

# ¿De STEM a ST<sup>®</sup>EAM?

José Luis Blanco  
Director General de Evaluación y Cooperación Territorial  
Ministerio de Educación, Cultura y Deporte



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN, CULTURA  
Y DEPORTE

SECRETARÍA DE ESTADO  
DE EDUCACIÓN, FORMACIÓN PROFESIONAL  
Y UNIVERSIDADES

DIRECCIÓN GENERAL DE EVALUACIÓN  
Y COOPERACIÓN TERRITORIAL

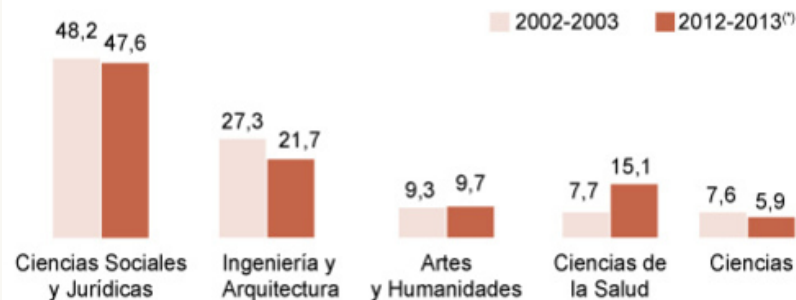
**inee**

Instituto Nacional  
de Evaluación  
Educativa

# FALTA DE VOCACIONES CIENTÍFICAS

## A la contra del mercado

### DISTRIBUCIÓN DE LOS ESTUDIANTES MATRICULADOS EN 1er Y 2º CICLO



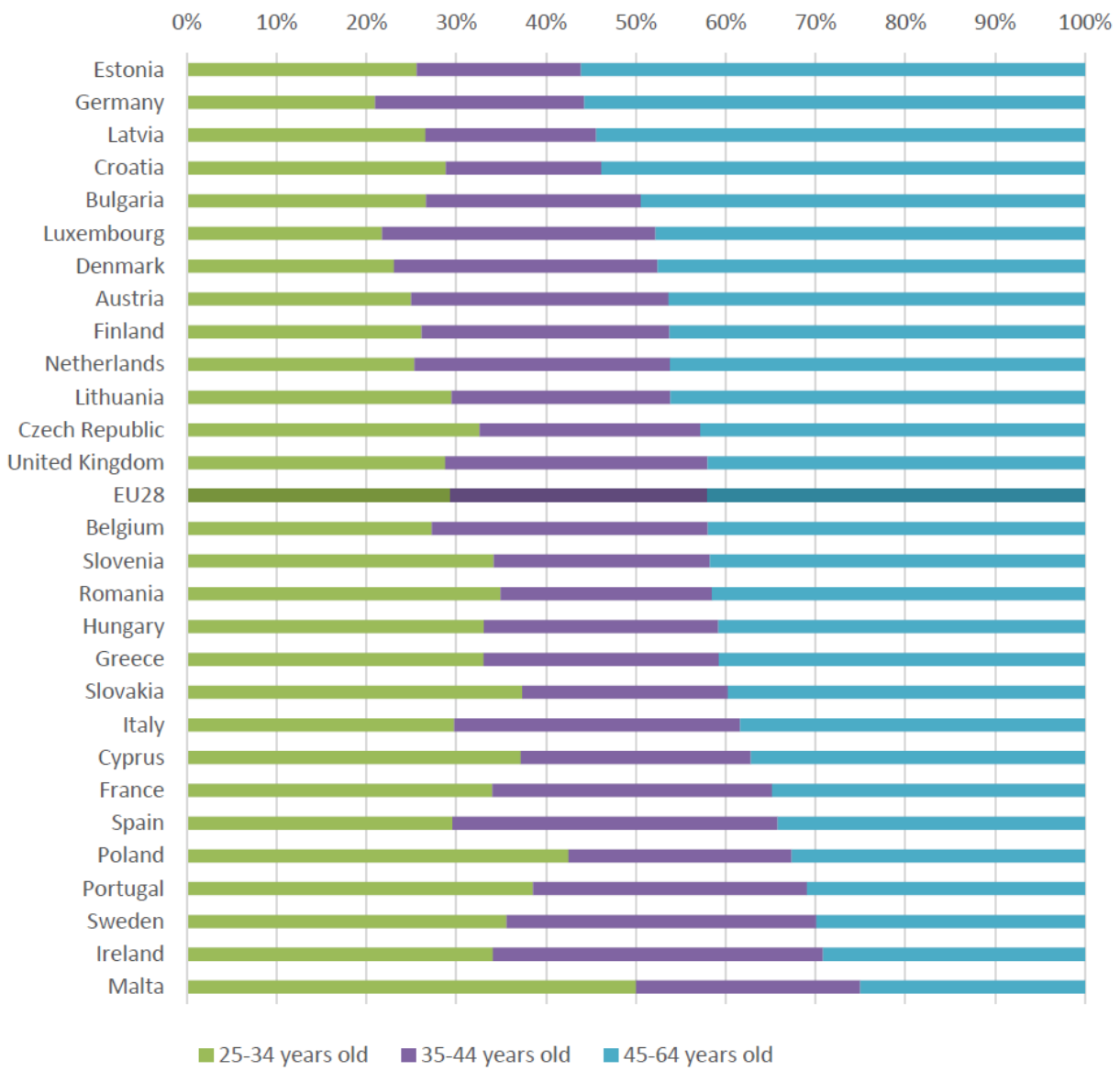
<sup>(\*)</sup>Datos provisionales

### TITULACIONES CON LA AFILIACIÓN MÁS ALTA

*Principales titulaciones y tras cuatro años después de finalizar los estudios*

	Nº de licenciados	2012	2013	2014
1er y 2º Ciclo	190.749	55,6%	58,6%	64,4%
I. en Medicina	4.107	84,9%	92,2%	92,9%
I. en Informática	2.989	81,2%	80,6%	79,1%
I. en Farmacia	2.204	71,9%	76,9%	81,4%
I. T. en Informática de Sistemas	1.782	67,8%	71,3%	76,3%
I. T. en Informática de Gestión	1.714	71,1%	72,7%	78,5%
I. Técnico en Informática	1.150	63,5%	80,6%	79,1%
I. de Organización Industrial	848	76,4%	75,6%	77,7%
D. en Óptica y Optometría	808	79,1%	80,4%	84,0%

