico-tecnológico se hacen realidad, lo que indudablemente está íntimamente ligado a la existencia de un fuerte cuadro de personal STEM de alta calidad (Cedefop, 2012; European Commission, 2011a; Wilson & Zukersteinova, 2011). Por tanto, si se quiere llegar a los futuros escenarios deseados, será necesario equipar ya a los futuros ciudadanos con las habilidades necesarias para las nuevas profesiones (Vassiliou, 2012) y atraer a aquellos estudiantes con más talento a los ámbitos STEM (European Commission, 2014; Wilson & Zukersteinova, 2011). Y no solo eso. El mundo laboral de nuestros días requiere competencias científico-técnicas en muchos puestos de trabajo tradicionalmente no considerados STEM. El mundo del ocio, la música, los medios de comunicación y los productos y servicios culturales, que representan una parte muy importante de la producción nacional en la actualidad, dependen muy a menudo de una base sólida de competencias STEM.

Desafortunadamente, la realidad es que según los últimos resultados del informe PISA, el 24% de los alumnos de 15 años se encuentra en los niveles más bajos de rendimiento en matemáticas, mientras que para ciencias el porcentaje es del 16% (MECD, 2013). Estos porcentajes y la lentitud de la mejora a lo largo de los últimos años cuestionan la consecución del índice de referencia 2020 de menos del 15% de los alumnos de bajo rendimiento en matemáticas y ciencias (European Commission, 2011b). En contraposición, la proporción del alumnado que se encuentra en los niveles más altos de rendimiento es solo de un 8% en matemáticas y un 5% en ciencias. Resultados muy similares parecen darse en primaria, según la última Evaluación general de diagnóstico 2009. Educación Primaria. Cuarto curso (2010).

Más allá del preocupante nivel en competencias STEM de nuestros jóvenes, y con relación a lo que se ha comentado sobre los futuros profesionales STEM de nuestro país, los datos estadísticos disponibles evidencian que, en los últimos años, el peso relativo de los estudiantes que optan por seguir una carrera STEM ha disminuido (gráfico 1). Mientras la tendencia para el global de la Europa de los 27 parece señalar una pequeña mejora, en 2012 el porcentaje de estudiantes en carreras STEM en nuestro país había bajado casi 5 puntos desde 2003. Pese a situarse en la media europea, este porcentaje se encuentra lejos del de otros países como Alemania (32,9%).

Ante este panorama, no es de extrañar que todos los agentes implicados en la educación y divulgación científicas muestren su preocupación y hagan todo lo posible por revertir la situación. Los objetivos son claros: ayudar a los más jóvenes a alcanzar los niveles esperados de competencias STEM y alentarlos para que continúen sus estudios en los ámbitos científico-técnicos y contemplen las carreras científicas como un posible futuro profesional.

Dar respuesta a ambos problemas es un proceso complejo. Por ello, y pese a que –como veremos más adelante– ambas problemáticas pueden estar íntimamente ligadas, nos centraremos en la segunda: cómo promocionar las vocaciones científicas y técnicas entre los más jóvenes.

Promoción de vocaciones científicas y técnicas: ¿Qué aspectos se deben tener en cuenta?

Aumentar el número de jóvenes que deciden orientar su carrera profesional hacia la ciencia y la tecnología, pasa por tener presente qué motivaciones y circunstancias pueden hacer que así sea. Sin duda, garantizar que los más jóvenes se interesen

por la educación científico-técnica y por la ciencia y la tecnología en general es importante para este empeño. Sin embargo, los resultados de investigación en psicología, sociología y didáctica de las ciencias y la tecnología confirman que el proceso de elección de un posible futuro académico relacionado con STEM está altamente influido por otros factores como la percepción de uno mismo y su entorno familiar, educativo y social.

Interés por la educación científico-tecnológica

Una condición necesaria, pero no suficiente (L. Archer, 2013; Dewitt et al. 2013; The Royal Society, 2004), para que una

persona opte por una carrera STEM es que se sienta atraída por las disciplinas escolares relacionadas (como las ciencias, las matemáticas y la tecnología). Este factor está sin duda estrechamente relacionado con la competencia en STEM: un profundo conocimiento de temas específicos STEM es esencial para que los jóvenes disfruten con el estudio de tales disciplinas. De hecho, experiencias negativas en la escuela respecto a disciplinas científico-técnicas parecen disuadir a los estudiantes de optar por continuar con estudios STEM, actuando como una barrera para sus aspiraciones profesionales en estos ámbitos. Aschbacher, Li y Roth (2010) encontraron a través de entrevistas y encuestas longitudinales que los estudiantes a menudo perciben

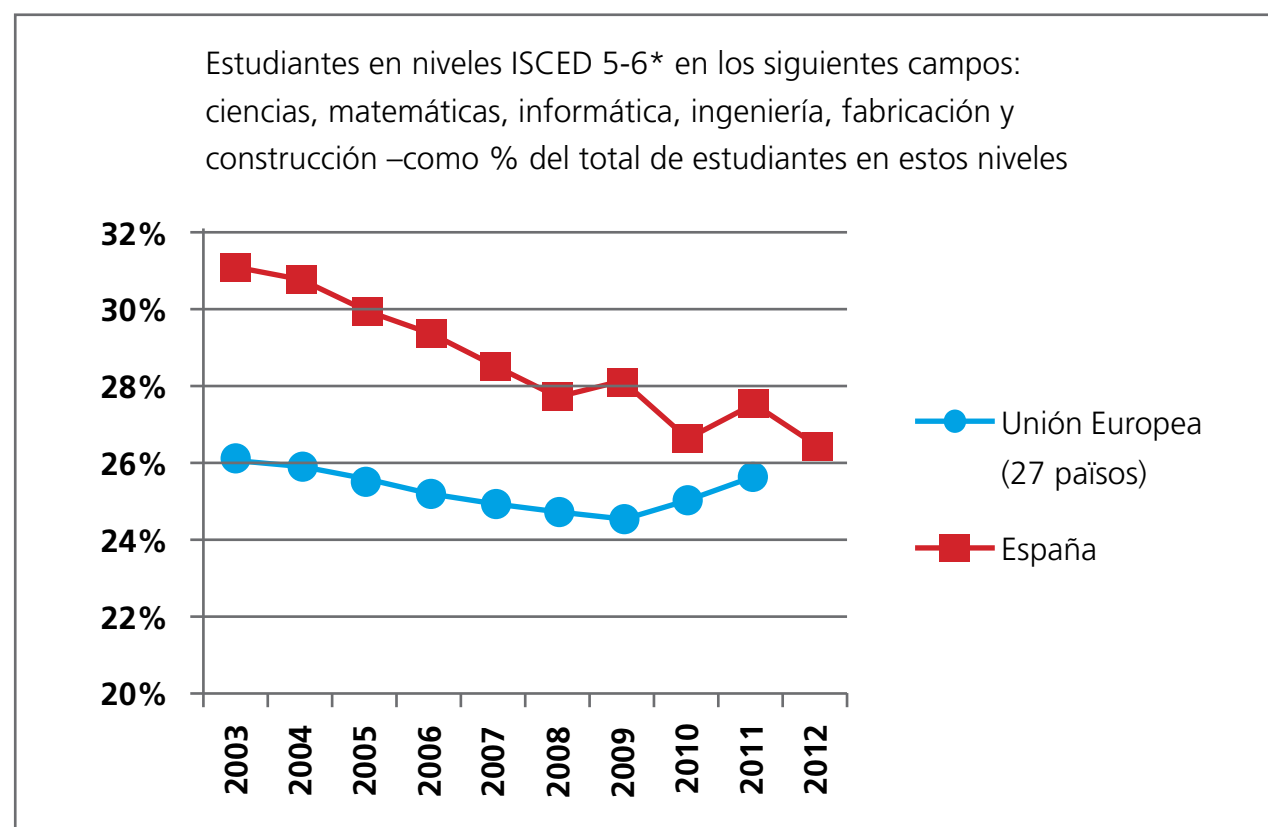


Gráfico 1. Estudiantes en niveles ISCED 5-6* en los siguientes campos: ciencias, matemáticas, informática, ingeniería, fabricación y construcción –como % del total de estudiantes en estos niveles (*ISCED 5-6: diplomaturas, licenciaturas y doctorados) - Fuente: Eurostat (2013a) (código on-line: educ_iterpt; TP02_1)

la ciencia en la escuela como dura y desalentadora, mientras que Cleaves (2005) confirmó estudios previos que relacionaban actitudes negativas hacia la ciencia de los estudiantes de secundaria con un desencanto con el currículum de ciencias de la escuela. Por tanto, un currículum o una forma de enseñar poco atractivos pueden hacer disminuir el interés de los jóvenes por las asignaturas STEM, de la misma manera que los métodos de enseñanza que presentan como particularmente difíciles las disciplinas STEM pueden frustrar a aquellos estudiantes en su voluntad de tener éxito en la clase, alejándolos de las carreras de STEM (Becker, 2010).

Sin embargo, la realidad en nuestro país es que un 41,9% de la población percibe su educación científica como baja o muy baja (FECYT, 2013). Estudios como el proyecto ROSE (Sjøberg & Schreiner, 2010), que evalúa las visiones y actitudes hacia la ciencia en la escuela, la comunidad científica y las expectativas de futuro de los estudiantes de 15 años, confirman que la educación en ciencias en la escuela tiene que mejorar aún mucho si se desea un cambio en esta percepción. Los resultados de este proyecto en nuestro país² indican que menos de un 50% de los jóvenes encuestados afirma sentirse más atraído por las asignaturas de ciencias que por el resto de asignaturas o reclama disponer de más horas de clase de ciencias. En la misma línea, menos de un 40% piensa que las ciencias de la escuela les hayan abierto los ojos para nuevos y excitantes trabajos.

Aunque común a todo el sistema educativo, esta situación es más problemática, si cabe, en las etapas tempranas de la escolarización, puesto que las actitudes hacia la ciencia escolar de los jóvenes se desarrollan antes de los 14 años. Según Murphy (2005), gran parte del profesorado coincide en afirmar que al alumnado de primaria le gusta aprender ciencias. Sin embargo, muchos estudios han mostrado que hacia los 10 años el

interés por la ciencia empieza a decaer, haciéndose mucho más evidente cuando el alumnado pasa a secundaria. No obstante, los resultados de algunos estudios recientes parecen apuntar a que este descenso podría ser evitable (Dewitt et al., 2013). Hacia los 14 años la actitud del alumnado por el estudio de asignaturas STEM, ya sea positiva o negativa, se halla ya formada (Archer et al., 2010).

Diversos autores del ámbito de la didáctica, conscientes de los problemas asociados a una enseñanza tradicional de las ciencias y su influencia en la disminución del interés y calidad del aprendizaje, han defendido ciertas ideas para romper con esta situación. Sabemos que el interés de los estudiantes por la educación científica está claramente relacionado con el contenido del currículum y en especial con la forma en que se enseña en la escuela. Sabemos que si los estudiantes no tienen la oportunidad de ir a fondo en uno o más temas de STEM, si no se enfrentan a los desafíos intelectuales, alcanzables y gratificantes, es improbable que vayan a mostrar algún interés en la ciencia (COSCE, 2011). Hay consenso entre las voces expertas respecto a que la enseñanza de las ciencias tiene que ser más auténtica respecto a la práctica científica en el aula, incluyendo investigaciones guiadas y abiertas, pero sin olvidar la importancia del aprendizaje conceptual para apropiarse de las explicaciones centrales de la ciencia, a partir del uso del lenguaje y argumentación científica (Osborne & Dillon, 2008). No se trata de abandonar una enseñanza esencialmente factual y reproductiva por otra meramente manipulativa, sino de conjuntar la exploración de los fenómenos y la indagación con la conceptualización de las grandes ideas (que no los detalles o el vocabulario) de la ciencia.

Con todo, y pese a la relevancia que el interés por la educación científico-técnica puede tener en la elección futura de los

estudiantes (tanto a nivel de estudios como a nivel profesional) las últimas investigaciones en el ámbito confirman que este no es el único factor a tener en cuenta (Dewitt et al., 2013). Como veremos a continuación, los factores que pueden incidir en las aspiraciones profesionales de los jóvenes son muchos y diversos.

Interés por la ciencia y la tecnología

La decisión de optar por una carrera STEM se ve afectada sin duda por la percepción social sobre la ciencia y la tecnología. En este sentido, la última *Encuesta de percepción social de la ciencia* de la FECYT (FECYT, 2013) muestra que la mayoría de ciudadanos españoles asocian ciencia y tecnología con una mejora de la calidad de vida (88%) y con el desarrollo económico (87%). La misma encuesta muestra que el interés por la ciencia y la tecnología ha crecido un 19% desde 2010 y en el caso de los jóvenes entre 15 y 24 años, un 40%. Pese a que podríamos considerar que estos resultados son positivos, nos encontramos con ciertas investigaciones que nos alertan de dos aspectos a tener en cuenta a la hora de hablar de la relación entre el interés por la ciencia y la tecnología y el fomento de las vocaciones STEM. Por un lado, y según algunos autores, en los países occidentales no hay conciencia general de la relevancia de las empresas relacionadas con los ámbitos científico-técnicos ni tampoco de su responsabilidad social, ni una buena imagen del impacto ambiental de las industrias (Becker, 2010). Si bien hasta ahora nos hemos referido al interés por las disciplinas científicas a lo largo de la enseñanza, este interés no tiene por qué coincidir, y de hecho no siempre coincide, con el interés por la ciencia y por la tecnología. Algunas investigaciones apuntan a que existe solo una moderada correlación entre las actitudes hacia la ciencia y los logros académicos de los estudiantes (Osborne et al., 2003).

En la misma línea, son muchos los estudios que destacan una divergencia entre el interés por la ciencia y las visiones positivas hacia los profesionales de los ámbitos científico-técnicos, y el interés por querer ser científico (Aschbacher et al., 2010; Bennett & Hogarth, 2009; Dewitt et al., 2013). Por tanto, nos encontramos con que, de nuevo, fomentar el interés por la ciencia y la tecnología, incluyendo la ciencia y tecnología escolares, no es suficiente para estimular a los jóvenes a continuar su carrera académica y profesional en el ámbito STEM.

Claves para el fomento de las vocaciones científico-técnicas

Como hemos visto, el proceso de elección de un posible futuro académico y profesional relacionado con STEM es mucho más complejo de lo que podría parecer. Resultados de investigación en psicología, sociología y didáctica de las ciencias y la tecnología confirman que este proceso está altamente influido por otros factores como la percepción de uno mismo y su entorno familiar, educativo y social. Sin duda, el que los jóvenes opten o no por un futuro profesional en el ámbito STEM tendrá mucho que ver con su capacidad para imaginar su futuro profesional en un contexto científico-tecnológico y con el desajuste que pueda existir entre la imagen que tienen de los profesionales STEM y su propia identidad (Dewitt et al., 2013).