Figure 3-1: STEM professionals age group distribution, 2013

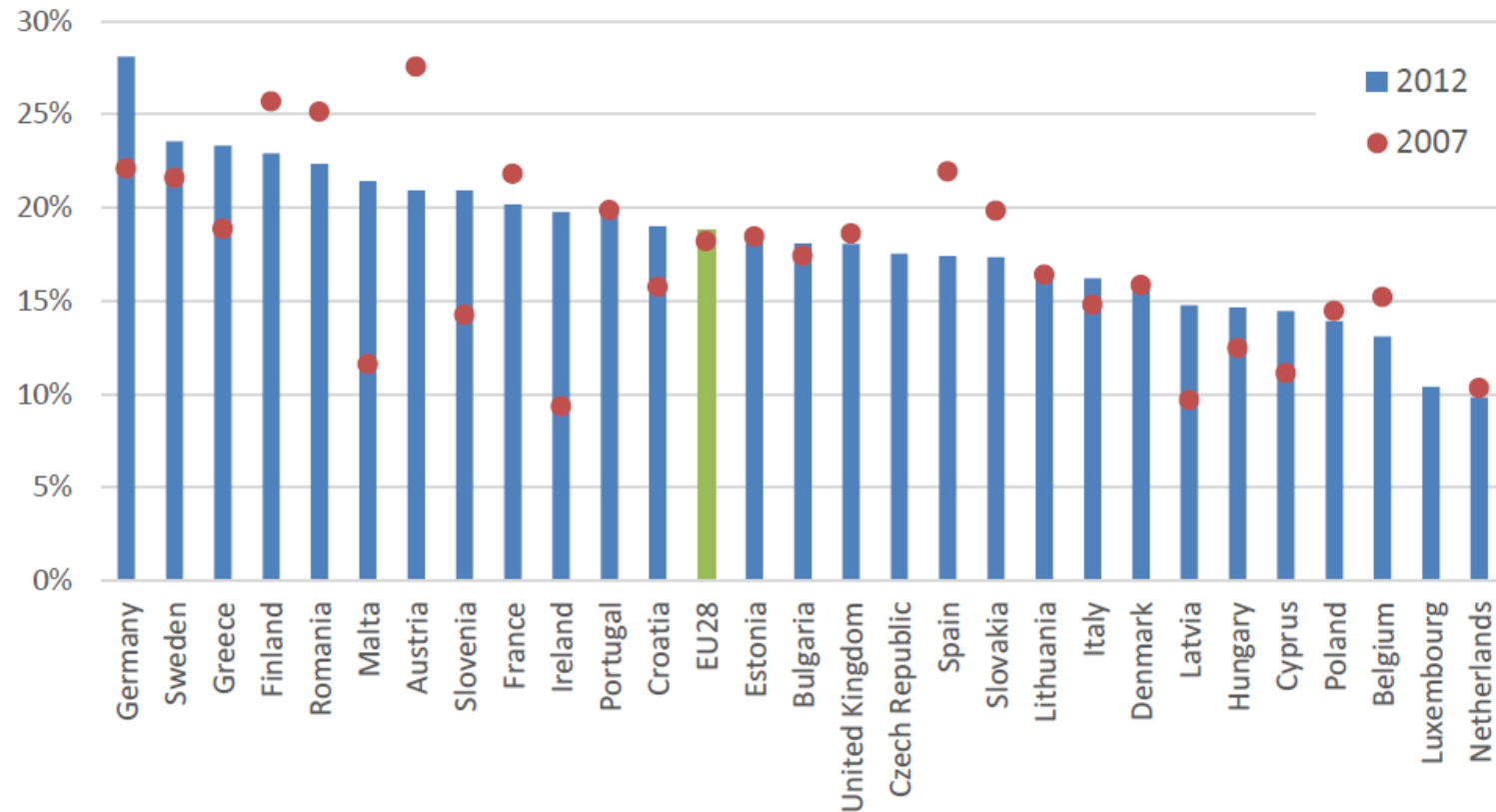


# GRUPOS DE EDAD Y PROFESIONALES STEM

Source: Eurostat (hrst\_st\_nfieage) and own calculations. Data retrieved 15/7/2015.  
 Note: Data from United Kingdom and EU28 refer to 2010 instead of 2013. 'STEM professionals' encompasses individuals who hold a tertiary education within science, mathematics, computing, engineering, manufacturing and construction (EF4\_5).

# EVOLUCIÓN TITULADOS UNIVERSITARIOS STEM

Figure 3-2: Share of ISCED 5-6 graduates in STEM disciplines, 2007 - 2012

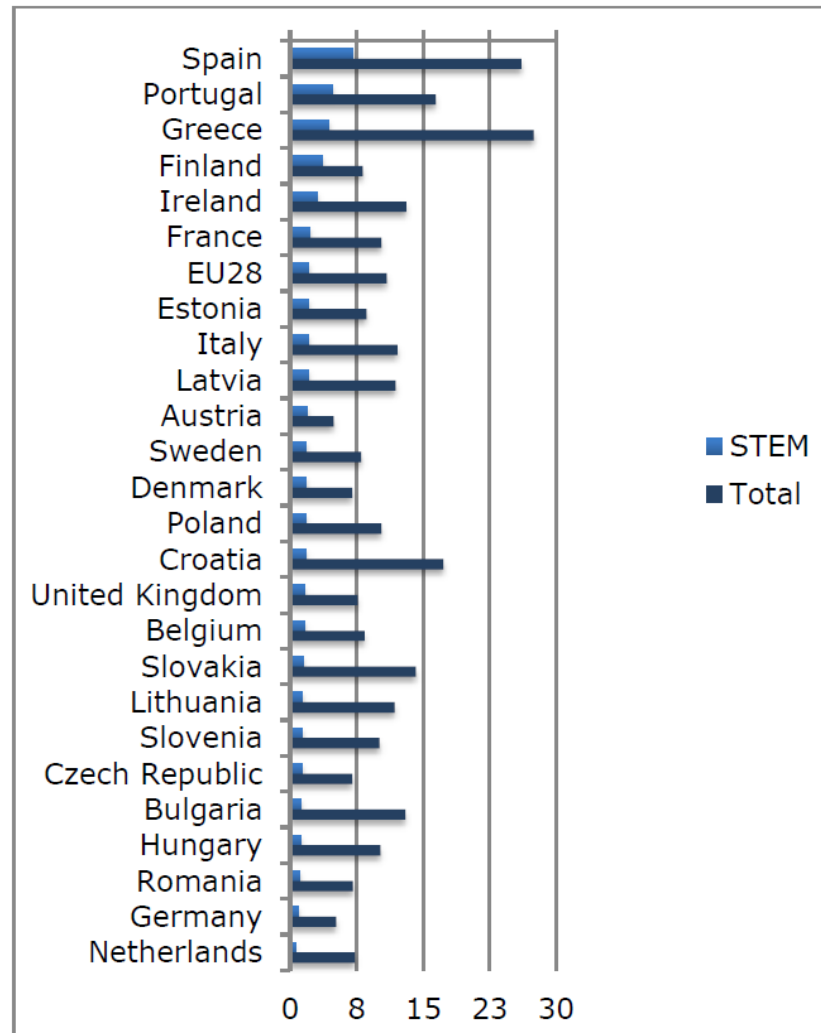


Source: Eurostat (educ\_grad5) and own calculations. Data retrieved 15/7/2015.

Note: Data for France refer to 2011 instead of 2012 for all fields of the study. Data for Ireland refers to 2005 instead of 2007 for all fields of the study. Data for Romania refer to 2008 instead of 2007 in Physical Science and Computing. Data for Greece refer to 2006 instead of 2007 for Manufacturing and Processing. No data were available for Luxembourg for 2007.

# TASAS DE DESEMPLEO Y PROFESIONALES STEM

Figure 4-1: STEM unemployment rate and total unemployment rate, 2013 (%)



Source: Caprile (2015)<sup>16</sup>

Table 4-1: Wage differentials and wage growth

	Average STEM wage premium (2010)%	Average annual change (2005-2010)	
		STEM %	Non-STEM%
Austria	28	3.5	3.0
Belgium	17	1.4	1.4
Bulgaria*	45	24.6	18.3
Cyprus***	43	5.1	4.9
Czech Republic	28	9.9	9.3
Denmark	34	4.0	2.8
Estonia	35	13.5	11.3
Finland	35	3.7	3.7
France	42	0.9	2.2
Germany	42	0.7	0.1
Greece	42	7.7	6.9
Hungary	41	5.9	4.9
Ireland***	53	5.5	4.0
Italy	47	4.1	2.2
Latvia*	55	12.8	10.5
Lithuania	53	11.3	10.7
Luxembourg	33	2.0	3.4
Netherlands	20	2.1	3.4
Poland	48	10.1	8.1
Portugal	69	6.1	5.9
Romania**	69	7.2	7.4
Slovakia	26	13.6	13.6
Slovenia	46	6.4	6.5
Spain	50	3.4	3.0
Sweden	30	0.1	0.9
United Kingdom	36	-1.5	-1.7

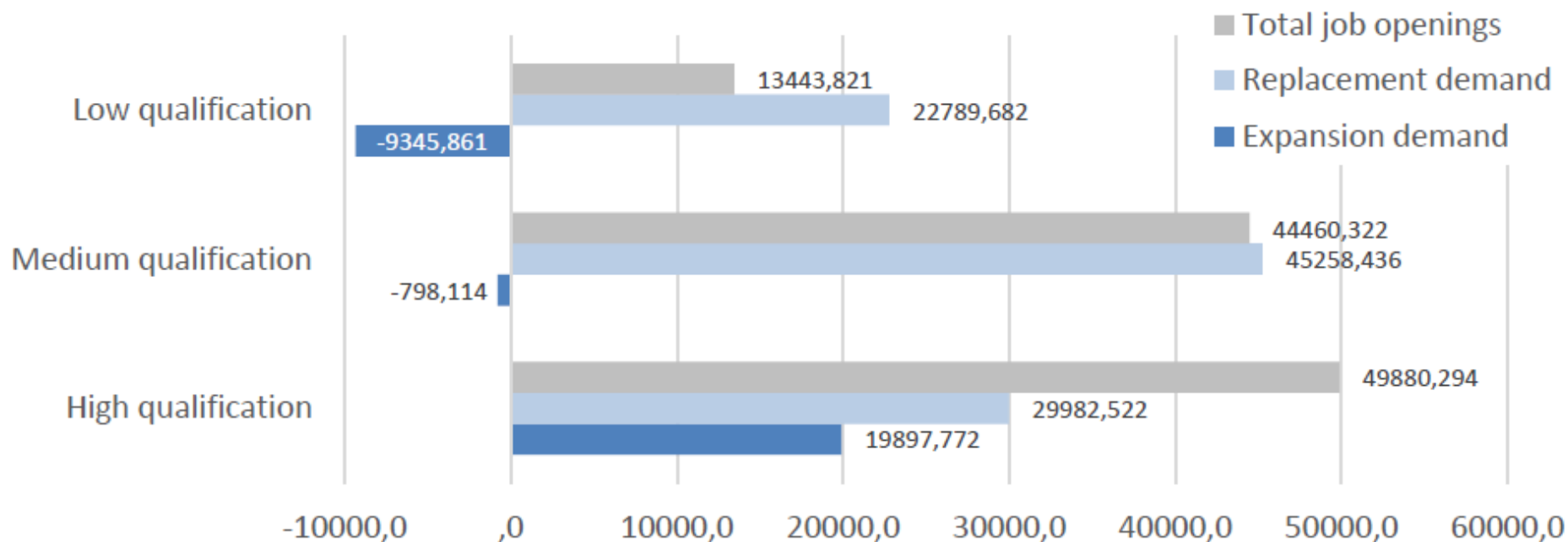
Source: Replicated from: (Goos, et al., 2013)

Note: Malta and Croatia excluded. \*Average annual change is for the years 2007-2010. \*\*Average annual change is for the years 2007-2009. \*\*\*Average annual change is for the years 2005-2009.