Según Holland (1985), los individuos optan por una carrera profesional que consideran que encaja con su personalidad. Por tanto, y siguiendo esta teoría, la satisfacción con el puesto de trabajo elegido depende de cómo los intereses, habilidades, competencias y valores del individuo encajen con las actividades, tareas y responsabilidades a desarrollar en el puesto de trabajo. Por tanto, a la hora de abordar el fomento de las vocaciones científico-técnicas será necesario acompañar a los

jóvenes en su autoconocimiento, así como facilitarles la información necesaria sobre las posibles profesiones STEM.

Respecto a estas consideraciones, el trabajo de Donald Super (1910-1924) nos da idea de hasta qué punto se puede incidir en estos aspectos. Según Super, la elección de una carrera profesional es un proceso dinámico, que se desarrolla a lo largo de la infancia. Desde el nacimiento hasta los 14 años, aproximadamente, se va formando el autoconcepto de los individuos (qué se piensa de uno mismo), desarrollándose las capacidades, actitudes, intereses y necesidades, a la vez que se va formando una percepción general del mundo del trabajo. En este sentido, Zunker (1994) apunta a que este proceso puede verse enriquecido mediante la observación de los profesionales desarrollando su trabajo, permitiendo la identificación con los mismos. Más recientemente, Savickas (2009) revisó estas teorías, defendiendo que lo importante es centrarse en lo que el individuo puede llegar a hacer al realizar tareas concretas, y no lo que el individuo es antes de poder enfrentarse a esas tareas.

Es decir, según este autor, el autoconcepto se desarrolla como combinación de las propias aptitudes, la oportunidad de observar a profesionales realizando unas tareas concretas y la capacidad de autoevaluarse mientras se llevan a cabo estas tareas.

Desafortunadamente, los jóvenes tienen una visión muy limitada de las profesiones científico-técnicas y de las tareas que desempeñan en ellas sus profesionales, limitando así la oportunidad de imaginarse a sí mismos como tales profesionales en el futuro (Dewitt et al., 2013). A pesar de que muchos estudios, como los llevados a cabo por la OCDE (2002), afirman que los jóvenes se benefician de recibir asesoramiento y orientación de alta calidad, apropiados para construir sus aspiraciones, algunas

investigaciones evidencian que la orientación profesional se hace en muy poca medida y demasiado tarde (Archer, 2013).

Por tanto, es necesario promocionar una imagen más amplia de la ciencia, reflejando la multiplicidad de vías que pueden abrirse a partir del estudio de las disciplinas STEM (Dewitt et al., 2013; Osborne & Dillon, 2008). El aumento de la conciencia de la amplia variedad de carreras de y desde la ciencia puede facilitar a más personas, de muy distintos entornos, encontrar su lugar viendo las profesiones STEM como algo que sí es para ellos.

Estrechamente ligado a esto, cabe destacar la aportación de Bandura (2001) respecto al concepto de autoeficacia. Para el autor, es más probable que se produzca aprendizaje al observar a alguien llevar a cabo una actividad si existe una estrecha identificación entre el observador y el “modelo”, y si el observador tiene además un alto nivel de autoeficacia. La autoeficacia percibida se entiende como las creencias de las personas sobre sus propias capacidades para producir niveles esperados de rendimiento. Estas creencias determinan cómo las personas sienten, piensan, se motivan y se comportan, por lo que ejercen una gran influencia sobre los acontecimientos que afectan a sus vidas. En este sentido, cuanto más alto sea el nivel de autoeficacia percibida por parte de los más jóvenes, más amplia será la gama de opciones de futuro profesional que consideraran seriamente, mayor su interés en estas opciones y mejor su preparación formativa para las actividades ocupacionales que elijan. Por ello, la investigación sobre la autoeficacia sugiere que los docentes deben prestar tanta atención a la autoeficacia de sus estudiantes como lo hacen a su capacidad real (Beier, 2008).

Más allá de los factores intrínsecos de cada individuo, los resultados de varias investigaciones apuntan a otros factores con

una alta influencia en las actitudes de los más jóvenes hacia los estudios y profesiones científico-técnicas. Por un lado, debe considerarse el hecho de que las aspiraciones profesionales de los niños y niñas parecen estar formadas por las percepciones de los padres del potencial de sus hijos y por la valoración del profesorado de su alumnado (Bandura et al. 2001). Muchos estudios confirman que el apoyo que perciben los jóvenes por parte de sus padres está estrechamente vinculado con las aspiraciones hacia carreras científico-técnicas (Dewitt et al., 2013). Por otro lado, también la influencia de los iguales y de las amistades es un factor significativo a la hora de explicar la opción de los jóvenes de seguir estudios científico-técnicos (Osborne et al., 2003). En unas edades en que, como hemos dicho antes, se está construyendo el autoconcepto de una persona, las expectativas de los iguales juegan un papel importante.

Finalmente, existen factores “estructurales” que pueden incidir también en las aspiraciones del alumnado. No tanto porque influyan directamente en sus intereses, sino porque pueden ser claves para el logro de estas aspiraciones, estando asociados con factores tales como la privación o dificultad de acceso a los recursos (Dewitt et al., 2013). Las expectativas asociadas a género, clase social y etnia (y el efecto de discriminaciones como el sexismo, la homofobia, el clasismo, el racismo y la discriminación racial) tienen un efecto largo y penetrante sobre las oportunidades de los individuos, influyendo en sus historias de carrera y decisión (Fouad, 2007). A día de hoy todavía no se tienen demasiados datos al respecto, por lo que se requiere un estudio más profundo de los efectos de estos factores en las opciones profesionales de los jóvenes.

Conclusiones e implicaciones

En nuestro país son muchas las iniciativas propuestas desde diversas entidades y organizaciones (centros de investigación, empresas privadas, fundaciones privadas, etc.) dirigidas a fomentar las vocaciones científico-técnicas. En este sentido, recientes estudios confirman que el hecho de participar en actividades extracurriculares relacionadas con la ciencia y la tecnología puede tener un impacto positivo en los logros y la confianza de los más jóvenes en las disciplinas científico-técnicas. Sin embargo, muchas de las propuestas actualmente llevadas a cabo están basadas en la idea de ofrecer una educación científico-técnica más entretenida. Hemos visto que este no es el único factor relevante a tener en cuenta, por lo que plantear actividades de este tipo puede no resultar en un aumento sustancial del número de estudiantes atraídos por las profesiones científico-técnicas (Dewitt et al., 2013).

Contemplar otros factores como el grado de información sobre las profesiones STEM aportada por las actividades, el trato que se da a temas que pueden tener influencia en la percepción social de la ciencia y la tecnología o la oportunidad que se brinda a los estudiantes para superar retos y mejorar así su percepción de autoeficacia, es un requisito indispensable para enriquecer las iniciativas actualmente en curso. No obstante, y como queda reflejado en la literatura especializada, esta no es una empresa fácil y sigue siendo un ámbito bajo estudio. Se requiere de un esfuerzo continuo y de información suficiente para poder tomar las decisiones oportunas.

Como complemento a los muchos estudios teóricos orientados a explorar el fomento de las vocaciones científico-técnicas de los más jóvenes –y comentados en este informe– la Fundación Bancaria “la Caixa”, FECYT y everis, en colaboración con la Universidad Pompeu Fabra y el CRECIM³ de la Universidad Autónoma de Barcelona, se propusieron ofrecer una herramienta que permitiese a los responsables de este tipo de actividades conocer mejor a su público objetivo y valorar de forma más precisa los objetivos concretos que sus iniciativas deberían alcanzar. Sin pretender ser una “fórmula mágica”, esta herramienta permite explorar de forma orientada cuáles de los factores íntimamente ligados a las aspiraciones científico-técnicas de los más jóvenes deben potenciarse en las actividades si se pretende incidir significativamente en dichas aspiraciones.

Barcelona, diciembre de 2014

BIBLIOGRAFÍA

Archer, L. (2013). *Interim Research Summary*, ASPIRES Project.

Archer, Louise, DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2010). "Doing" science versus "being" a scientist: Examining 10/11-year-old schoolchildren's constructions of science through the lens of identity. *Science Education*, 94(4), 617–639. doi:10.1002/sce.20399

Aschbacher, P. R., Li, E., & Roth, E. J. (2010). Is science me? High school students' identities, participation and aspirations in science, engineering, and medicine. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 564–582. doi:10.1002/tea.20353

Bandura, A., Barbaranelli, C., Vittorio, C. G., & Pastorelli, C., A. (2001). Self-efficacy beliefs as shapers of children's aspirations and career trajectories. *Child Development*, 72, 187–206.

Becker, F. S. (2010). Why don't young people want to become engineers? Rational reasons for disappointing decisions. *European Journal of Engineering Education*, 35(4), 349–366. doi:10.1080/03043797.2010.489941

Beier, M. E. (2008). *Overview: Self-Efficacy in STEM* (pp. 1–12).

Bennett, J., & Hogarth, S. (2009). Would You Want to Talk to a Scientist at a Party? High school students' attitudes to school science and to science. Would You Want to Talk to a Scientist at a Party? High school students' attitudes to school science and to. *International Journal of Science Education*, (June 2014), 37–41. doi:10.1080/09500690802425581

Brodie Brazell, J. (2013). STEM 2.0: Transformational Thinking About STEM for Education and Career Practitioners by Jim Brodie Brazell. *Career Planning and Adult Development Journal. Special Issue*, 29(2), 20–33.

Cedefop. (2012). *Skills for Europe's future: anticipating occupational skill needs*.

COSCE. (2011). *Informe ENCIENDE: Enseñanza de las ciencias en la didáctica escolar para edades tempranas en España. Madrid*.

Dewitt, J., Archer, L., & Osborne, J. (2013). Science-related Aspirations Across the Primary – Secondary Divide: Evidence from two surveys in England. *International Journal of Science Education*, (December 2014), 37–41. doi:10.1080/09500693.2013.871659

European Commission. (2009). *New Skills for New Jobs*. doi:10.2767/17760

European Commission. (2011a). *Innovation Union Competitiveness report 2011. Executive Summary*.

European Commission. (2011b). Progress towards the common European objectives. Indicators and benchmarks 2010/2011 Commission staff working document.

European Commission. (2012a). EU Skills Panorama Analytical Highlight Science, technology, engineering and mathematics (STEM) skills.

European Commission. (2012b). *Responsible Research and Innovation*. doi:10.2777/11739

European Commission. (2012c). Rethinking Education: Investing in skills for better socio-economic outcomes. COM(2012) 669.

European Commission. (2013). Horizon 2020. Work Programme 2014–2015. General introduction.

European Commission. (2014). Research and innovation as sources of renewed growth.

Eurostat. (2013). *Tertiary Education Participation*.

FECYT. (2013). *VI Encuesta de percepción social de la ciencia* (2012).

Fouad, N. A. (2007). Work and Vocational Psychology: Theory, Research, and Applications. *Annu. Rev. Psychol.*, 58, 543–564.

Holland, J. L. (1985). *Making Vocational Choices. A Theory of Vocational Personalities and Work Environments*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Instituto de Evaluación. (2010). *Evaluación general de diagnóstico 2009*.

Ministerio de Educación Cultura y Deporte. (2013). PISA 2012. *Programa para la evaluación internacional de los alumnos. Informe español*.

Murphy, C. (2005). *Primary science in the UK: a scoping study*. (Q. U. Belfast, Ed.). the Wellcome Trust.

OECD. (2002). Why career information, guidance and counselling matter for public policy.

OPM. (2004). *Taking a Leading Role* (pp. 1–27).

Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. Nuffield Foundation.

Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079.

Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (2003). *Las competencias clave para el bienestar personal, social y económico*. (D. S. Rychen & L. H. Salganik, Eds.). Málaga: Ediciones Aljibe.

Savickas, M. L., Nota, L., Rossier, J., Dauwalder, J.-P., Duarte, M. E., Guichard, J.,... Van Vianen, A. E. M. (2009). Life designing: A paradigm for career construction in the 21st century. *Journal of Vocational Behavior*, 75(3), 239–250. doi:10.1016/j.jvb.2009.04.004

Sjøberg, S. (1997). Scientific literacy and school science: arguments and second thoughts. (Ed.), In S. Sjøberg & E. Kallerud (Eds.), *Science, Technology and Citizenship. The Public Understanding of Science and Technology in Science Education and Research Policy* (pp. 9–28). Norwegian Institute for Studies in Research and Higher Education.

The Royal Society. (2004). *Taking a Leading Role – Literature review* (pp. 1–17).

Vassiliou, A. (2012). *Creativity and Education in Europe. Debate on 21st century education: creativity and innovation in primary and secondary STEM education/Brussels 20 June 2012. Europa Press Release*. Retrieved from

<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=SPEECH/12/475&type=HTML>

Wilson, R., & Zukersteinova, A. (2011). *Anticipating changing skill needs: A Master Class*.

Zunker, V. G. (1994). *Career counseling, applied concepts and life planning*.

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS ACCIONES DE DIVULGACIÓN EN TÉRMINOS DE PROMOCIÓN DE VOCACIONES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS



RESUMEN EJECUTIVO

Uno de los objetivos que se persiguen en los proyectos de divulgación científica para jóvenes, y en particular de la actividad llevada a cabo por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), la Obra Social “la Caixa” y everis en el marco de su RSC, es el fomento de las vocaciones en el ámbito científico, tecnológico y matemático (**STEM** por sus siglas en inglés: *Science, Technology, Engineering and Mathematics*). El número de alumnos que optan por estos itinerarios formativos disminuye año tras año, lo que afecta a la competitividad y crecimiento de la industria y la economía y dificulta el desarrollo de programas de investigación e innovación responsable.

Con el objetivo de poder evaluar el éxito de las acciones de divulgación científica llevadas a cabo y mejorar su impacto, la FECYT, la Obra Social “la Caixa” y everis han liderado un proyecto para la definición e implementación de un sistema de evaluación de impacto que ha permitido **objetivar el grado en el que se consigue incrementar el interés por estudiar STEM** de los alumnos participantes en dichas actividades e **identificar los factores clave de influencia** en la decisión vocacional de los jóvenes.

El proyecto ha sido desarrollado durante dos cursos escolares, ha contado con la participación de más de 2.500 estudiantes de ESO y con el asesoramiento de un panel de expertos que ha validado el estudio, formado por Albert Satorra, doctor en Estadística por la UB, Roser Pintó, doctora en Física por la UAB y directora del CRECIM, y Digna Couso, doctora en Didáctica de las Ciencias Experimentales de la UAB.

El análisis de resultados sobre los alumnos participantes en el programa de actividades divulgativas aplicado en el proyecto ha permitido obtener las siguientes **conclusiones**:

- Se ha evaluado cuantitativamente el impacto que tiene la realización de solo dos actividades de divulgación, un taller de experimentos y una conferencia-diálogo con un científico, sobre alumnos de ESO, justo antes de que estos tomen la decisión de seguir un futuro formativo STEM o no STEM.
- **Existe un incremento del interés por estudiar STEM de los alumnos participantes, situándose en un 5,63%.** Considerando los alumnos participantes en las acciones de la FECYT en Madrid y de CosmoCaixa Barcelona durante el curso 2013-14, esto podría suponer un incremento de 4.834 alumnos en itinerarios STEM en términos absolutos. Como contexto, indicar que el número de alumnos en bachilleratos STEM de Madrid y Catalunya se sitúa alrededor de los 85.041, de manera que los alumnos impactados en un año por las actividades de la FECYT y de CosmoCaixa equivalen al 5,7% de los alumnos de bachillerato STEM en este ámbito territorial, habiendo realizado tan solo 2 actividades de divulgación.
- **Se observa una reducción de la brecha educativa entre niveles socioeconómicos:** se incrementa el interés por estudiar STEM en los alumnos procedentes de entornos socioeconómicos más desfavorecidos en un 9,51%, acercándose a la propensión medida en los alumnos de entornos socioeconómicos de nivel alto, que inicialmente partían de una posición de mayor inclinación hacia a estos estudios.
- **Existe un mayor impacto en chicos que en chicas,** pese a que ellas representan un grupo con menor propensión inicial a estudiar STEM. Se observa que la influencia

en los chicos se concentra en el grupo de alumnos con menor seguridad en su elección, menor interés por STEM y, en general, menor convicción de sus capacidades para estudiar en este ámbito.

El impacto en las chicas, sin embargo, se observa principalmente en el caso opuesto al de los chicos: son chicas con interés por estudiar STEM, seguridad en su decisión y alta autoeficacia. Se consigue, por tanto, reforzar la decisión de aquellas chicas que ya tenían intención de estudiar STEM.

- **Se aprecia un impacto muy positivo en los alumnos con menor rendimiento académico,** menos inclinados a escoger itinerarios STEM, incrementando su propensión hacia estos estudios en un 12,78%, así como en aquellos alumnos indecisos y con una predisposición moderada al esfuerzo.
- **Influencia clave de la imagen asignada por padres y profesores** a los alumnos en relación a su capacidad para estudiar STEM. En los alumnos que piensan que sus padres o profesores no les ven capacitados para estudiar STEM (aunque esto no necesariamente sea cierto), el impacto es menor que en aquellos a los que sus padres o profesores consiguen transmitirles que sí creen en su capacidad y potencial para estudiar estas materias.
- **Factores clave de impacto identificados:** para conseguir un impacto positivo en el interés por estudiar STEM de los jóvenes, es necesario mejorar la **autoeficacia** de los propios alumnos en relación con las materias STEM (si se ven capaces o no de cursar esos estudios), así como conseguir un mayor **gusto e interés** por las mismas. También resulta un factor de alto impacto conseguir que **visualicen las profesiones STEM como una opción de futuro satisfactoria** para ellos.

- **La influencia de los amigos facilita el impacto de las acciones divulgativas**, incrementando hasta en un 8,68% el interés por estudiar STEM en aquellos alumnos que admiten el peso que tienen sus amigos en su elección vocacional.
- **La mejora en la orientación vocacional facilita el interés por estudiar STEM**. Si los alumnos no se sienten bien informados y orientados respecto a los estudios y profesiones STEM, resulta muy difícil conseguir que se interesen por ellos. Solo los alumnos que consideran que han recibido una buena orientación en este ámbito optan por itinerarios STEM. Por este motivo, se ha observado un incremento del 8,33% en el interés de los alumnos que declaraban estar peor informados, una vez participaron en las actividades de divulgación del programa (que incluían elementos de orientación profesional).
- Transmitir adecuadamente los **modelos de forma de vida STEM** a los jóvenes, así como conseguir que vean la **utilidad social de la ciencia** son factores que impactan positivamente en el interés por estudiar STEM. En el caso del programa de actividades aplicado en el estudio, el incremento de la propensión a estudiar STEM ha sido de un 7,56% en los alumnos con una peor percepción inicial de la forma de vida STEM, y de un 10,07% en los alumnos que partían con una percepción de utilidad social de la ciencia moderada.

Las conclusiones del estudio se aplicarán para **mejorar las actividades de divulgación de la FECYT y la Obra Social "la Caixa" en pro de incrementar las vocaciones científicas en nuestro país y el interés por la ciencia de los estudiantes**. Asimismo, los resultados y método

de evaluación fruto del estudio se pondrán a disposición de otras entidades que tienen también como objetivo el incremento de vocaciones científicas.

MOTIVACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO

Actualmente existe una tendencia creciente en el desinterés de los jóvenes por los estudios de ciencia, tecnología y matemáticas (**STEM** por sus siglas en inglés: *Science, Technology, Engineering and Mathematics*), situación que se da de manera generalizada en los países más desarrollados de Europa y en Estados Unidos.

Esta situación resulta preocupante para la sociedad en su conjunto, desde la Administración pública, que ha incorporado el tema como prioridad en la agenda política, hasta la industria, que estima que la falta de profesionales en el ámbito científico y tecnológico dejará vacantes más de un millón de puestos de trabajo en Europa en 2015, afectando directamente a la competitividad, al crecimiento y al desarrollo de sectores emergentes de futuro. En el entorno de la investigación e innovación y la divulgación científica y tecnológica esta preocupación va más allá, puesto que en una sociedad cada vez más tecnificada, donde los avances científicos se suceden a un ritmo cada vez mayor y plantean retos sociales de gran calado, la participación e involucración de los ciudadanos es clave, debiendo así avanzar hacia el concepto de investigación e innovación responsable. No será posible sin una adecuada educación científica y tecnológica de nuestros ciudadanos.

Fruto de una voluntad compartida para mejorar esta situación, la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, la Obra Social "la Caixa" y everis, en el marco

de su RSC, han impulsado un proyecto con el objetivo de llevar a cabo un análisis en profundidad de los factores de influencia en la elección vocacional de los alumnos de ESO en relación a las materias y profesiones STEM, y en particular desarrollar un sistema que permita evaluar el impacto que las acciones e iniciativas de divulgación tienen en el fomento de las vocaciones STEM y mejorar su eficacia.

OBJETIVOS

De manera general, se pretende **entender el proceso de decisión de los estudiantes de secundaria respecto a sus estudios y profesiones futuras**, en función del conjunto de **factores influyentes** (sociales, académicos, familiares, etc.) a los que son sometidos, con el fin de ayudar a focalizar las acciones encaminadas al fomento de vocaciones científico-tecnológicas y poder **evaluar su impacto en dicha decisión**.

El estudio pretende específicamente:

- **Identificar los diferentes factores de influencia** que inciden en un estudiante a lo largo del proceso de construcción de su vocación/elección futura, teniendo en cuenta las relaciones existentes entre ellos.
- **Prestar especial atención a las acciones de divulgación científico-tecnológicas**, como factor influyente, para tratar de **evaluar si han tenido algún impacto en el interés de los alumnos por estudiar las disciplinas STEM**.
- **Definir un modelo que permita medir la propensión a estudiar STEM** de los jóvenes y **evaluar el impacto** que sobre esta propensión tiene una determinada acción o iniciativa de divulgación científico-tecnológica.

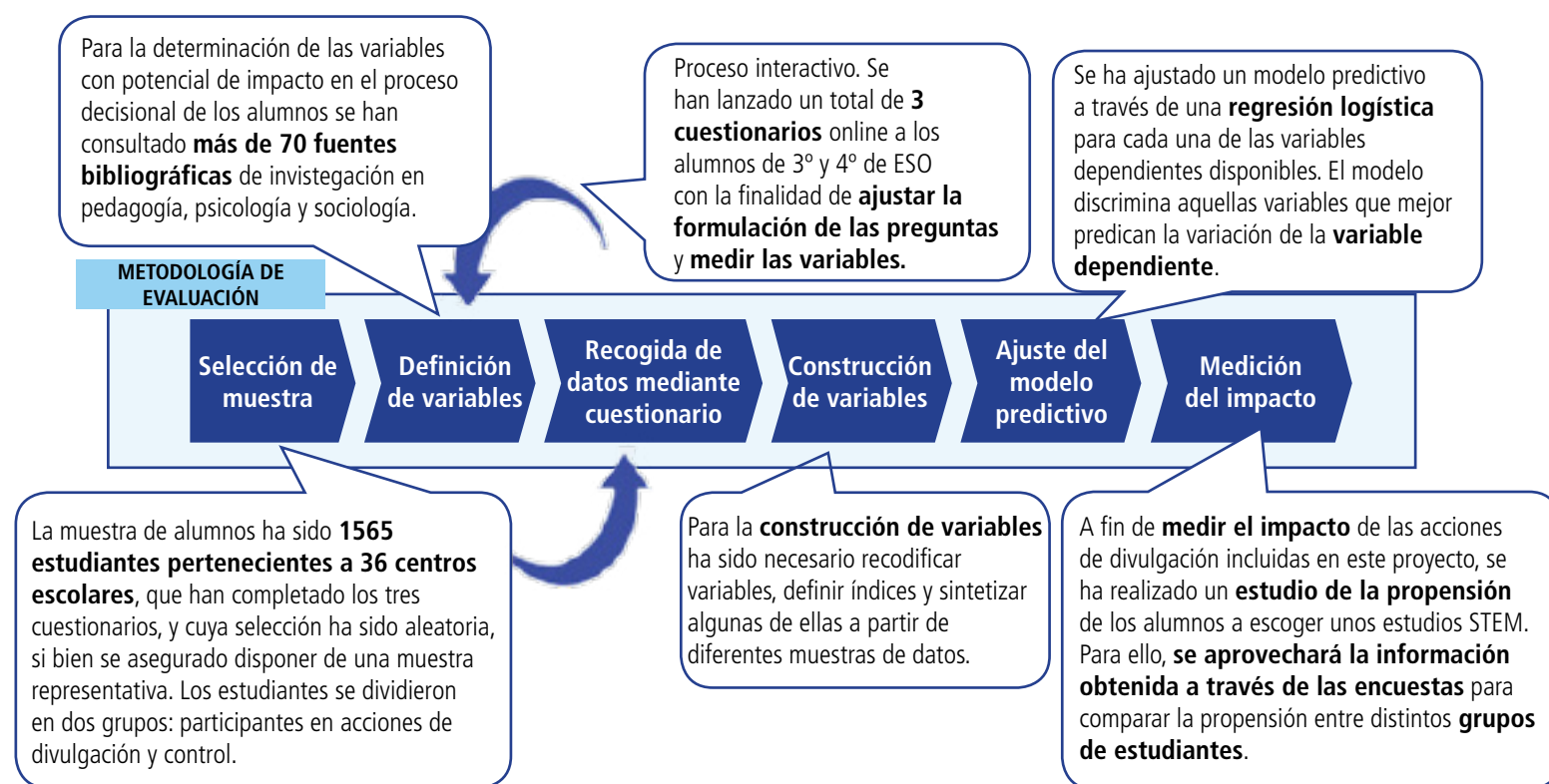
Los resultados que el proyecto en su globalidad ha permitido obtener son:

- Obtención de un **modelo predictivo sobre el interés por estudiar STEM** de los jóvenes, que nos permite obtener la **propensión a estudiar STEM** de cada estudiante y saber **qué factores tienen mayor influencia** en la construcción de esta propensión (y por tanto saber dónde debemos focalizar nuestras acciones).

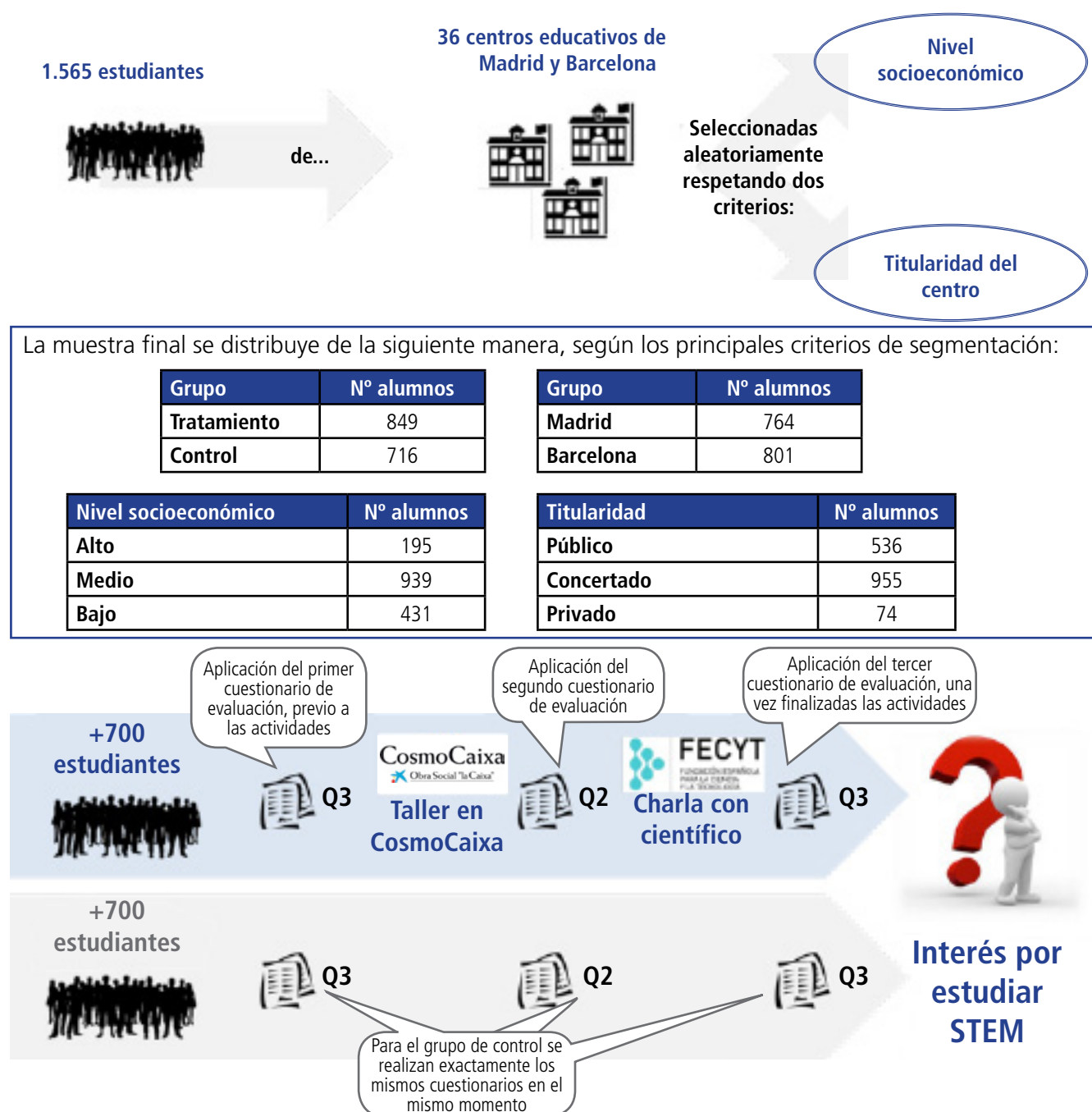
- Implementación del modelo predictivo en un **kit de evaluación de impacto** que permita medir y mejorar la consecución de los objetivos de una iniciativa/actividad encaminada al fomento de vocaciones STEM y ofrezca **recomendaciones prácticas** para incrementar su eficacia.
- **Aplicación del modelo** sobre una muestra amplia y representativa de alumnos y análisis de sus resultados, obteniendo **un estudio detallado del impacto en el interés por estudiar STEM** de los alumnos participantes en las acciones divulgativas aplicadas en el proyecto.