# DIFERENCIALES SALARIALES PROFESIONALES STEM

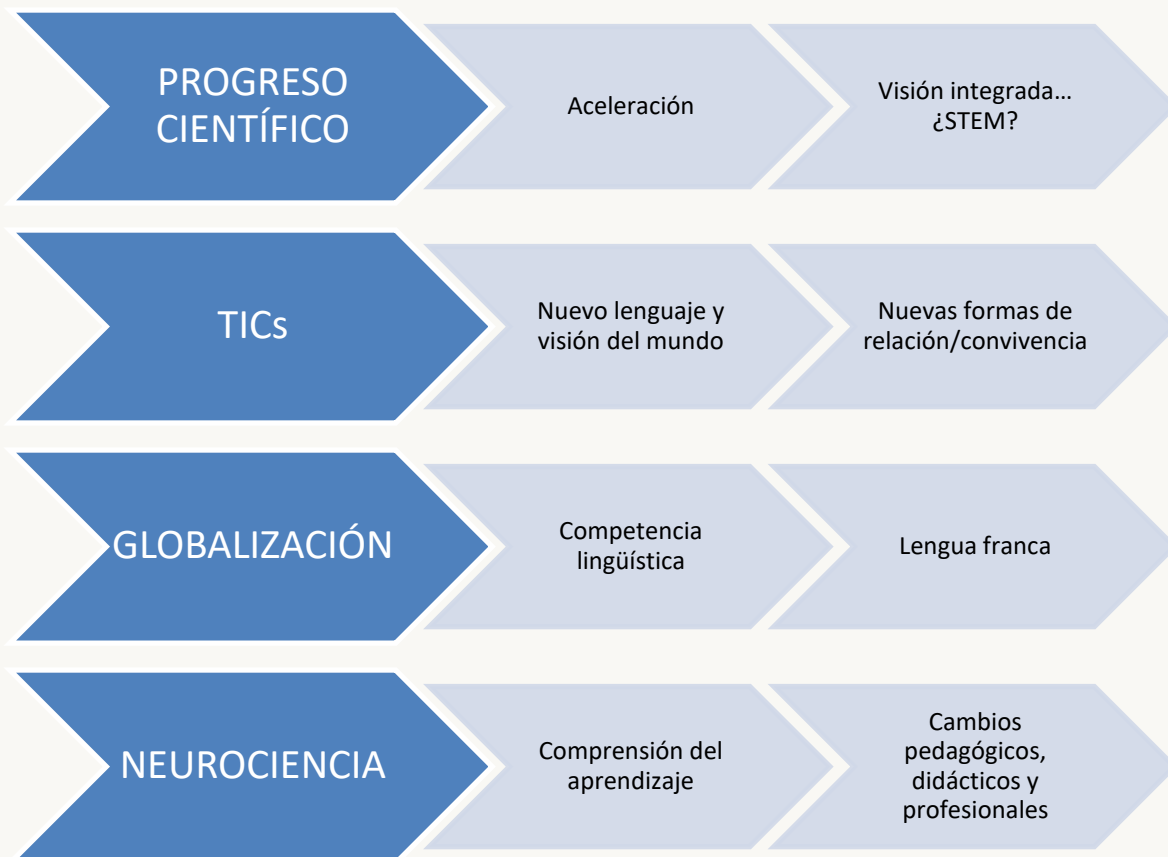
# PREVIENDO EL FUTURO

Figure 5-1: Job openings forecast by qualification at EU level in 2025 (in 000s)



Source: (Cedefop, 2015). Data retrieved 17/7/2015.