METODOLOGÍA

El proyecto se ha desarrollado en dos fases, con un enfoque de aproximación iterativa a la solución. En la primera fase, se trabajó con una muestra de 450 alumnos de 6 centros educativos, definiendo un primer modelo de evaluación de impacto. En la segunda fase del estudio se ha perfeccionado la metodología de evaluación desarrollada en la fase anterior, aplicando las siguientes medidas:



La muestra de alumnos en la segunda fase del proyecto ha sido de 1.565 en total, seleccionados de manera completamente aleatoria respetando dos criterios de representatividad: el nivel socioeconómico y la titularidad del centro.



Para la correcta validación del modelo, y poder obtener conclusiones válidas sobre el impacto de las acciones de divulgación aplicadas en el proyecto, se establecieron dos grupos entre el total de alumnos de la muestra.

Por un lado, un grupo de alumnos participó en diferentes actividades divulgativas, constituyendo el **grupo experimental o grupo participante**, mientras que el resto de alumnos no participó en ninguna de estas acciones, constituyendo el **grupo de control**.

Adicionalmente, para no influir de algún modo en la percepción de los alumnos de ambos grupos, se aplicó la técnica de **estudio ciego**, de manera que ninguno de los alumnos de la muestra conocía el experimento ni la relación entre las actividades y los cuestionarios que realizaron durante el proyecto

RESULTADOS

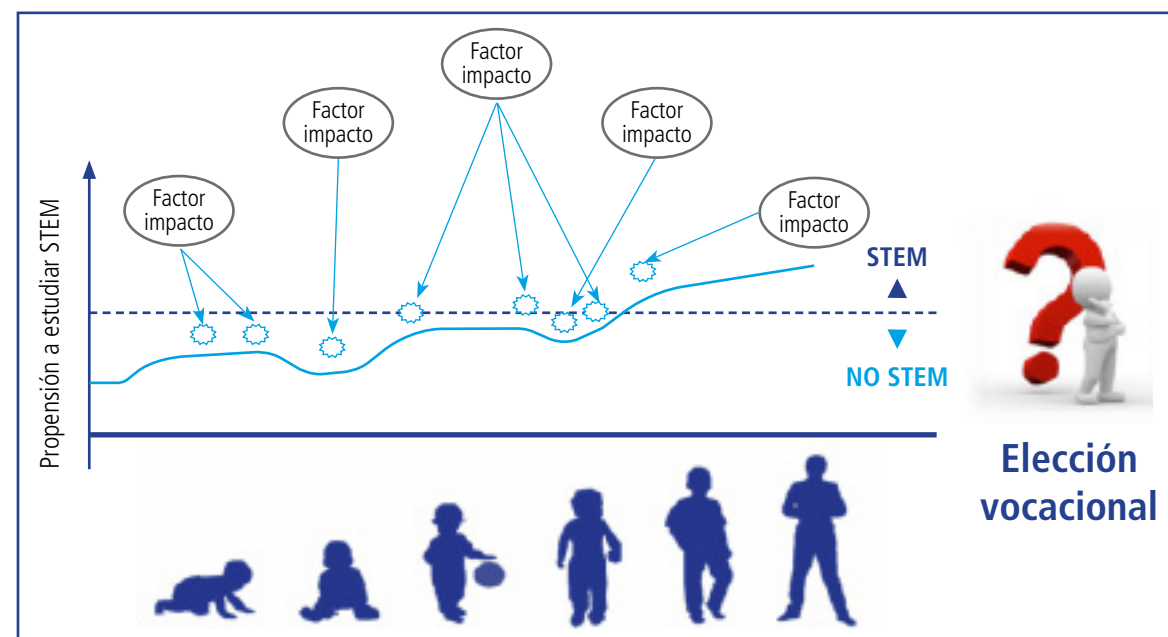
Modelo predictivo

Uno de los objetivos del proyecto perseguía definir un modelo **predictivo de la propensión a estudiar STEM de los alumnos de secundaria**, a partir de la medición del impacto que tiene en esta propensión cada una de las variables o factores influyentes en el proceso de decisión de itinerario formativo y profesional de los estudiantes.

El modelo predictivo se ha ajustado a partir de la técnica de **regresión logística binaria**, considerando que existe una variable dependiente (Y) definida en dos categorías [0-1] y n variables independientes (X) que pueden ser dicotómicas o continuas.

Consideramos como variable dependiente (Y), para ser medida con el modelo, el **interés por estudiar un itinerario STEM**, entendido como la predisposición a estudiar una opción STEM aunque no necesariamente tenga que ser esta su elección.

Escogemos esta variable porque se vincula más directamente con el objetivo de las acciones divulgativas: **incrementar las vocaciones STEM**. Aunque esto podría invitar a pensar en una variable más relacionada directamente con la elección vocacional (¿escogerás STEM en tu elección?), hay que considerar que conseguir cambiar la elección con una acción puntual o una serie de acciones en un periodo de tiempo acotado resulta un objetivo muy ambicioso, por lo que es necesario disponer de una medición más precisa, que nos pueda indicar si hemos avanzado en la consecución de ese objetivo, aunque no hayamos



alcanzado el umbral de cambio de elección: el **interés por estudiar STEM**.

Esta variable permite **determinar si ha existido alguna clase de impacto** (positivo o negativo) por parte de la acción divulgativa en el proceso de elección vocacional.

Para determinar las variables independientes, se ha trabajado sobre un conjunto de más de 30 factores de potencial influencia en la elección vocacional, definidos a partir de la revisión de más de 70 fuentes de investigación en los ámbitos de psicología, sociología y pedagogía, así como del conocimiento del comité asesor del proyecto.

Las variables finalmente contempladas se han agrupado en 4 ámbitos conceptuales con fines únicamente descriptivos, pero conviene especificar que en ningún caso se

contemplan estas agrupaciones ni en el modelo predictivo ni a efectos estadísticos.

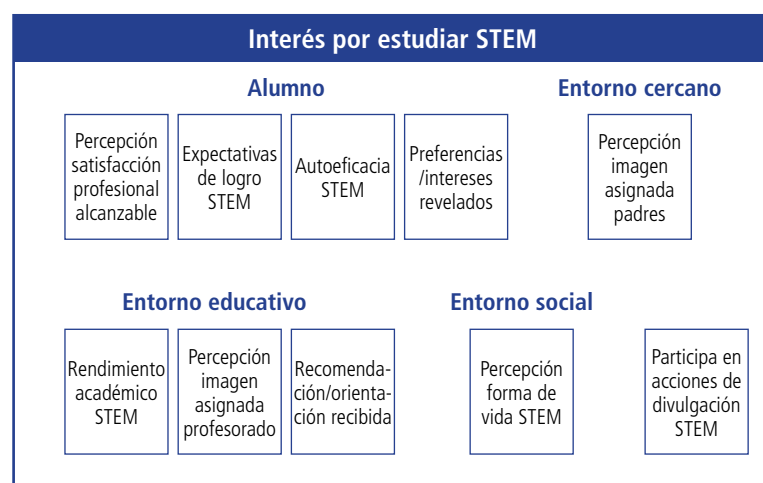
Los ámbitos conceptuales definidos son: **alumno, entorno educativo, entorno cercano y entorno social**.

Ámbito conceptual - Alumno Autoeficacia STEM	Características intrínsecas del alumno <i>Expectativas de eficacia personal del alumno en asignaturas STEM</i>	Ámbito conceptual – Entorno educativo	Variables relativas al entorno educativo del alumno (escuela, profesores, orientación)
Convicción vocacional	Grado de certeza que tiene el alumno sobre sus gustos y preferencias vocacionales	Ayuda en casa	Percepción que el alumno tiene acerca de si recibe ayuda en el hogar con las tareas escolares
Expectativas de logro STEM	Preferencia utópica del alumno sobre lo que querría y le gustaría ser en el futuro (no implica necesariamente que el individuo actúe consecuentemente para conseguirlo)	Influencia admitida (profesores)	Influencia admitida por el alumno en su elección vocacional por parte del profesorado
Interés en asignaturas STEM	Grado de interés general que expresa el alumno por las asignaturas STEM	Información / conocimiento de carreras	Percepción del alumno sobre su grado de conocimiento sobre los requisitos de acceso a estudios superiores y salidas profesionales
Percepción satisfacción profesional alcanzable	Consideración del alumno sobre si las profesiones del ámbito STEM son interesantes y/o estimulantes para su futuro profesional	Percepción clases STEM	Actitud percibida por el alumno por parte de sus profesores STEM para con la docencia de estas asignaturas
Prioridad por el bienestar inmediato	Preferencia del alumno por unos estudios cortos y/o poco exigentes	Percepción de la imagen asignada por el profesorado	Percepción del alumno sobre la imagen que el profesorado tiene sobre sus competencias y capacidades en el ámbito STEM
Prioridades sociales	Preferencia del alumno por valores de autorrealización y participación (postmaterialismo) frente a los valores tradicionales de ampliación de la seguridad económica y ciudadana (materialismo)	Recomendación / orientación percibida	Percepción del alumno de haber recibido recomendación u orientación por parte del cuerpo docente y servicios de orientación del centro
Preferencias / intereses vocacionales o revelados	Expresa el grado de interés general que tienen los alumnos en las ciencias, la tecnología y las matemáticas	Referente centro	Percepción del alumno sobre las actividades, salidas o eventos realizados por el centro en relación con los ámbitos STEM
		Referente profesorado	Qué docentes han sido un referente para el alumno y si se asocian con su elección vocacional
		Rendimiento académico STEM	Nota media del alumno en asignaturas del ámbito STEM

Ámbito conceptual – Entorno cercano	Variables relativas al entorno familiar y círculo cercano del alumno (familiares, amigos)	Ámbito conceptual – Entorno social	Percepciones y estereotipos sociales del alumno sobre la ciencia
Estatus económico, social y cultural familiar	Índice del estatus económico, social y cultural familiar del alumno	Percepción de la utilidad social de las profesiones STEM	Valoración del alumno sobre la utilidad que tienen para la sociedad los profesionales STEM en términos comparativos con el resto de profesiones
Influencia admitida (amigos / iguales)	Influencia admitida por el alumno en su elección vocacional por parte de sus amigos / iguales	Percepción esfuerzo carrera STEM	Percepción del alumno sobre el esfuerzo que asocia con desarrollar una carrera STEM en términos comparativos con el resto de carreras
Influencia admitida (padres)	Influencia admitida por el alumno en su elección vocacional por parte de sus padres	Percepción forma de vida STEM	Percepción del alumno sobre la forma de vida de un profesional STEM en términos de estabilidad/comodidad laboral y de residencia en términos comparativos con el resto de profesiones
Percepción imagen asignada padres	Percepción del alumno sobre la imagen que sus padres tienen sobre sus competencias y capacidades en el ámbito STEM	Percepción nivel socioeconómico alcanzable	Percepción del alumno sobre el nivel socioeconómico que se puede alcanzar a través de carreras/profesiones STEM, en términos comparativos con el resto de carreras/profesiones
Persona cercana trabaja / estudia STEM	Percepción del alumno de tener algún familiar cercano (padres, hermanos/as) trabajando o estudiando en un ámbito STEM	Percepción prestigio profesiones STEM	Percepción del alumno sobre el prestigio que supone desarrollar una carrera/ ocupación vinculada con las STEM en términos comparativos con el resto de profesiones
		Percepción social de la ciencia	Percepción del alumno sobre el mundo científico y tecnológico como medio para la mejora o empeoramiento de las condiciones sociales y ambientales (desde un punto de vista general)

En el estudio se ha considerado adicionalmente una última variable, en la que se tiene en consideración si los **alumnos participan o no en acciones de divulgación STEM**. Esta variable se ha determinado a partir de la participación o no de los alumnos en un programa de divulgación STEM definido específicamente para el proyecto, y que conformó los grupos participantes y de control del estudio.

A partir del trabajo realizado sobre este conjunto de variables mediante cuestionarios aplicados sobre el conjunto de estudiantes de la muestra (participantes y control) y la aplicación de modelos de regresión logística, se ha determinado la composición del modelo predictivo de propensión a estudiar STEM. Este incluye las siguientes variables:



Cabe destacar que la **participación en las acciones de divulgación** ha entrado en la selección de variables del modelo por su capacidad predictiva de la propensión a estudiar STEM, lo cual es indicativo de su capacidad de impacto en la variable dependiente.

La **capacidad predictiva del modelo**, de acuerdo con el test de bondad de tablas de clasificación, **se ha situado en el 85,7%**.

Kit de evaluación de impacto

El proyecto tenía por objetivo ayudar a dar respuesta a algunas de las cuestiones más importantes que se plantean al planificar, diseñar y ejecutar actividades de divulgación STEM: ¿Está funcionando adecuadamente mi actividad? ¿Cómo es el grupo de participantes? ¿Qué intereses tiene? ¿Cómo les podemos motivar? ¿Qué impacto generamos en los participantes? En definitiva: ¿Cómo podemos mejorar?

El modelo predictivo definido nos permite:

1. **Conocer los elementos clave que determinan la elección de estudios STEM**, para así contemplarlos en el diseño de las actividades.
2. **Medir la propensión a estudiar STEM de los jóvenes y caracterizarlos**, de manera que podamos saber qué perfil tienen nuestros participantes y poder adecuar la actividad a su medida.
3. **Conocer el impacto que nuestras actividades de divulgación tienen**, de manera que podamos establecer mecanismos de mejora de las mismas.

El kit se compone de un cuestionario cuyas respuestas se incorporan al motor estadístico de regresión logística, implementado sobre una solución ofimática de hojas de cálculo, y proporciona la **propensión a estudiar STEM de un individuo o grupo de individuos**, además de su caracterización **según las variables de impacto** (tienen mayor o menor interés por estudiar STEM, tienen una mayor o menor

autoeficacia, hay más o menos chicas interesadas en STEM, sienten que sus padres y/o profesores les ven capaces de estudiar STEM o no, etc.).

De este modo, la planificación e incluso el diseño de actividades pueden realizarse de manera mucho más personalizada para el grupo de participantes, y así conseguir incrementar su eficacia.

Mediante la medición de la propensión a estudiar STEM ex-ante, y la comparativa con la medición ex-post, se consigue obtener la variación entre las propensiones a estudiar STEM antes y después de la actividad divulgativa, y por tanto una orientación de la medida del impacto generado, si bien para la generalización de resultados es necesario contar con una muestra de participantes suficiente, representativa y con control.

El kit incorpora también una **guía de recomendaciones** para el diseño y ejecución de acciones divulgativas y programas educativos en relación con las vocaciones STEM desarrollada a partir de los resultados obtenidos en el proyecto.

Análisis de impacto de las acciones divulgativas del programa

A partir de los datos recopilados en los tres cuestionarios de los 1.565 alumnos, nos hemos planteado analizar el impacto que las acciones divulgativas del programa elaborado para el proyecto han tenido en el interés por estudiar STEM de los alumnos, y en particular las diferencias entre diferentes colectivos en función de distintas variables de segmentación, tales como el nivel socioeconómico familiar o el género.

Es importante remarcar que la evaluación de impacto realizada se circunscribe a las acciones de divulgación específicas del programa aplicado, y no permite generalizar para otro tipo de acciones similares.

Para ello, aplicaremos el modelo predictivo que hemos definido, que nos dará la propensión a estudiar STEM de los alumnos de cada colectivo analizado.

Una vez disponemos de la propensión a estudiar STEM en el momento de finalizar el programa de actividades divulgativas para todos los alumnos, procederemos a comparar los resultados entre los alumnos del grupo de participantes y los alumnos del grupo de control. Considerando el periodo de tiempo en el que se han desarrollado, la principal diferencia entre ambos grupos dentro de las variables de impacto definidas en el modelo predictivo viene determinada por la participación o no en el programa divulgativo y, por tanto, la variación en el impacto recibido por cada grupo.

Este enfoque metodológico nos permitirá, adicionalmente, conocer el impacto que han tenido individualmente algunas de las variables independientes del modelo, lo cual no es posible a partir del modelo predictivo, a través de la comparativa entre participantes y control de grupos segmentados por la variable que se desea analizar.

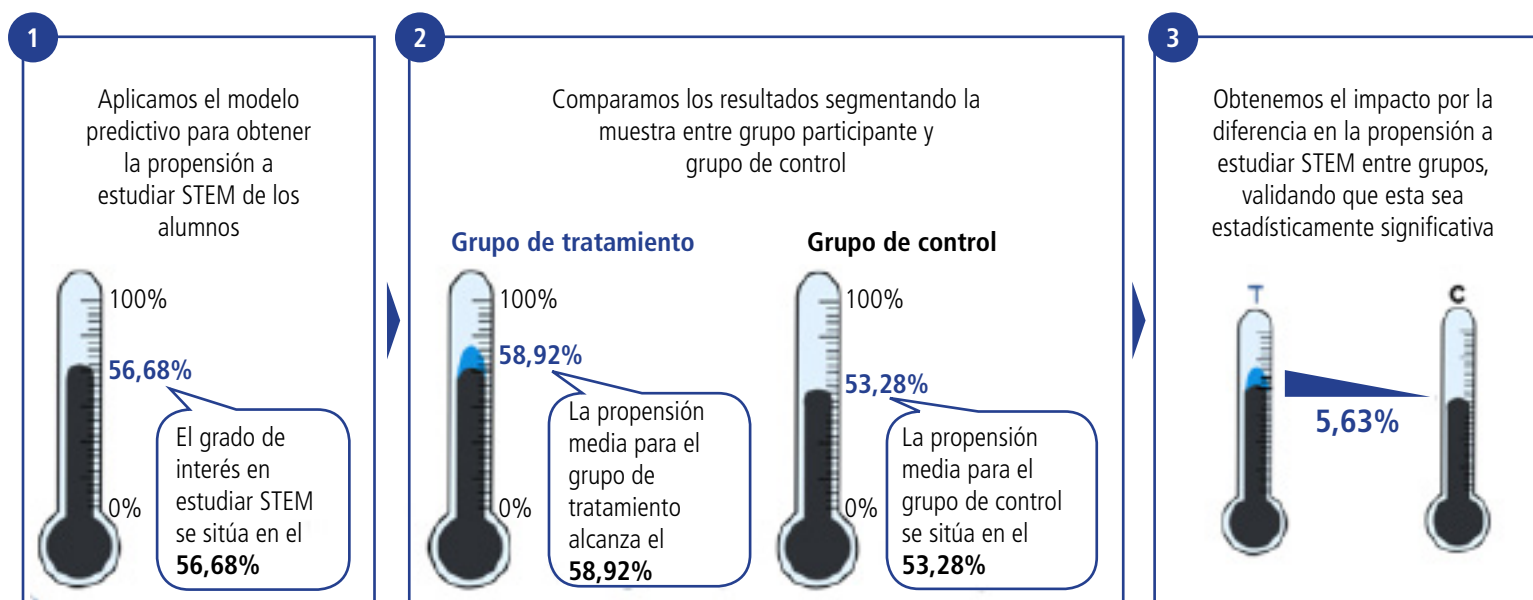
Los principales resultados obtenidos se muestran a continuación.

Las acciones de divulgación tienen impacto en las vocaciones STEM

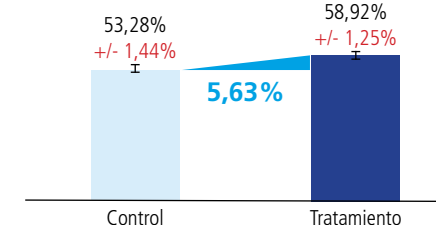
La primera y más importante conclusión que obtenemos de los resultados del análisis llevado a cabo es que las **acciones de divulgación STEM pueden tener un impacto positivo y significativo en el interés por estudiar STEM de los jóvenes** que participan en las mismas.

En el caso concreto de las acciones de divulgación definidas en el programa aplicado en el proyecto, el impacto se ha materializado en un **incremento del 5,63% en la propensión a estudiar STEM** de los alumnos participantes.

Metodología de análisis de impacto



Interés por estudiar STEM



La probabilidad de que los alumnos del grupo de tratamiento consideren escoger un itinerario STEM es un 5,63% mayor que la de los alumnos de control

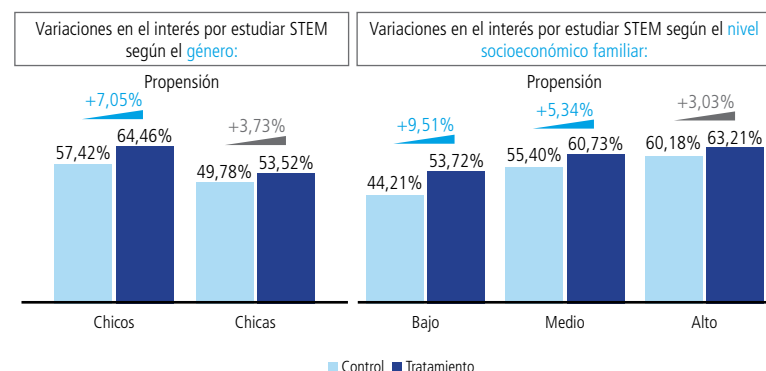
5,63% Impacto significativo: diferencia entre medias sí supera el error acumulado
5,63% Impacto no significativo: diferencia entre medias no supera el error acumulado

Se reduce la brecha educativa entre niveles socioeconómicos

En relación con la falta de vocaciones STEM, existe una importante brecha social, ya que tanto por nivel socioeconómico familiar de los alumnos como por género se observan diferencias relevantes. En este sentido, la situación de partida de la muestra de estudiantes del estudio indica que tanto las chicas como los alumnos procedentes de entornos socioeconómicos desfavorecidos tienen un menor interés por los estudios STEM que los chicos y los alumnos de nivel socioeconómico alto, respectivamente.

Las acciones de divulgación llevadas a cabo no parecen incidir significativamente en el grupo de las chicas, y de hecho el impacto es importante únicamente en el colectivo de chicos (+7,05%).

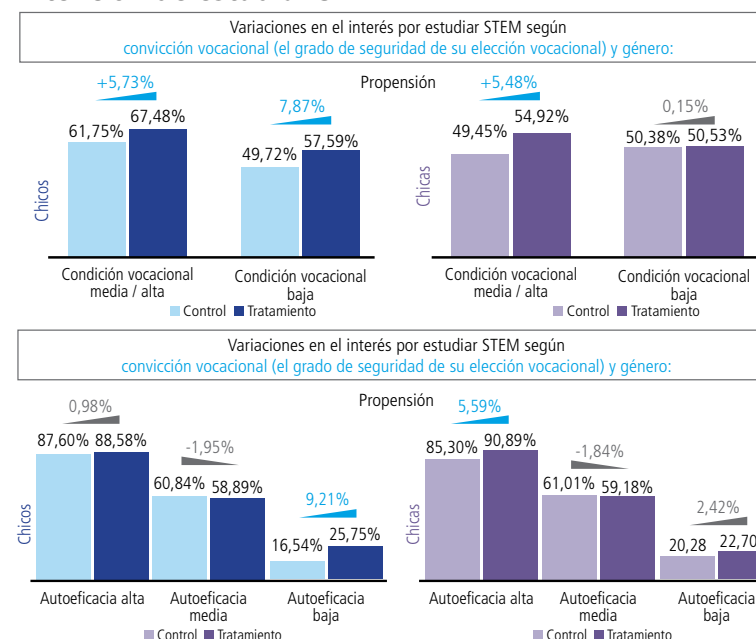
Sin embargo, la incidencia por nivel socioeconómico es muy positiva, consiguiendo incrementar el interés por estudiar STEM en los alumnos procedentes de entornos socioeconómicos más desfavorecidos en un 9,51%, frente a un impacto no significativo en los alumnos de entornos socioeconómicos de nivel alto, de modo que se consigue reducir la brecha social existente con una clara aportación en favor de la equidad educativa.



Se reduce el gap entre los chicos; se refuerza a las chicas STEM

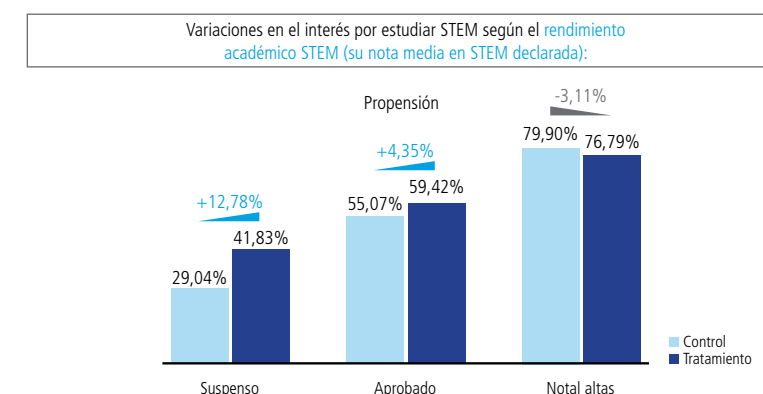
Profundizando en las diferencias de género, se observa que **la influencia en los chicos se concentra en el grupo de alumnos con menor seguridad en su elección, menor interés por las materias STEM y en general menor convicción de sus capacidades para estudiar en este ámbito**. Además, el impacto en este colectivo consigue valores importantes (>7,5% en todos los casos). En las chicas de estos mismos colectivos el impacto es muy bajo o no es significativo.

El impacto en las chicas, sin embargo, se observa principalmente en el caso opuesto al de los chicos: son chicas con interés por estudiar STEM, seguridad en su decisión y con alta autoeficacia. Se consigue, por tanto, **reforzar la decisión de aquellas chicas que muy probablemente ya tenían intención de estudiar STEM**.



Impacto muy positivo en los alumnos con menor rendimiento académico

El rendimiento académico va estrechamente ligado al interés por estudiar STEM y, en particular, a los resultados en las materias de este ámbito. Aun así, y pese a no cambiar esta realidad, **las acciones de divulgación aplicadas han conseguido impactar muy positivamente en el grupo de alumnos con una media de suspenso en asignaturas STEM (+12,78%)**, a diferencia del resto de alumnos.



Impacto en los alumnos indecisos y con una predisposición moderada al esfuerzo

La percepción que de forma mayoritaria los alumnos tienen de los estudios STEM es de mucha dificultad y esfuerzo. Es por esto que **es necesario que los alumnos estén dispuestos a asumir ese esfuerzo en sus itinerarios a corto/medio plazo**, y no prioricen optar por unos estudios que crean de menor dificultad y duración para que muestren interés por el ámbito STEM.

La capacidad de impactar en los alumnos poco o nada dispuestos a esforzarse parece muy limitada, pero en aquellos que están

dispuestos a dar un paso más las acciones de divulgación del programa aplicado han tenido un efecto importante (+8,79%).

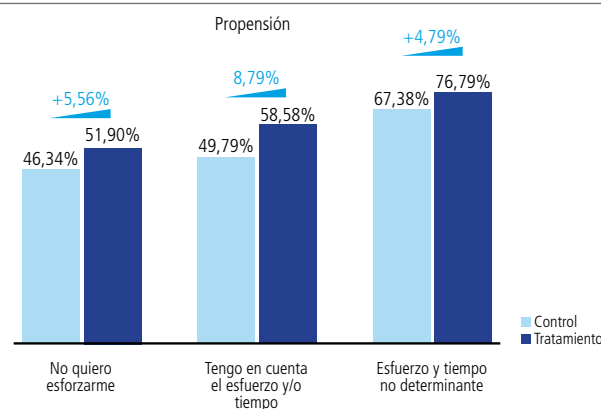
Con independencia del grado de convicción que tengan en su decisión, el programa de divulgación **ha conseguido impactar positivamente en aquellos alumnos a priori no decididos a cursar estudios STEM**, si bien el impacto es mucho mayor en aquellos que muestran menor seguridad en su decisión (+11,17%).

Me siento capaz, me veo en ello y me gusta: las claves de los alumnos con vocación STEM

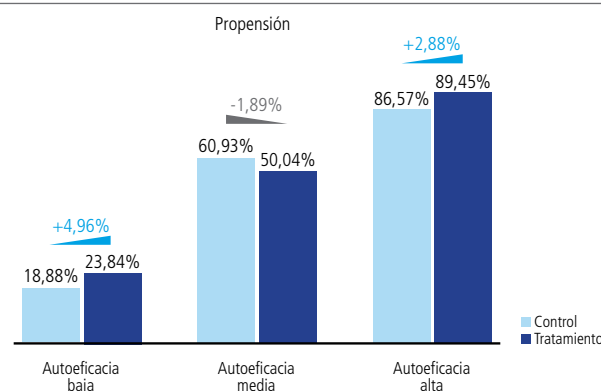
Para aquellos alumnos que creen que son capaces de tener éxito en estudios STEM (autoeficacia), a los que les gustan estas asignaturas (intereses revelados), y se ven ejerciendo una profesión STEM de manera satisfactoria (expectativas de logro y satisfacción profesional alcanzable), el interés por

estudiar STEM es lógicamente muy elevado. Para incrementar las vocaciones en este ámbito estos son elementos clave sobre los que se debe incidir, y los resultados indican que las acciones divulgativas aplicadas ejercen una moderada influencia en los mismos. Tan sólo se observa un impacto por encima de la media sobre las expectativas de logro, probablemente conseguido a través de las charlas con profesionales en ejercicio.