# EDUCACIÓN DEL SIGLO XXI



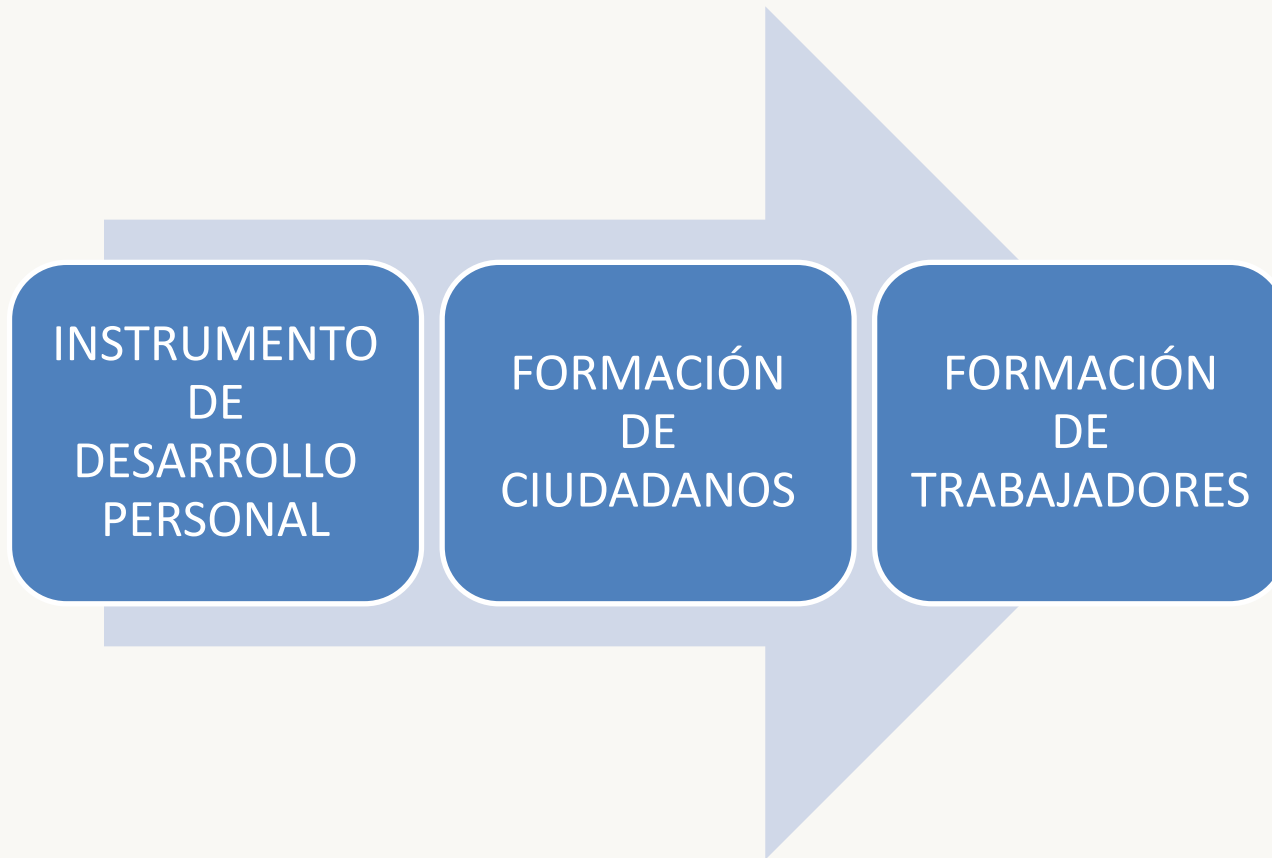


# Cambio de paradigma educativo

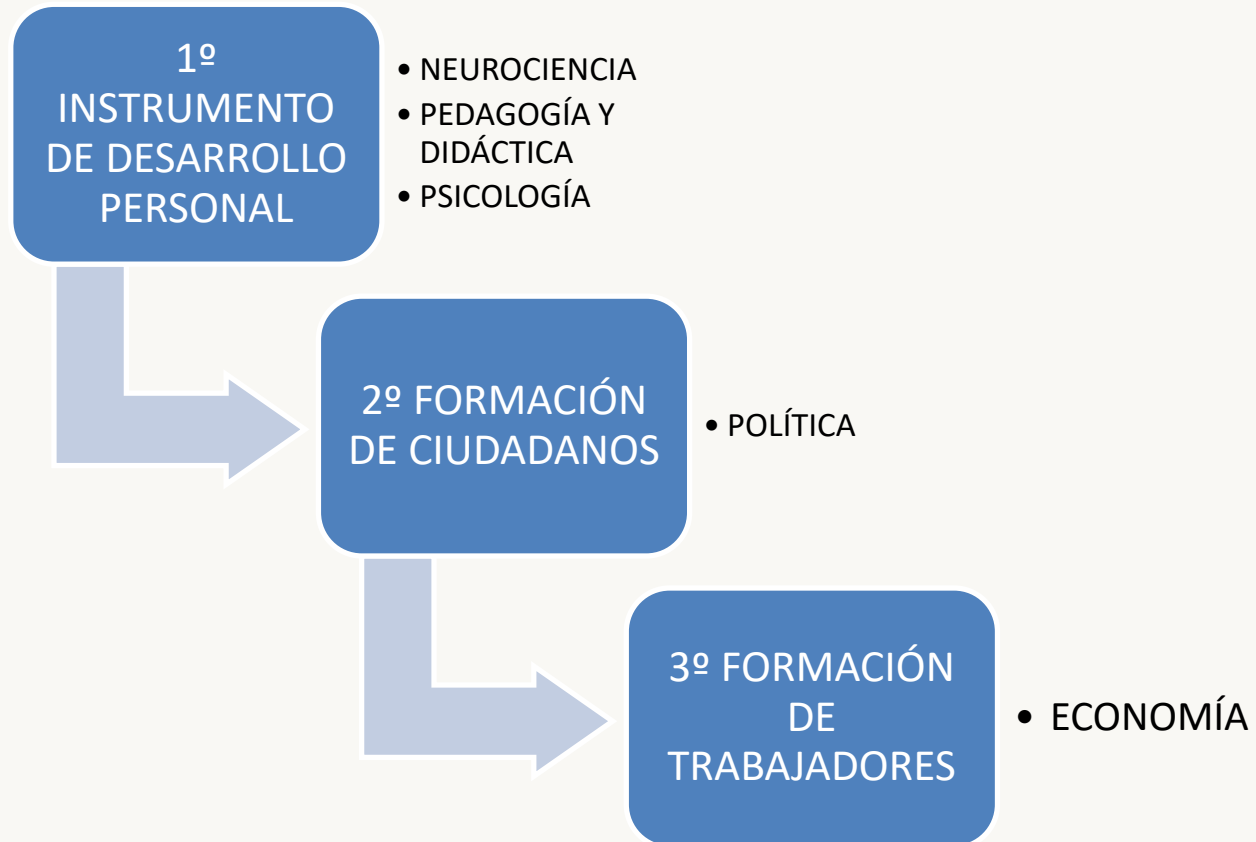




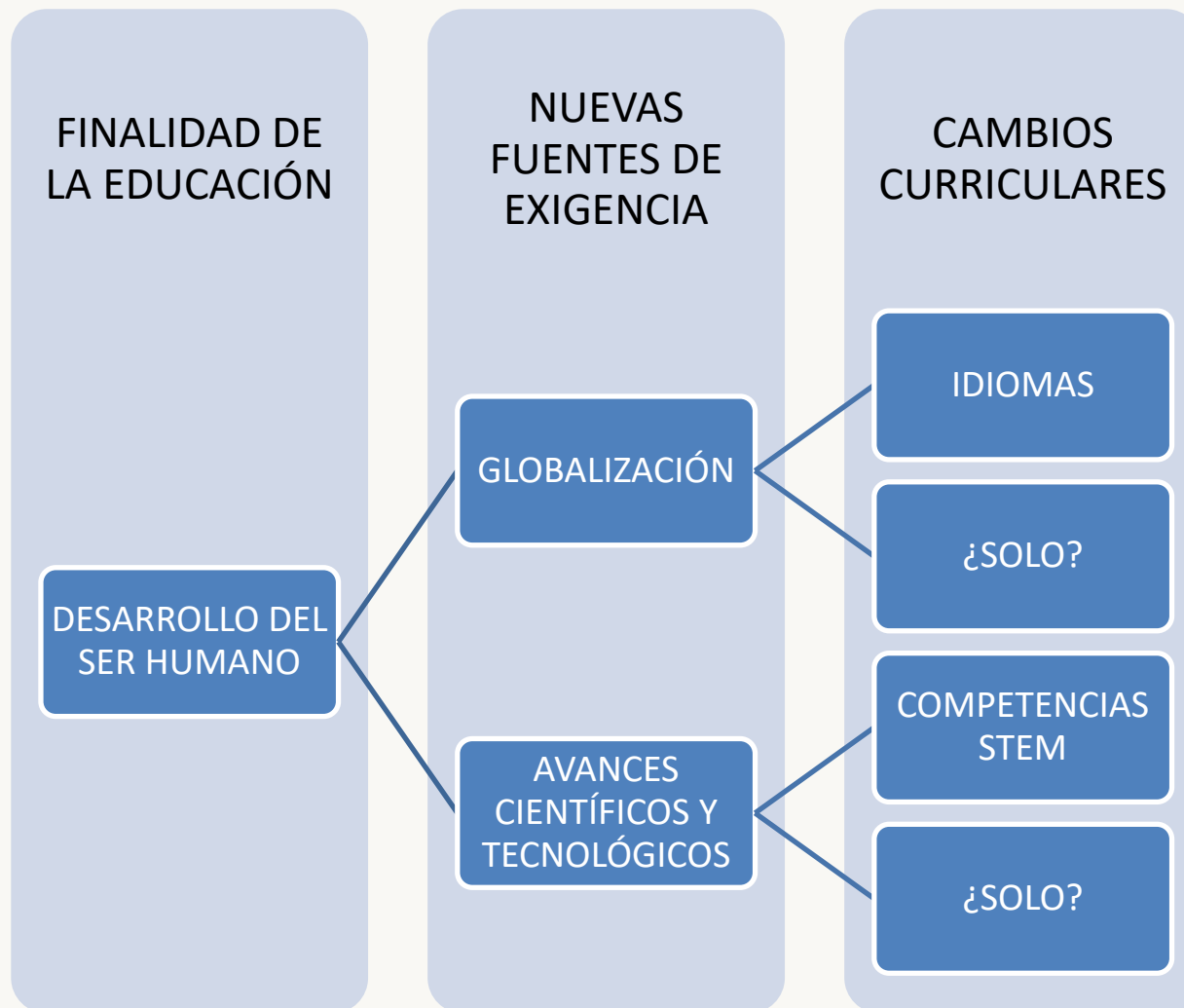
# ¿QUÉ ES LA EDUCACIÓN?