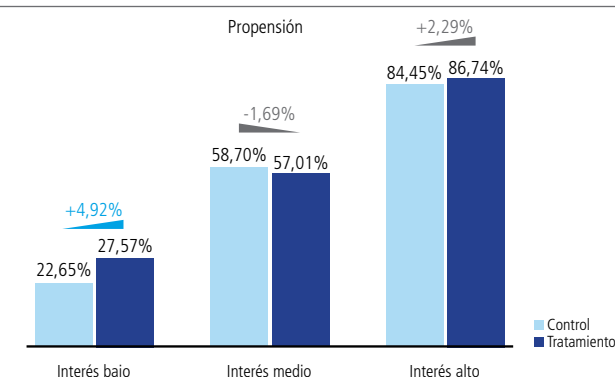
Variaciones en el interés por estudiar STEM según **prioridad por el "bienestar" inmediato (predisposición al esfuerzo del alumno/preferencia por unos estudios fáciles y cortos)**:



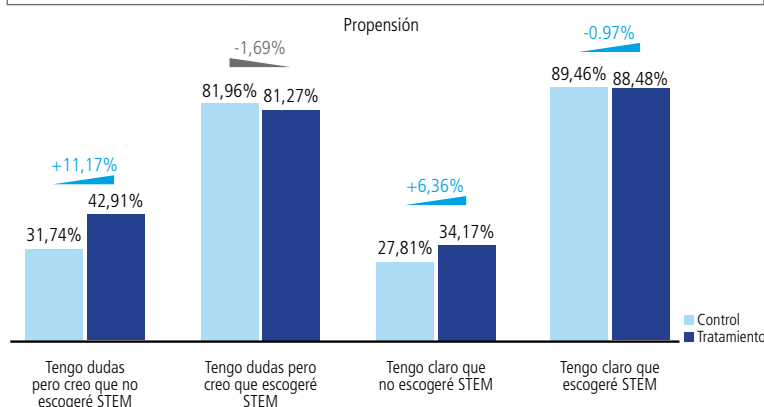
Segmentación por **autoeficacia STEM**



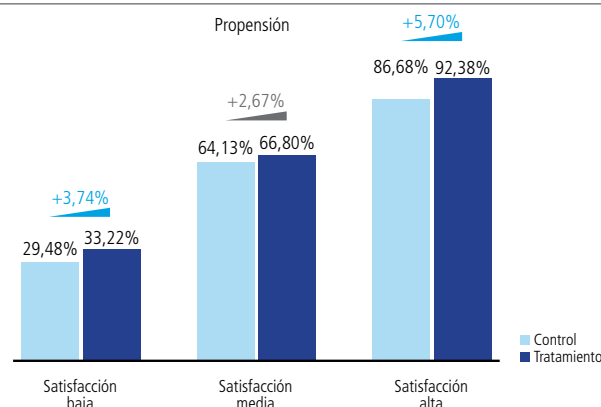
Segmentación por **intereses revelados**



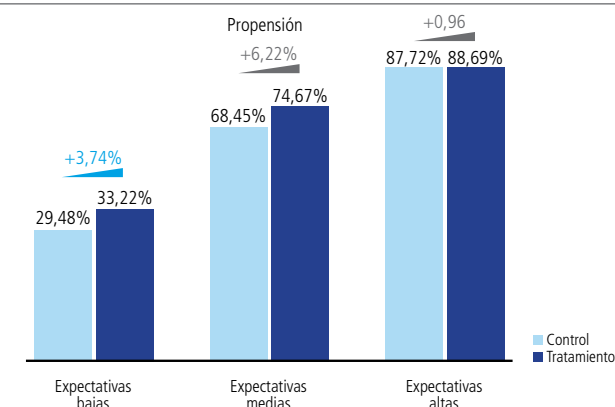
Variaciones en el interés por estudiar STEM según **convicción vocacional (grado de seguridad en la elección y elección de estudios (STEM vs. No STEM))**:



Segmentación por **satisfacción profesional alcanzable**



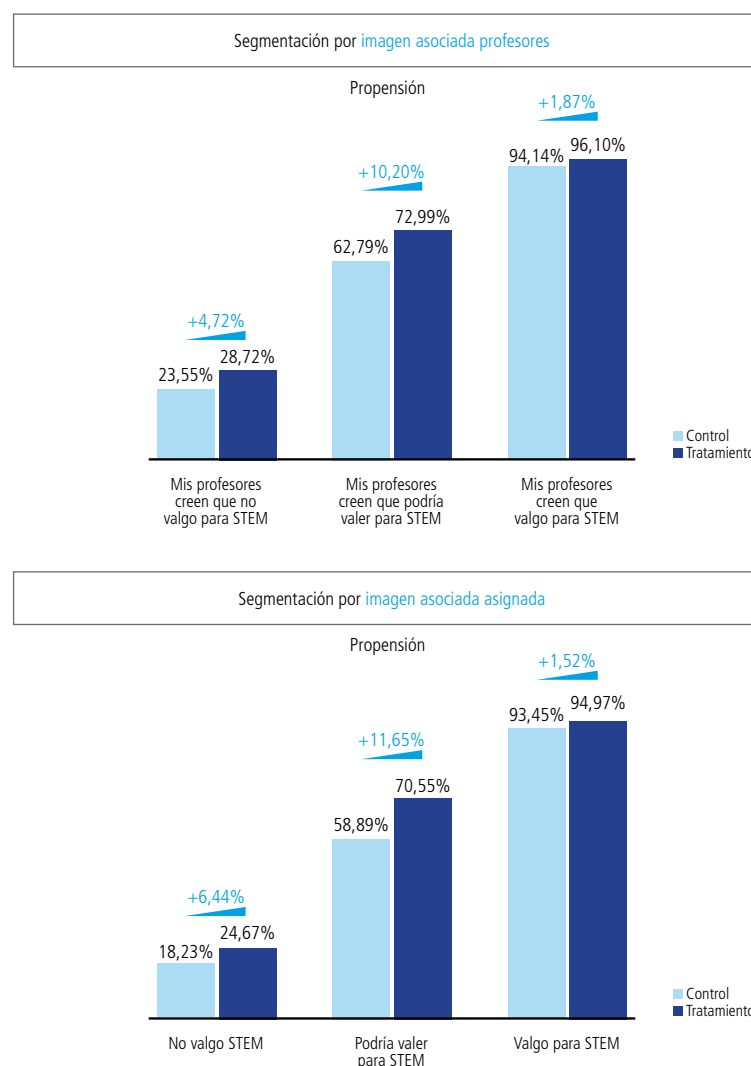
Segmentación por **expectativas de logro**



La imagen asignada por profesores y padres resulta clave en las vocaciones STEM

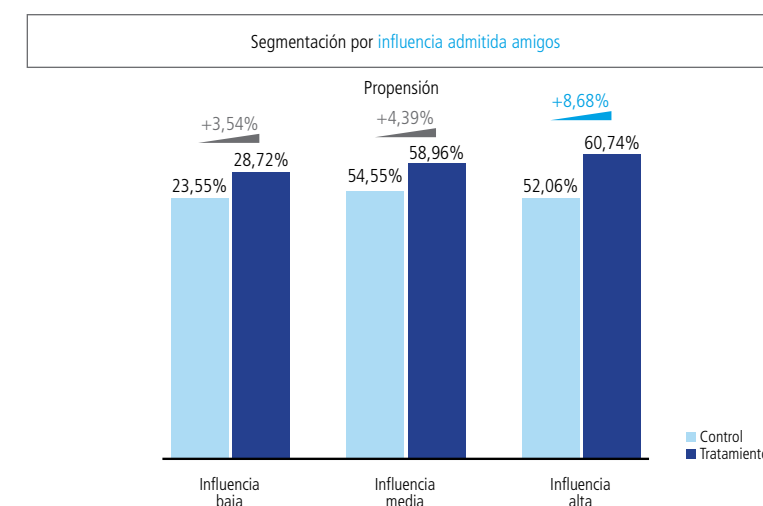
Se determinan dos variables muy similares con un alto impacto en la propensión a estudiar STEM: **la imagen asignada por profesores y la imagen asignada por los padres**. En los alumnos que piensan que sus padres o profesores no les ven capaces para estudiar STEM (aunque esto no necesariamente sea cierto), el interés por estudiar STEM es menor que en aquellos sobre los que sus padres o profesores consiguen transmitirles que sí creen en su capacidad y potencial para estudiar estas materias. De este modo, la práctica totalidad de alumnos que creen que sus profesores y/o padre piensan que tienen capacidad para cursar STEM están interesados en estos estudios (>93%). En el lado opuesto, un porcentaje muy bajo de los alumnos que creen que sus profesores y/o padres no les ven capaces de cursar STEM se interesan por itinerarios STEM.

La capacidad de incidir de algún modo en estos colectivos está muy limitada. No obstante, para el grupo de alumnos que no visualizan una posición clara por parte de sus profesores y/o padres, las acciones de divulgación aplicadas consiguen tener un alto impacto para impulsar su vocación STEM (>10%).



La influencia de los amigos facilita el impacto de las acciones divulgativas

El impacto de las acciones de divulgación del programa ha sido mucho mayor en aquellos alumnos que admiten la influencia de sus amigos (+8,68%). Sin llegar a tener el mismo grado de influencia que profesores y padres, los amigos pueden jugar un papel importante para la propensión a estudiar STEM y, por tanto, en el diseño de actividades de divulgación.



La mejora en la orientación vocacional facilita el interés por estudiar STEM

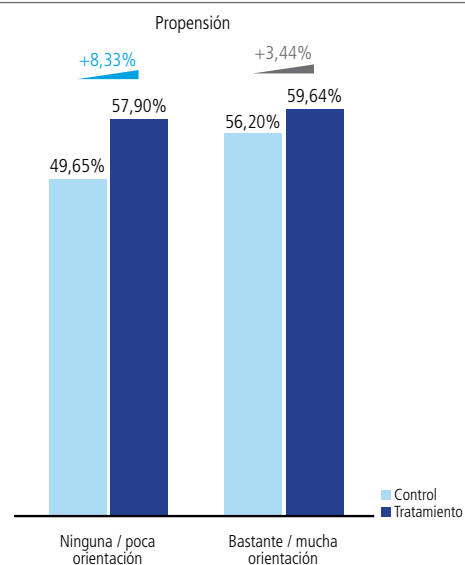
La orientación vocacional que los alumnos reciben en los centros escolares resulta insuficiente a tenor de los resultados obtenidos en el estudio, donde el 44% de los alumnos declaran haber recibido poca o nula orientación y recomendaciones para la toma de la decisión de itinerario futuro. Las acciones de divulgación aplicadas se han mostrado efectivas en este

aspecto, consiguiendo reducir de manera importante el gap en el interés por estudiar STEM de aquellos alumnos menos informados y asesorados con respecto a los que sí se consideraban bien orientados.

alumnos que a priori no consideraban las profesiones STEM atractivas ha sido elevado (+7,56%).

La percepción de la utilidad social de la ciencia va alineada con el interés por estudiar STEM, de manera que las acciones de divulgación encaminadas a mostrar la aportación que la ciencia y la tecnología tienen en la sociedad consiguen impactar en el interés por estudiar STEM de los alumnos (+10,07% en el colectivo con una idea previa de que la ciencia impacta moderadamente en la sociedad).

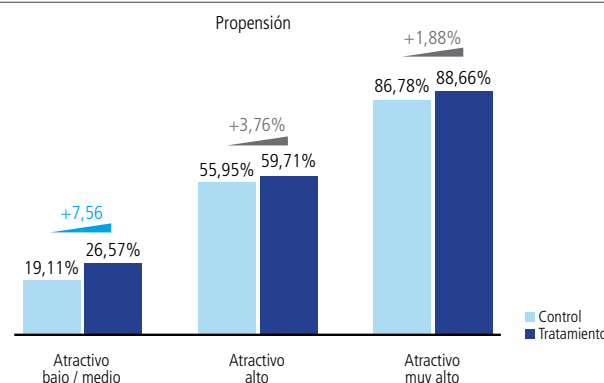
Segmentación por recomendación / orientación



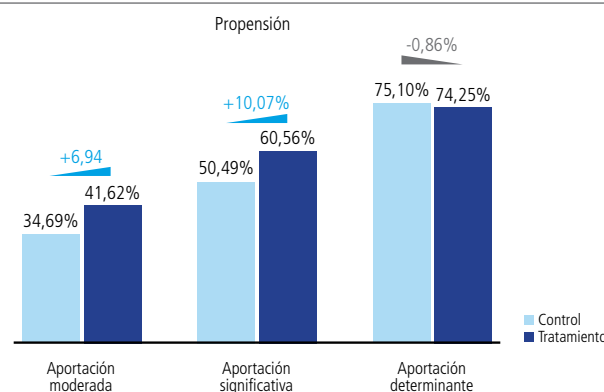
Los modelos de forma de vida STEM y la visualización de la utilidad social de la ciencia impactan positivamente

Los alumnos interesados en estudiar STEM consideran atractiva la forma de vida del profesional STEM, por lo que mostrar modelos de referencia a los jóvenes puede tener una incidencia importante sobre su elección vocacional. En las acciones divulgativas llevadas a cabo, entre las que se incluían charlas de profesionales STEM alrededor de su experiencia vital en su campo profesional, el impacto conseguido sobre el grupo de

Segmentación por percepción forma de vida STEM



Segmentación por percepción social de la ciencia



RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DEL IMPACTO DE LAS ACCIONES DE DIVULGACIÓN EN LA PROMOCIÓN DE VOCACIONES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS



INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos que se persiguen en los proyectos de divulgación científica para jóvenes es el fomento de las vocaciones en el ámbito científico, tecnológico y matemático (STEM por sus siglas en inglés: *Science, Technology, Engineering and Mathematics*). El número de alumnos que optan por estos itinerarios formativos disminuye año tras año, lo que afecta a la competitividad y crecimiento de la industria y la economía, y dificulta el desarrollo de programas de investigación e innovación responsable.

Con el objetivo de mejorar el éxito de las acciones de divulgación científica en la consecución de este objetivo, la FECYT, la Obra Social “la Caixa” y everis han liderado un proyecto para identificar y analizar los factores que influyen en la elección de estudios STEM y cómo pueden impactar ciertas acciones de divulgación en los jóvenes en relación con estos factores. El proyecto ha sido desarrollado durante dos cursos escolares, y ha contado con la participación de más de 2.500 estudiantes de ESO, distribuidos en grupos participantes y de control, y segmentados representativamente por nivel socioeconómico.

FACTORES DE INFLUENCIA EN LA ELECCIÓN VOCACIONAL STEM

Para determinar los factores de influencia, se ha trabajado sobre un conjunto de más de 30 variables de potencial influencia en la elección vocacional, definidos a partir de la revisión de más de 70 fuentes de investigación en los ámbitos de la psicología, sociología y pedagogía, así como del conocimiento del comité científico del proyecto, compuesto por miembros de la Universidad Autónoma de Barcelona y la Universidad Pompeu Fabra.

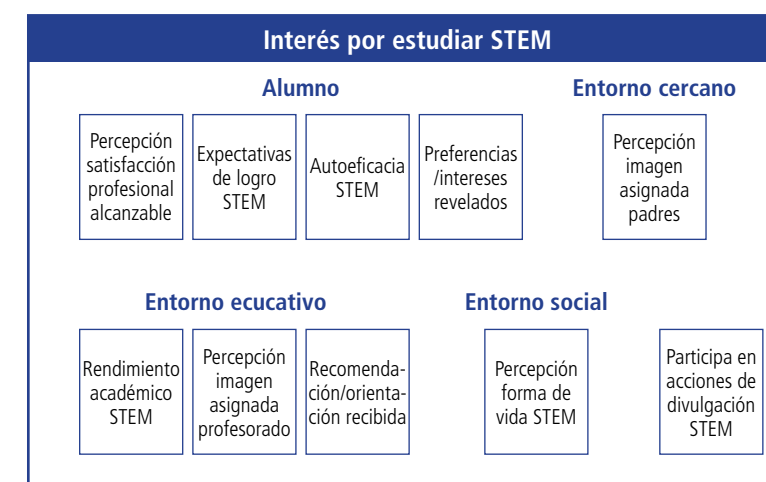
Las variables finalmente incorporadas al estudio se han agrupado en 4 ámbitos conceptuales a título descriptivo: **alumnado, entorno educativo, entorno cercano y entorno social.**

Ámbito conceptual - Alumno	Características intrínsecas del alumno
Autoeficacia STEM	Expectativa del alumnado sobre sus posibilidades de éxito en asignaturas STEM
Convicción vocacional	Grado de certeza que tiene el alumno sobre sus gustos y preferencias vocacionales
Expectativas de logro STEM	Preferencia utópica del alumno sobre lo que querría y le gustaría ser en el futuro (no implica necesariamente que el individuo actúe consecuentemente para conseguirlo)
Interés en asignaturas STEM	Grado de interés general que expresa el alumno por las asignaturas STEM
Percepción satisfacción profesional alcanzable	Consideración del alumno sobre si las profesiones del ámbito STEM son interesantes y/o estimulantes para su futuro profesional
Prioridad por el bienestar inmediato	Preferencia del alumno por unos estudios cortos y/o poco exigentes
Prioridades sociales	Preferencia del alumno por valores de autorrealización y participación (postmaterialismo) frente a los valores tradicionales de ampliación de la seguridad económica y ciudadana (materialismo)
Preferencias / intereses vocacionales o revelados	Expresión del alumnado sobre su interés por la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas
Ámbito conceptual – Entorno educativo	Variables relativas al entorno educativo del alumno (escuela, profesores, orientación)
Ayuda en casa	Percepción que el alumno tiene acerca de si recibe ayuda en el hogar con las tareas escolares
Influencia admitida (profesores)	Influencia admitida por el alumno en su elección vocacional por parte del profesorado
Información / conocimiento de carreras	Percepción del alumno sobre su grado de conocimiento acerca de los requisitos de acceso a estudios superiores y salidas profesionales
Percepción clases STEM	Actitud del profesorado STEM para con la docencia de estas asignaturas percibida por el alumno
Percepción de la imagen asignada por el profesorado	Percepción del alumno sobre la imagen que el profesorado tiene acerca de sus competencias y capacidades en el ámbito STEM
Recomendación / orientación percibida	Percepción del alumno de haber recibido recomendación u orientación por parte del cuerpo docente y servicios de orientación del centro
Referente centro	Percepción del alumno sobre las actividades, salidas o eventos realizados por el centro en relación con los ámbitos STEM
Referente profesorado	Consciencia del alumno sobre los docentes que han sido un referente para su elección vocacional
Rendimiento académico STEM	Nota media del alumno en asignaturas del ámbito STEM

Ámbito conceptual – Entorno cercano	Variables relativas al entorno familiar y círculo cercano del alumno (familiares, amigos)
Estatus económico, social y cultural familiar	Índice del estatus económico, social y cultural familiar del alumno
Influencia admitida (amigos / iguales)	Influencia (admitida) que han tenido sus amigos / iguales en la elección vocacional
Influencia admitida (padres)	Influencia admitida por el alumno en su elección vocacional por parte de sus padres
Percepción imagen asignada padres	Percepción del alumno sobre la imagen que sus padres tienen acerca de sus competencias y capacidades en el ámbito STEM
Persona cercana trabaja / estudia STEM	Percepción del alumno de tener algún familiar cercano (padres, hermanos/as) trabajando o estudiando en un ámbito STEM
Ámbito conceptual – Entorno social	Percepciones y estereotipos sociales del alumno sobre la ciencia
Percepción de la utilidad social de las profesiones STEM	Valoración del alumno sobre la utilidad que tienen para la sociedad los profesionales STEM en términos comparativos con el resto de profesiones
Percepción esfuerzo carrera STEM	Percepción del alumno sobre el esfuerzo que asocia con desarrollar una carrera STEM en términos comparativos con el resto de carreras
Percepción forma de vida STEM	Percepción del alumno sobre la forma de vida de un profesional STEM en términos de estabilidad/comodidad laboral y de residencia en términos comparativos con el resto de profesiones
Percepción nivel socioeconómico alcanzable	Percepción del alumno sobre el nivel socioeconómico que se puede alcanzar a través de carreras/profesiones STEM, en términos comparativos con el resto de carreras/profesiones
Percepción prestigio profesiones STEM	Percepción del alumno sobre el prestigio que supone desarrollar una carrera/ocupación vinculada con las STEM en términos comparativos con el resto de profesiones
Percepción social de la ciencia	Percepción del alumno sobre el mundo científico y tecnológico como medio para la mejora o empeoramiento de las condiciones sociales y ambientales (desde un punto de vista general)

En el estudio se ha considerado adicionalmente una última variable, en la que se tiene en consideración si los **alumnos participan o no en la acción o acciones de divulgación STEM objeto de estudio**. Esta variable se ha determinado a partir de la participación o no de los alumnos en un programa de divulgación STEM definido ad hoc para el proyecto, y que conformó los grupos participantes y de control del estudio.

A partir del trabajo realizado sobre este conjunto de variables mediante cuestionarios aplicados sobre el conjunto de estudiantes de la muestra (participantes y control) y la aplicación de modelos de regresión logística, se ha determinado la composición del **modelo predictivo de propensión a estudiar STEM**, que define las variables con mayor incidencia en el interés por estudiar STEM de los jóvenes:



La consideración de elementos que afecten a estas variables en el diseño y ejecución de acciones de divulgación científica permitirá mejorar su impacto en el objetivo de promover vocaciones STEM.

RECOMENDACIONES

A partir del estudio realizado, se ha elaborado un conjunto de recomendaciones para el diseño y ejecución de acciones divulgativas y programas educativos en relación con las vocaciones STEM.

Las medidas que se recomienda aplicar de manera generalizada, en función de los resultados obtenidos en el estudio, se categorizan en 5 ámbitos:

- Autoeficacia
- Información
- Percepción social
- Sentimiento de grupo
- Interés

Foco en chicas y niveles socioeconómicos familiares bajos

En relación con la falta de vocaciones STEM, existe una importante brecha social, ya que tanto por nivel socioeconómico familiar de los alumnos como por género se observan diferencias relevantes.

En este sentido, la situación de partida que podemos encontrarnos habitualmente indica que tanto las chicas como los alumnos procedentes de estratos sociales con bajo nivel socioeconómico parecen tener un menor interés por los estudios STEM que los chicos y los alumnos de nivel socioeconómico alto, respectivamente.

Aplicación en actividades de divulgación: la capacidad de incidencia de las acciones de divulgación en los colectivos de

jóvenes procedentes de entornos socioeconómicamente menos favorecidos es alta, por lo que la principal recomendación en este caso sería incrementar el número de actividades enfocadas a este grupo.

Aplicación en actividades de divulgación: la capacidad de incidencia en las chicas se muestra menor, y resulta más complicado incidir en su elección vocacional. Los aspectos que parecen incidir más son:

- **Autoeficacia:** el porcentaje de chicas con baja capacidad autopercebida que optan por itinerarios STEM es muy bajo. Es necesario que las acciones de divulgación incidan en este aspecto para conseguir impactar significativamente en este grupo; de otro modo, solo se consigue reforzar la vocación de las chicas que ya tienen claro decidirse por una opción STEM.
- **Interés por las asignaturas STEM:** al igual que ocurre con la autoeficacia, es importante diseñar acciones que permitan mejorar la percepción que tienen sobre las materias STEM aquellas chicas a priori menos interesadas. Por ejemplo, diseñando actividades que promuevan la activa involucración del alumnado, planteándoles retos a resolver que sean alcanzables y satisfagan sus inquietudes intelectuales.

Impacto en los alumnos indecisos y con una predisposición moderada al esfuerzo

La percepción que de forma mayoritaria tienen los alumnos de los estudios STEM es de mucha dificultad y esfuerzo. Por ello, **es necesario que los alumnos estén dispuestos a asumir ese esfuerzo en sus itinerarios a corto/medio plazo**, y no prioricen optar por unos estudios que crean de

menor dificultad y duración para que muestren interés por el ámbito STEM.

Aplicación en actividades de divulgación: la capacidad de impactar en los alumnos poco o nada dispuestos a esforzarse parece muy limitada, pero en aquellos que están dispuestos a dar un paso más las acciones de divulgación tienen un alto potencial de impacto.

- **Información y autoeficacia:** es recomendable identificar a los alumnos indecisos y dar información sobre los beneficios de los itinerarios STEM pese a poder suponer, en algunos casos, un mayor nivel de dedicación y esfuerzo, así como reforzar la percepción de capacidad de estos alumnos en relación con estos estudios.

Me siento capaz, me veo en ello y me gusta: las claves de los alumnos con vocación STEM

Para aquellos alumnos que creen que son capaces de tener éxito en estudios STEM (autoeficacia), a los que les gustan estas asignaturas (interés) y se ven ejerciendo una profesión STEM de manera satisfactoria (autoeficacia e información), el interés por estudiar STEM es lógicamente muy elevado, ya que son factores que se revelan como diferenciales en la elección de estudios STEM.

Aplicación en actividades de divulgación: para incrementar las vocaciones en este ámbito estos son elementos clave sobre los que se debe incidir, y deben ser incorporados en el diseño de acciones divulgativas para incrementar el impacto en vocaciones. Ejemplos de esto los encontramos en:

- **Autoeficacia e información:** actividades de *role model* o de diseño y construcción de elementos tecnológicos o talleres científicos que supongan resolver/superar un reto o un problema. Las actividades de *role playing* en las que los alumnos hacen el papel de científico, ingeniero o técnico suelen dar buenos resultados.

La imagen asignada por profesores y padres resulta clave en las vocaciones STEM

La construcción de la autopercepción de capacidad para cursar estudios STEM (autoeficacia) procede de diferentes fuentes, pero hay dos que resultan fundamentales: **la imagen asignada por profesores y la imagen asignada por los padres**. La influencia de la percepción que los alumnos tienen acerca de lo que piensan sus profesores y padres respecto a su capacidad para estudiar STEM es capital para determinar la elección vocacional. De este modo, la práctica totalidad de alumnos que ven que sus profesores y/o padres piensan que tienen capacidad para cursar STEM están interesados en estos estudios (>93% según nuestro estudio). En el lado opuesto, un porcentaje muy bajo de los alumnos que creen que sus profesores y/o padres no les ven capaces de cursar STEM se interesan por este tipo de estudios. La capacidad de incidir de algún modo en estos colectivos está muy limitada.

Aplicación en actividades de divulgación:

- **Información y percepción social:** sensibilizar a docentes, padres y madres sobre esta situación, reforzada negativamente en muchas ocasiones de manera incons-

ciente, a través de comentarios aparentemente inocuos (“es que no se le dan bien las mates”, “es que esto es solo para alumnos de sobresaliente”, etc.). Poner de relieve las habilidades necesarias en un profesional STEM (capacidad de trabajo en equipo, organización y metodología, capacidad analítica, comunicativa, iniciativa, etc.) y relacionarlo con las que muestra el alumno.

- **Información y autoeficacia:** fomentar que docentes, padres y madres puedan ver el resultado de la participación de los alumnos (en forma de experimentos científicos realizados, diseño y construcción de aparatos tecnológicos, motivación mostrada en la actividad, etc.).
- **Autoeficacia:** incorporar en el diseño de las acciones divulgativas la participación y colaboración de los padres con sus hijos, al igual que de los docentes. Evitar la posibilidad de que tengan una actitud pasiva.

La influencia de los amigos facilita el impacto de las acciones divulgativas

Para una parte de los jóvenes, los amigos pueden jugar un papel importante en la elección de estudios, y en particular en su propensión a estudiar STEM, si bien no llega a tener el mismo grado de influencia que profesores y padres. Sin embargo, el impacto de las acciones de divulgación puede ser mayor si se activa esta relación de grupo.

Aplicación en actividades de divulgación:

- **Sentimiento de grupo:** promover el refuerzo del resto de factores influyentes en la elección vocacional STEM por parte del grupo (los amigos), y no solo del individuo (ha-

cérselo ver a cada alumno de manera individual), de manera que se pueda materializar en actitudes de imitación de comportamientos, pertenencia al grupo, recomendación positiva entre iguales, etc.

La mejora en la orientación vocacional facilita el interés por estudiar STEM

La orientación vocacional que los alumnos reciben en los centros escolares resulta insuficiente a tenor de los resultados obtenidos en el estudio, donde un elevado porcentaje de alumnos declara haber recibido poca o nula orientación y recomendaciones para la toma de la decisión de itinerario futuro. Las acciones de divulgación pueden tener un alto impacto en aquellos alumnos menos informados y asesorados, cubriendo parcial o totalmente este gap.

Aplicación en actividades de divulgación:

- **Información:** incorporar elementos de orientación profesional e información sobre estudios futuros en las acciones de divulgación, ya sea como parte de la actividad, a través del testimonio de profesionales (charlas, vídeos, etc.) o de cualquier otro elemento. Es importante, no obstante, diseñar adecuadamente estas actividades para que tengan un impacto positivo, lo cual por lo general se consigue promoviendo y facilitando una mayor y más activa participación de los alumnos, y focalizarla en sus motivaciones. La charla de un profesional, por ejemplo, puede complementarse con una actividad previa de indagación sobre la profesión o el sector, y la elaboración de cuestiones a resolver por parte del mismo en la charla, así como un foro posterior donde resolver dudas de los alumnos.

Los modelos de forma de vida STEM y la visualización de la utilidad social de la ciencia impactan positivamente

Los alumnos interesados en estudiar STEM consideran atractiva la forma de vida del profesional STEM, por lo que mostrar modelos de referencia a los jóvenes puede tener una incidencia importante sobre su elección vocacional.

De igual manera, la percepción de la utilidad social de la ciencia va alineada con el interés por estudiar STEM, de manera que las acciones de divulgación encaminadas a mostrar la aportación que la ciencia y la tecnología tienen en la sociedad consiguen impactar en el interés por estudiar STEM de los alumnos.

Aplicación en actividades de divulgación:

- **Percepción social e interés:** los modelos de referencia STEM se muestran como una vía de alto impacto a través de diversos factores de influencia en el interés por estudiar STEM, si bien es muy importante realizar una correcta elección. Mostrar a personas “brillantes” o que tienen un nivel de vida muy elevado puede llevar al alumnado a creer que está fuera de su alcance. Algunos estudios muestran que cuanto más “perfectos” son más lejanos resultan.

También puede tener un impacto positivo la contextualización de la ciencia y la tecnología en ámbitos reales y cotidianos, poniendo de manifiesto su utilidad social. Incorporar esta visión a las acciones divulgativas, y no únicamente la explicación del fenómeno natural (por ejemplo), puede ayudar significativamente a incrementar el impacto en el interés por estudiar STEM de los alumnos participantes.