# JERARQUÍA



# ¿CAMBIOS EN LA FINALIDAD DE LA EDUCACIÓN?

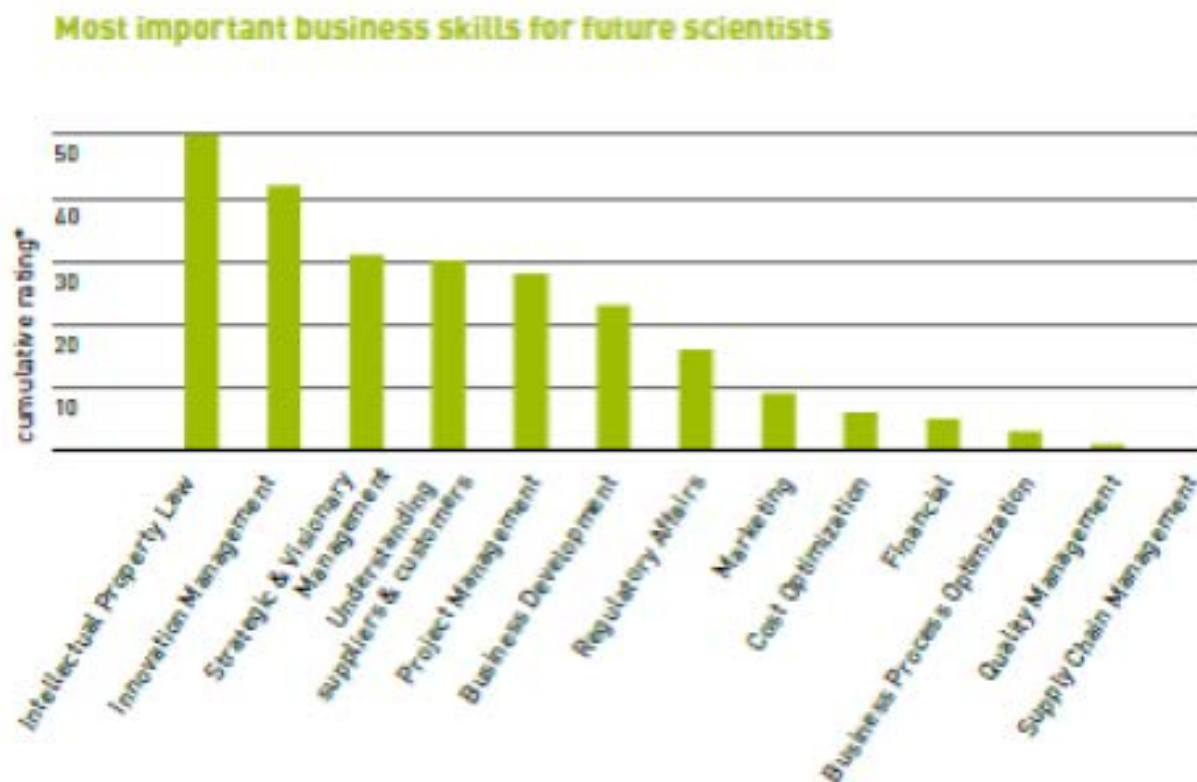


# ¿EN QUÉ CONSISTEN ESOS CAMBIOS EN EL SISTEMA EDUCATIVO?



# ¿STEM es “solo” competencias STEM?

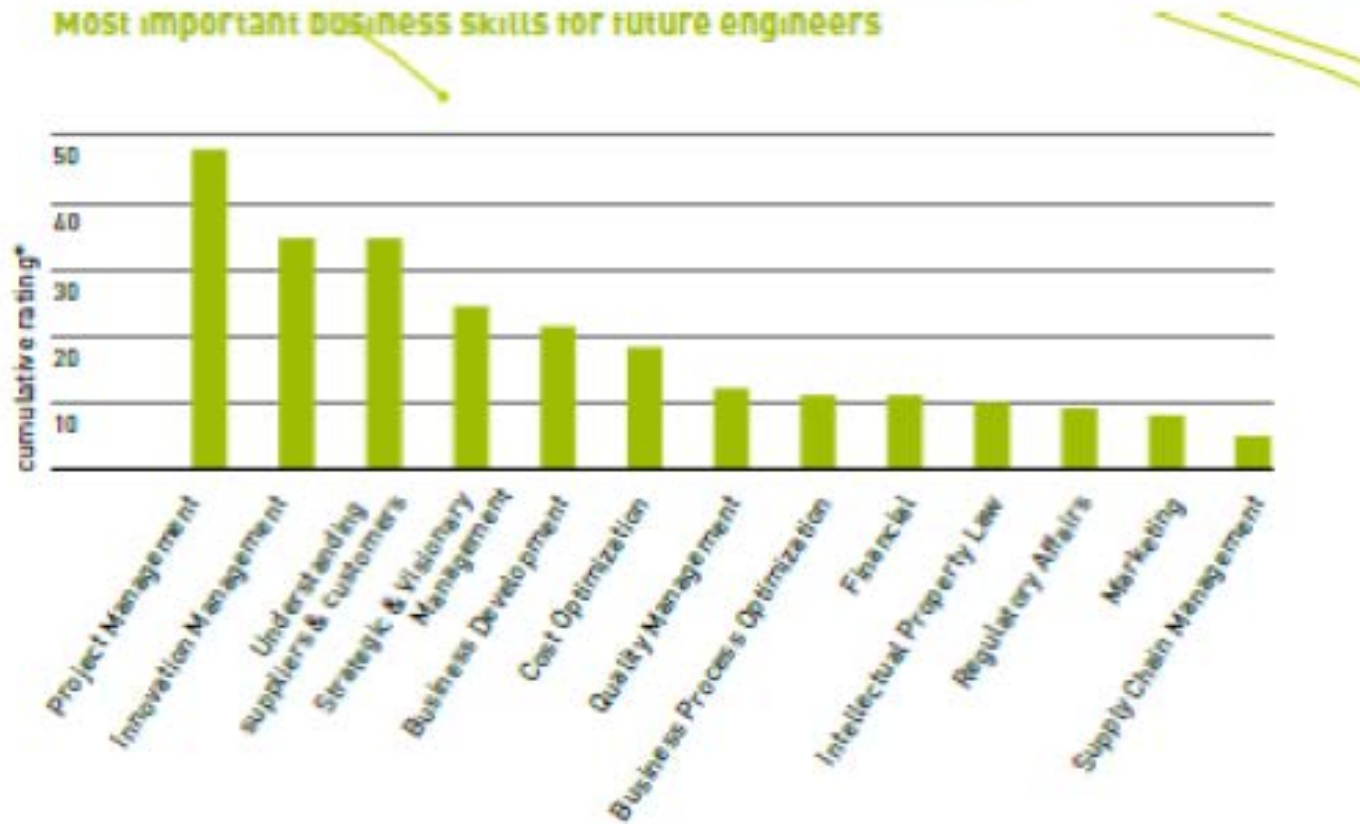
Figure 7-1: Most important business skills for future STEM specialists working as scientists in the chemistry industry



Source: European Chemical industry

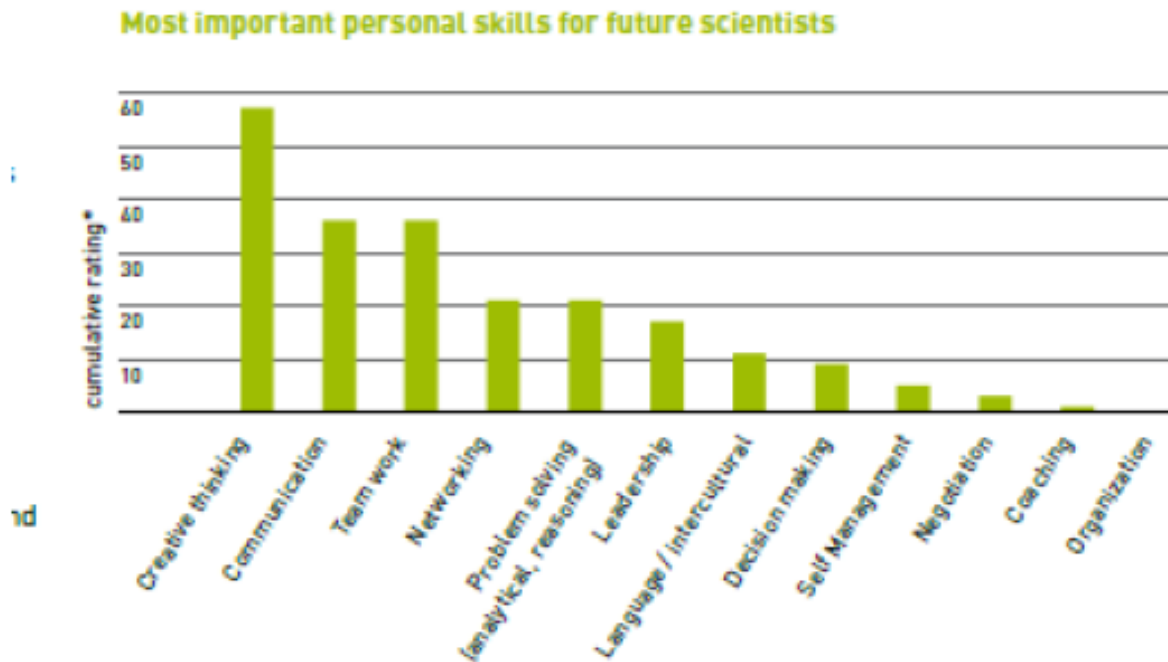
# ¿STEM es “solo” competencias STEM?