AUTORES

Este proyecto ha sido promovido conjuntamente por la **Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología** (FECYT), la **Obra Social “la Caixa”** y **everis** en el marco de su responsabilidad social corporativa.

El trabajo ha sido elaborado por equipos técnicos de las tres instituciones promotoras, y ha contado con la colaboración de un **comité asesor experto**, formado por investigadores del grupo CRECIM de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) y la Universitat Pompeu Fabra (UPF), cuyos miembros son:

Dra. Roser Pintó: directora del CRECIM y profesora titular de universidad en Didáctica de las Ciencias en la Universitat Autònoma de Barcelona. Doctora en Física por la UAB en 1991 y licenciada en Física por la Universitat de Barcelona en 1967. Ejerce la docencia desde 1974 en la UAB en formación de maestros de primaria en Ciencias, particularmente en Física, y en formación de profesores de Física de educación secundaria. Ha trabajado de profesora en niveles no universitarios de educación primaria y secundaria. Sus líneas de investigación prioritarias son: el análisis de la implementación de nuevas tecnologías en la enseñanza de Ciencias y el análisis y superación de algunos obstáculos para la enseñanza de ciertas leyes o conceptos físicos fundamentales. Investigadora principal del grupo de investigación consolidado TIREC (Tecnologia Informàtica i Recerca sobre l'Educació Científica), es impulsora de la investigación con equipos de varias universidades europeas y ha sido miembro de la Ejecutiva de la Asociación de Investigación Europea ESERA (European Science Education Research Association). Actualmente es la directora de la red REMIC de investigadores en Educación Matemática y Científica de Catalunya.

Dr. Albert Satorra: doctor en Estadística por la Universidad de Barcelona. Docente e investigador en métodos estadísticos aplicados y análisis multivariante, modelos de ecuaciones estructuradas y modelos de datos longitudinales, entre otros. Profesor titular en el Departamento de Economía y Empresa de la Universidad Pompeu Fabra. Profesor invitado de la Free University of Amsterdam, la University of Amsterdam, la University of California Los Angeles y el Tinbergen Institute. Autor de diversos libros en sus áreas de especialización, y editor asociado de prestigiosas publicaciones científicas en el ámbito de la estadística. Miembro del International Statistical Institute, de la American Statistical Association, de la American Mathematical Society, de la Psychometric Society y de la Sociedad de Estadística e Investigación Operativa.

Dra. Digna Couso: investigadora del CRECIM y profesora lectora del Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales desde 2010. Licenciada en Física (1999) y doctora en Didáctica de las Ciencias Experimentales por la Universitat Autònoma de Barcelona. Es profesora del Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales de la Facultad de Ciencias de la Educación de la UAB, donde imparte clases de grado y postgrado y es investigadora del CRECIM, donde ha formado parte de su Junta Ejecutiva desde 2005 hasta 2012. También ha participado en varias experiencias de formación de profesorado de primaria, secundaria y universidad. Como investigadora, ha ganado algunas becas competitivas nacionales e internacionales (FPI, Beca Batista i Roca, Marie Curie Training Site) y ha trabajado en diversos proyectos internacionales (STTIS, EUDIST, CROSSNET, GIMMS, Materials Science) relacionados con el desarrollo profesional del profesorado y la investigación basada en el diseño de unidades didácticas

de ciencias, que son sus áreas prioritarias de investigación. Ha realizado estancias predoctorales en el King's College de la Universidad de Londres (con el prof. Paul Black) y en el CSSME de la Universidad de Leeds (con el prof. John Leach y Hillary Asoko). Actualmente se encarga de la coordinación del Master de Formación de Profesorado de Secundaria de Física y Química, de la Secretaría de la Red REMIC y es investigadora principal de los proyectos nacionales COMPEC y del europeo TRACES.

Cristina Simarro: licenciada en Ingeniería Industrial en 2004, con la especialización en Intensificación de materiales, en la ETSEIB (Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona) de la UPC. Master oficial de formación de profesorado de ESO y bachillerato con la especialidad de Física y Química en la Facultad de Ciencias de la Educación de la UAB. Master de Investigación en Didáctica de las Ciencias y las Matemáticas. Miembro de la ejecutiva del CRECIM. Investigadora del grupo TIREC, trabajando especialmente en el proyecto TRACES.

El proyecto ha contado con el asesoramiento metodológico de **Ivàlua**, el **Institut Català d'Avaluació de Polítiques Públiques**, cuyas recomendaciones han contribuido a la mejora del modelo definido.

BIBLIOGRAFÍA

Id Referencia

- (1) ÁLVAREZ, M. *"Orientación profesional"*. Barcelona: CEDEC. 1995.
- (2) ARCHER, K., LEMESHOW S. Y HOSMER D.W. *"Goodness-of-fit tests for logistic regression models when data are collected using a complex sampling design"*. Elsevier B. V. 2006.
- (3) ARCHER, L., DEWITT, J. Y OSBORNE, J. *"The Case for Early Education about STEM Careers"*. London: The Science Council. 2012.
- (4) ARCHER, L., DEWITT, J., OSBORNE, J., DILLON, J., WILLIS, B., Y WONG, B. *"Science Aspirations, Capital, and Family Habitus How Families Shape Children's Engagement and Identification With Science"*. American Educational Research Journal. 2012.
- (5) BAGOZZI, R.P. *"Basic principles of marketing research"*.1994.
- (6) BAGOZZI, R.P. *"Structural equation models are modeling tools with many ambiguities"*. Journal of Consumer Psychology, vol. 20, nº 2. 2010.
- (7) BAGOZZI, R.P. *"Structural equation models in experimental research"*. Journal of Marketing Research, vol. 14. 1977.
- (8) BAKER, J.L. *"Evaluación del impacto de los proyectos de desarrollo en la pobreza - Manual para profesionales"*. Washington D.C.: LCSPR/PRMPO, Banco Mundial. 2000.
- (9) BANDURA, A. *Social Cognitive theory of personality*.
En: L. Pervin y O. Jhon (Eds.), Handbook of personality. 2ª edición. New York: Guilford Publications, 1999.
- (10) BANDURA, A. *Social foundations of thought and action*.1987.
- (11) BANDURA, A. *Social Learning Theory*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1977.
- (12) BARRETT. *"Structural equation modeling: adjusting model fit"*. Science Direct 2007. p. 815-824.
- (13) BECKER, F. S. *"Why not opt for a career in Science and Technology? An analysis of potentially valid reason"*. 2009.
- (14) BENTLER, P.M. *"Linear structural equations with latent variables"*. 1980.
- (15) BENTLER, P.M. *"SEM with simplicity and accuracy"*.Society for Consumer Psychology.2010.
- (16) BOLLEN, K.A. *"Structural equations with latent variables"*. Universidad de Michigan: Wiley Inter-science, 1989.
- (17) BOSIC, G.E., KERPER, B., BRISKI, N. Y SAVIN, V. *"Attractiveness of young people to engineering and Student Career Guidance: Outcomes and experiences from the Symposium organised by the Board of European Students of Technology"*. 2009.
- (18) CABALLERO, F.J. *"Modelos de regresión logística incondicional"*. Sociedad Andaluza de Enfermedades Infecciosas. 2010.
- (19) CARABAÑA, J. *Educación, ocupación e ingresos en la España del siglo XX*. Madrid: Servicio Publicaciones MEC, 1983.
- (20) CASTAÑO. *Psicología y Orientación Vocacional: un enfoque interactivo*, 1983.
- (21) CASTRILLO, G. *"El universitario español tiene bajo nivel, desinterés y escasa vocación"*. Suplemento Campus de El Mundo. 29 octubre 2008, nº 528.
- (22) CEPERO, A. B. *"Las preferencias profesionales y vocacionales del alumnado de secundaria y formación profesional específica"*, 2009.
- (23) COATES, I.E. *"Motivating Students to Engage with EBL"*. 2009.
- (24) COROMINAS, E. *"La Transición a los estudios universitarios. Abandono o cambio en el primer año de universidad"*. Revista de Investigación Educativa. 2001, Vol. 19, nº 1.
- (25) CRITES, J. *"Psicología Vocacional"*, 1974.
- (26) CURRAN Y HUSSONG. *"Modeling individual variability with repeated measures data"*.2002.
- (27) DESCRITAS, J. *"Psicología Vocacional"*. 1974.
- (28) DIAMANTOPOULOS, A. Y SIGUAW, J. *"Formative versus reflective indicators in organizational measure development"*. British Journal of Management. 2006, vol. 17, nº 4.
- (29) ERT, European Round Table of Industrialists. *"Mathematics, Science & Technology Education Report. The Case for a European Coordinating Body"*. Report of the ERT societal Changes Working Group. 2009.
- (30) European Comission, *"Science Education now: a renewed Pedagogy for the future of Europe"*, 2007.
- (31) EVERIS, *"Factores influyentes en la elección de estudios científicos, tecnológicos y matemáticos"*, 2012.
- (32) EVERIS, *"La falta de ingenieros TIC: situación actual y perspectiva"*, 2012
- (33) FAD, Fundación de ayuda contra la drogadicción, Delegación del gobierno para el Plan Nacional sobre drogas y Obra Social Caja Madrid. *"Valores y preferencias profesionales de los jóvenes españoles de 15 a 24 años"*. Comunidad Escolar nº 815. Periódico Digital de Información Educativa. Año XXV. 2007.
- (34) FECYT, *"Percepción social de la ciencia y la tecnología"*, 2012.
- (35) FERNÁNDEZ, C.M., PEÑA, J.V., VIÑUELA, M.P. Y TORÍO, S. *"Los procesos de orientación escolar y la toma de decisiones académica y profesional"*. Revista complutense de educación. 2007, Vol. 18, Nº 2.
- (36) FUNDACIÓN ANTENA 3 Y TNS. *"Investigación sociológica sobre los hábitos de estudio de los escolares españoles. El fracaso escolar y sus causas"*.2010.
- (37) GARCÍA, M.A., BARBERO, M.I, ÁVILA, I. Y GARCÍA, M.C. *"La motivación laboral de los jóvenes en su primer empleo"*.Psicothema 2003. Vol. 15, nº 1.
- (38) GEFFEN, D. *"Structural equation modeling and regression"*. Communications of the Association for Information Systems. 2000, vol. 4, artículo 7.
- (39) GIL BELTRAN, J.M. *Prácticas de orientación y asesoramiento vocacional*.1995.
- (40) GONZÁLEZ MAURA, V. *La orientación profesional y currículum universitario. Una estrategia educativa para el desarrollo profesional y responsable*. Barcelona: Alertes.
- (41) HASNA, A.M. Y CLARK, R.P. *"The future of engineering: how do we Attractant young people?"*. 2009.

- (42) HOLLAND, J.L. *"The psychology of Vocational Choice. A theory of personality types and model environments"*, 1966.
- (43) HOLLAND, J.L. *"Vocational Preferences"*, 1983.
- (44) HOLLAND, J.L. *Making vocational choices: a theory of vocational personalities and work environments*. 3ª Edición. Psychological Assessment Resources, 1997.
- (45) HOSMER, D.W. Y LEMESHOW, S. *"Applied logistic regression"*. New York: Wiley. 2000.
- (46) HU, L. Y BENTLER, P.M. *"Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis"*. 1999.
- (47) HU, L. Y BENTLER, P.M. *"Fit indexes in covariance structure modeling"*. American Psychological Association, Psychological methods. 1998, vol. 3, nº 4.
- (48) HURRIL L. Y MUSTOE L.R. *"Mathematics - attractor or detractor?"*. 2009.
- (49) JAMSHIDIAN, M. Y BENTLER, P.M. *"ML estimation of mean and covariance structures with missing data using complete data routines"*. Journal of Educational and Behavioral Statistics. 1999, vol. 24, nº 1.
- (50) JIMÉNEZ, A. Y ROYO, A. *"Investigación sobre las variables relacionadas con la elección de estudios superiores"*, 1993.
- (51) JOLLY, A.M. *"Attracting girls to engineering: the importance of bearing witness"*. 2009.
- (52) JÖRESKOG, K.G. Y GOLDBERGER, A. *"Estimation of a model with multiple indicators and multiple causes of a single latent variable"*. Journal of the American Statistical Association. 1975, vol. 70.
- (53) KEEFE, J.W. *"Assessing student learning styles"*. 1982.
- (54) LATIESA, M. *Demanda de educación superior y rendimiento académico en la universidad*. 1986.
- (55) MARTÍNEZ GARCÍA, M. *"Orientación vocacional y profesional"*. Papeles del Psicólogo. Noviembre 1998 , nº 71.
- (56) METROLHO, J. C., COSTA M. Y SALVADO, J. *"Motivating and Attracting Students to Engineering through Branches Activities"*. 2009.
- (57) OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development, *"Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies"*, 2006.
- (58) OSIPOW, S.H. *"Teoría sobre la elección de carrera"*, 1986.
- (59) PÉREZ MANZANO, A. *"Actitudes hacia la Ciencia en Primaria y Secundaria"*. Dirección: Antonio De Pro Bueno, Eva Herrera Gutiérrez, Manuel Ato García. Tesis doctoral. Universidad de Murcia, Facultad de Educación, Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación, 2012.
- (60) RIVAS, F. *¿Conducta y asesoramiento vocacional en el mundo de hoy?*. Revista electrónica de Investigación Psicoeducativa. 2007, nº 11. Vol. 5.
- (61) RIVAS, F. *Asesoramiento vocacional teoría, práctica e instrumentación*. Barcelona: Editorial ARIEL, 2003.
- (62) RIVAS, F. *La elección de estudios universitarios*. 1990.
- (63) RIVAS, F. *Manual de asesoramiento y orientación vocacional*. Madrid: Síntesis, 1995
- (64) ROCABERT, E. *"Indicadores de la conducta vocacional y los intereses vocacionales"*, 1995.
- (65) ROE, A. *"Personality Development and Career Choice"*. En: D. Brown, y L. Brooks (Eds.), Career Choice and Development. 1984.
- (66) SATORRA, A. Y BENTLER, P.M. *"Corrections to test statistics and standard errors in covariance structure analysis"*. En: Alexander von Eye y Clifford C. Clogg (Eds). Latent Variable Analysis: Applications to Developmental Research. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications Inc. 1994.
- (67) STRONG, E.K. *The vocational interest of men and women*. Standford: Standford University Press, 1964.
- (68) STUFFLEBEAM D.L. Y SHINKFIELD A.J. *"Evaluación sistemática: guía teórica y práctica"*. Barcelona: Paidós, 1993.
- (69) VAN SHENK BRILL, D. Y VAN DEN BERG, P. G. M. *"Local and national initiatives to motivate young people for engineering & ICT"*. 2009.
- (70) WEN, Z., HAU, K. T. Y MARSH, H. W. *"Structural equation model of latent interactions"*. 2004.
- (71) WESTERTROM, R.A. Y WESTERTROM, N.G. *"Recruitment Benchmarking - How to Attract Students to Engineering Education"*. 2009.