Figure 7-2: Most important business skills for future engineers in the Chemistry industry



Source: European Chemical industry

Figure 7-3: Important personal skills for STEM professionals working as scientists

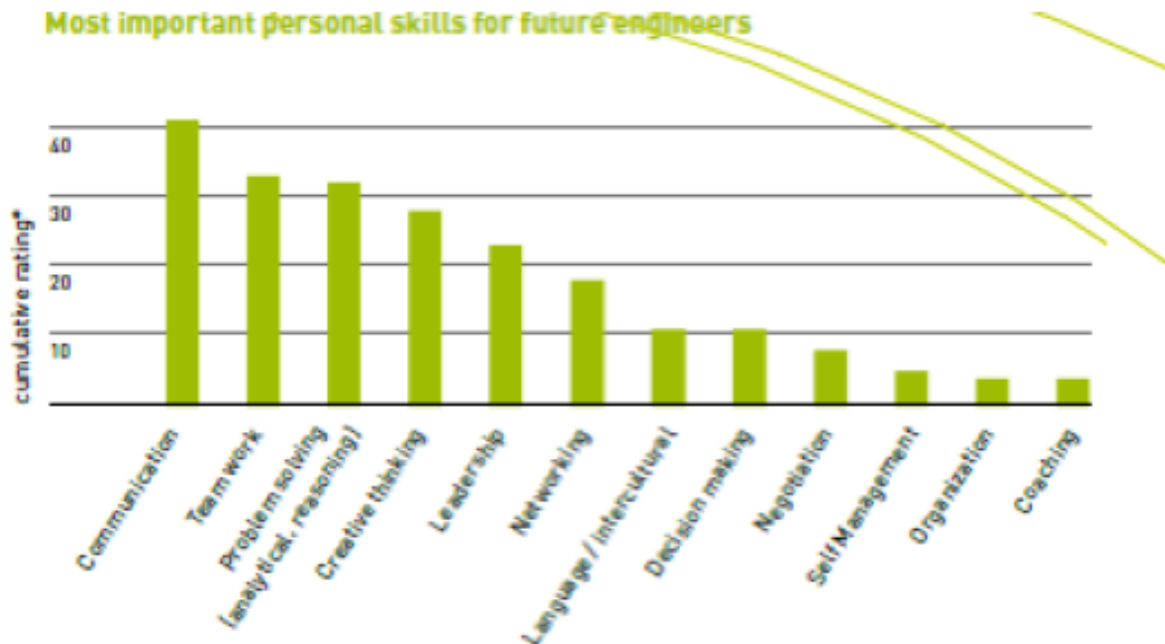


Source: European chemical industry

Creative thinking and the ability to translate discipline-based knowledge into innovation is a critical future skill for STEM professionals such as scientists. Communication skills are necessary as scientists from different disciplines collaborate on R&D processes, also with commercial partners. With projects getting more complex and involving different disciplines to develop solutions, teamwork skills will be the key to effective innovation.



Figure 7-4: Important personal skills for future engineers



Source: European chemical industry

Communication skills will be critical for STEM professionals such as engineers to promote ideas internally and externally and deduce latent needs in the market. Problem-solving and teamwork mirror the interdisciplinary organisation of R&D and changing patterns of innovation, which will increasingly occur in collaboration with external partners.



# HABILIDADES/COMPETENCIAS QUE DEBEN POSEER LOS ALUMNOS ADEMÁS DE LAS CIENTÍFICAS



## **Michio Kaku: Los niños nacen siendo científicos pero son aplastados por la sociedad y la educación**

<https://www.youtube.com/watch?v=LeINyqVEOZQ>

# LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

## PENSAMIENTO CONVERGENTE Y DIVERGENTE

(Edward De Bono)

CONVERGENTE	DIVERGENTE
Pensamiento lógico	Una manera diferente y más creativa de usar la mente.
Operaciones mentales que se mueven en línea recta hacia delante y atrás entre conceptos de nivel alto y bajo.	Buscar maneras alternativas de definir o interpretar un problema.
Consiste en cavar más hondo el mismo hoyo.	Cavar otro hoyo en otra parte.
Es selectivo: busca la solución correcta en una sola senda.	Más interesado en la riqueza que en la corrección. Genera numerosas sendas.

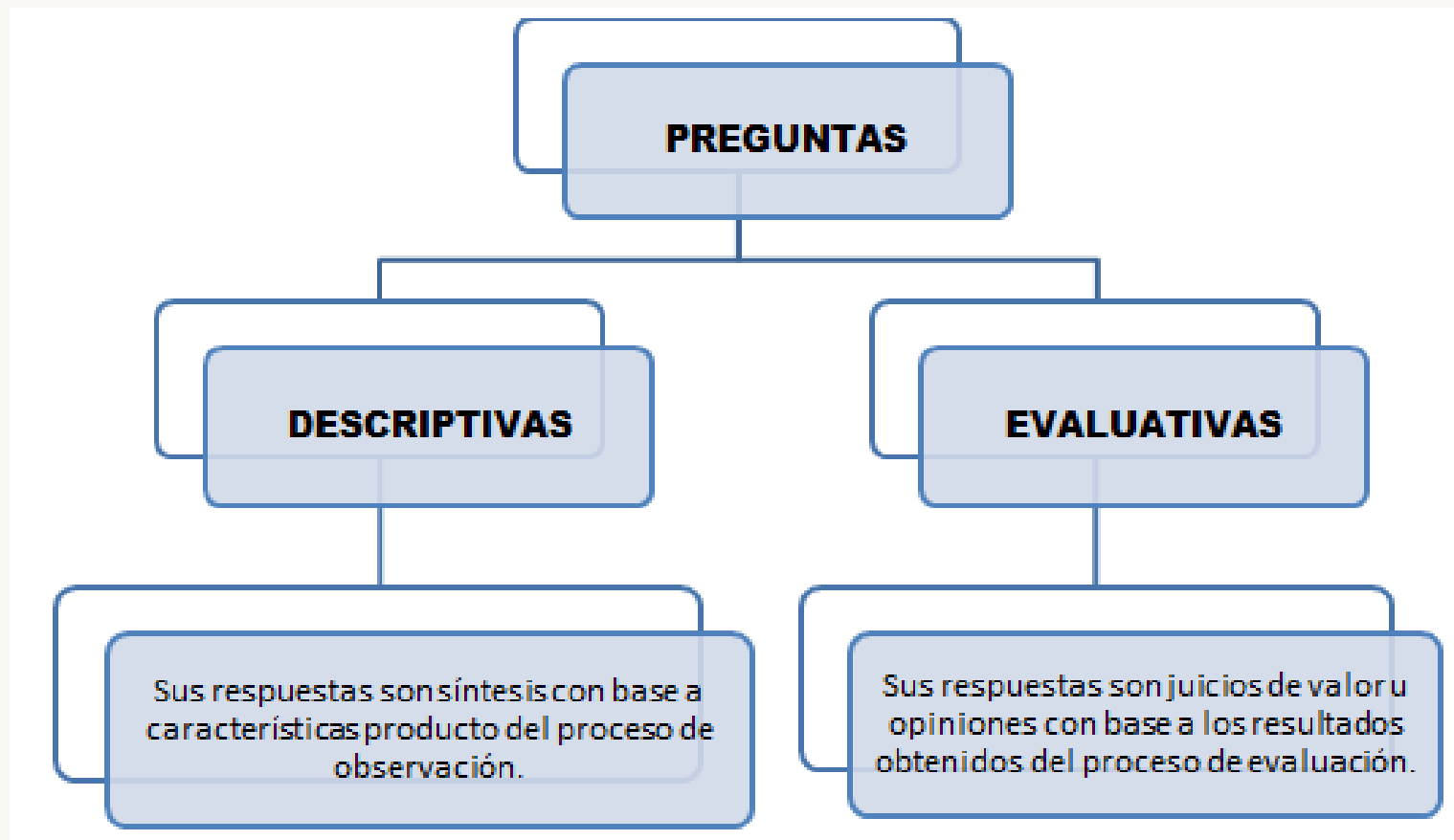
40

## PENSAMIENTO CONVERGENTE Y DIVERGENTE

(Edward De Bono)

CONVERGENTE	DIVERGENTE
Es analítico.	Es provocativo. Busca información no por sí misma, sino por su capacidad para provocar shock. No tiene que ser verdad, en la medida de que sea eficaz.
No tolera intromisiones.	Tolera intromisiones de información irrelevante a la idea, pero puede alterar la pauta del pensamiento.
Es secuencial: un paso después de otro.	Puede efectuar saltos mentales: después reorganiza sus ideas.
Alta probabilidad de buenas respuestas.	Baja probabilidad. Se necesita pensamiento lateral para una gran idea, pero su probabilidad es baja.

# LA EVALUACIÓN EN LAS CIENCIAS



# EL ABUSO DEL PENSAMIENTO CONVERGENTE DISMINUYE LA CREATIVIDAD

Kraft, U. (2007), Unleashing Creativity. En F. Bloom (Ed.), *Best of the brain from Scientific American: Mind, matter, and tomorrow's brain* (págs. 9-19). New York: Dana Press

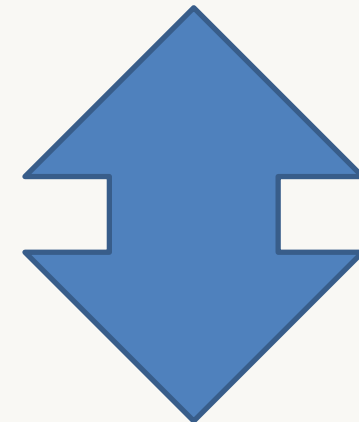


# NECESARIO UN NUEVO ENFOQUE METODOLÓGICO QUE ESTIMULE EL PENSAMIENTO DIVERGENTE





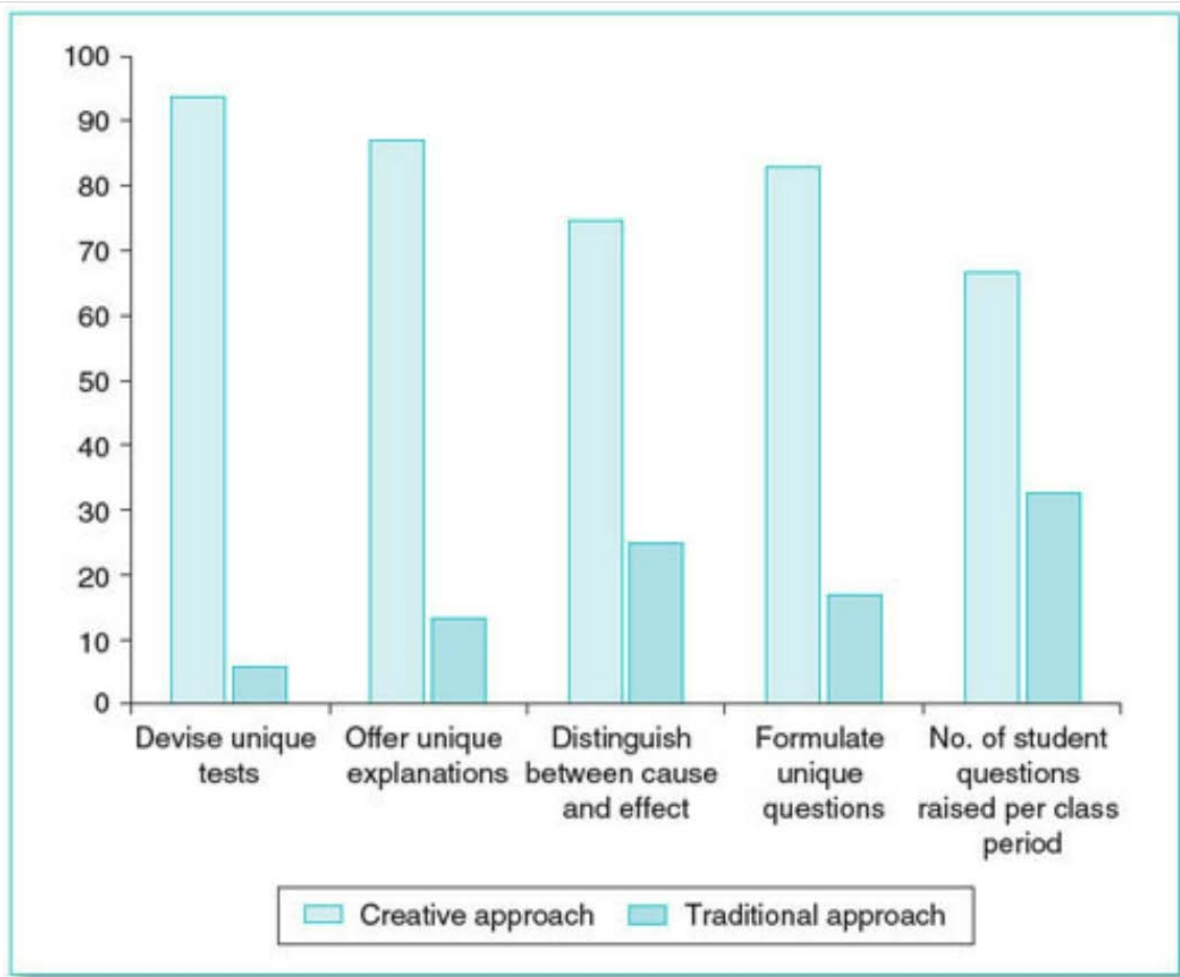
DURANTE EL PENSAMIENTO DIVERGENTE LA ACTIVIDAD CEREBRAL ES MAYOR QUE DURANTE EL PENSAMIENTO CONVERGENTE (Jauk et al., 2012)



LOS INDIVIDUOS CON MÁS CONEXIONES NEURONALES SON MÁS CREATIVOS (Takeuchi et al., 2010)



# LOS MODELOS DE ENSEÑANZA CREATIVOS AYUDAN AL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CREATIVO



Gráfica adaptada por Sousa del estudio de Yager, R.E. (2007, octubre). STS requires changes in teaching. *Bulleting of Science, Technology & Society*, 27, 386-390.

# ÚNICAMENTE INCREMENTAR LOS RECURSOS NO SIRVE



**United States' mean scores in science, reading and mathematics across PISA assessments**

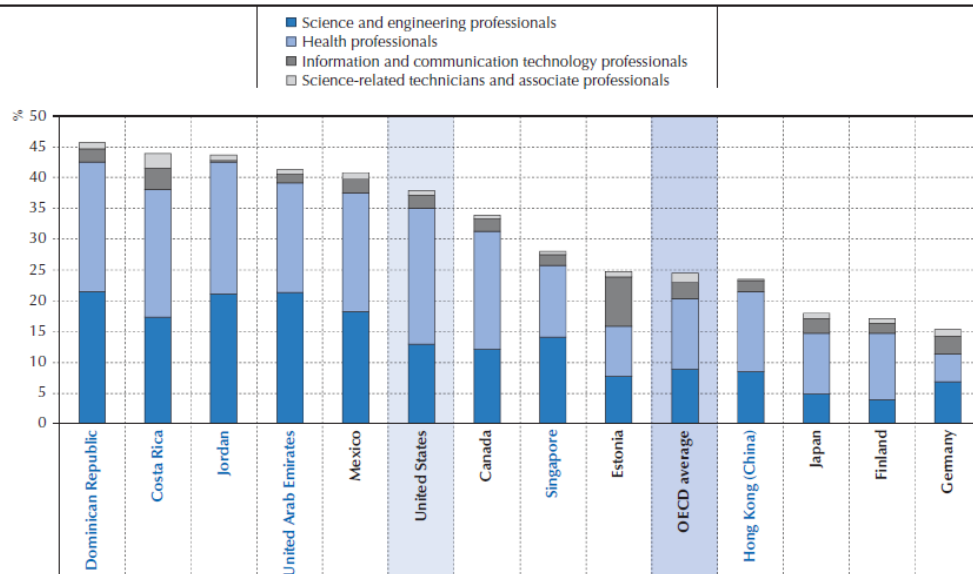
Mean score	Year of assessment					
	2015	2012	2009	2006	2003	2000
Science	496	497	502	489		
Mathematics	470	481	487	474	483	
Reading	497	498	500		495	504

Note: Grey cells indicate the major domain in each PISA assessment.

Source: OECD, PISA 2015 Database, Tables I.2.4a, I.4.4a and I.5.4a.

## Students' science-related career expectations in the United States and selected PISA 2015 participants

Percentage of students who expect to work in science-related professional and technical occupations when they are 30



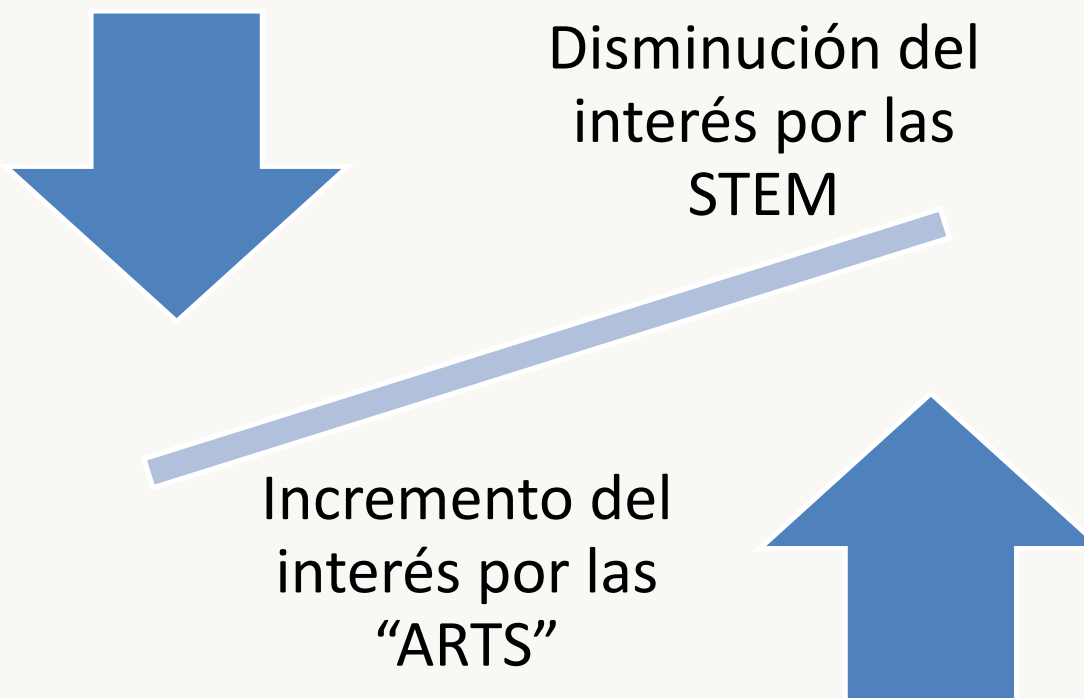
Note: OECD countries are shown in black. Partner countries and economies are shown in blue. Countries are ranked in descending order of the percentage of students who expect to work in science-related professional and technical occupations when they are 30. Source: OECD, PISA 2015 Database, Table 1.3.10a.

Desde la COMPETES act de 2007, los EEUU han incrementado los recursos dedicados a STEM pero ¿cuál ha sido el resultado?

# ¿POR QUÉ HAY QUE INTRODUCIR LA “A” DE “ARTES/ARTS” EN EL ENFOQUE?



# TRÁNSITO ENTRE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA MEDIA A LA SUPERIOR



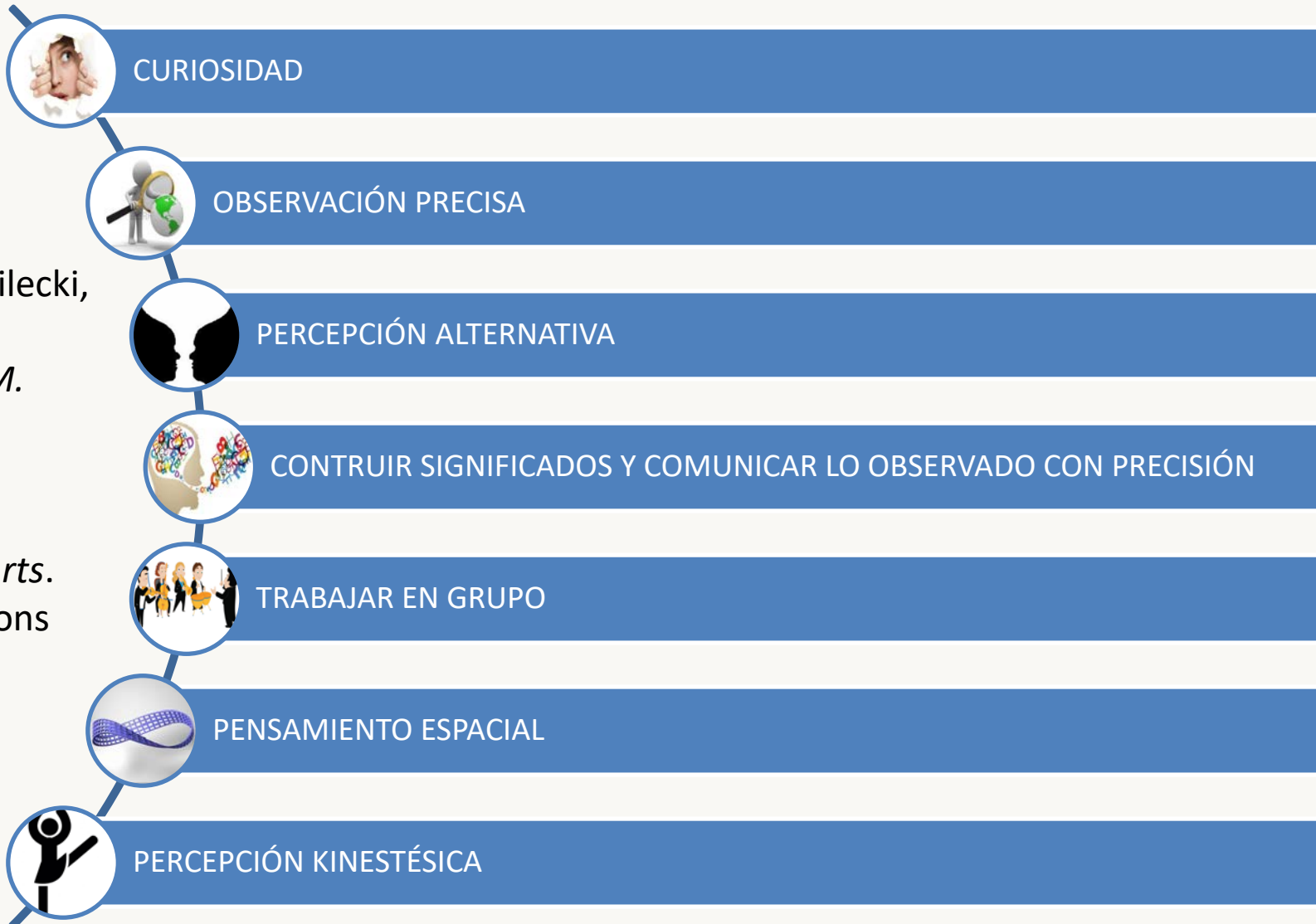
McPherson, G.E., y Hendricks, KS. (2010). Students' motivation to study music: The United States of América. *Research Studies in Music Motivation*, 32, 201-213

# LOS ALUMNOS QUE REALIZAN ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LAS ARTES SON MENOS PROPENSOS AL **ABANDONO ESCOLAR**

Ramey, L.K. (2005).  
*Examination of the impact  
of involvement in the arts  
on students' decision to  
stay on school.* Dayton, OH:  
Wright State University.  
(ERIC Document  
Reproduction Service nº  
ED490785)

# LAS ARTES AYUDAN A DESARROLLAR HABILIDADES NECESARIAS PARA LA CIENCIA

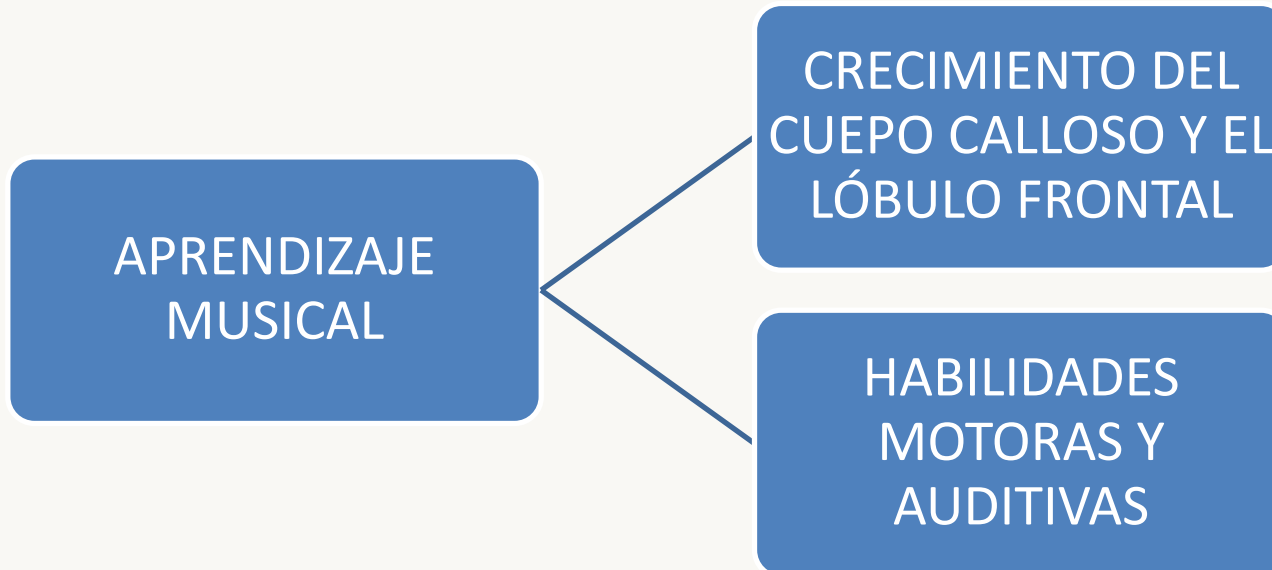
inee



Sousa, D.A. y Pilecki, T (2013). *From STEM to STEAM. Using Brain-Compatible Strategies to Integrate the Arts.* SAGE Publications



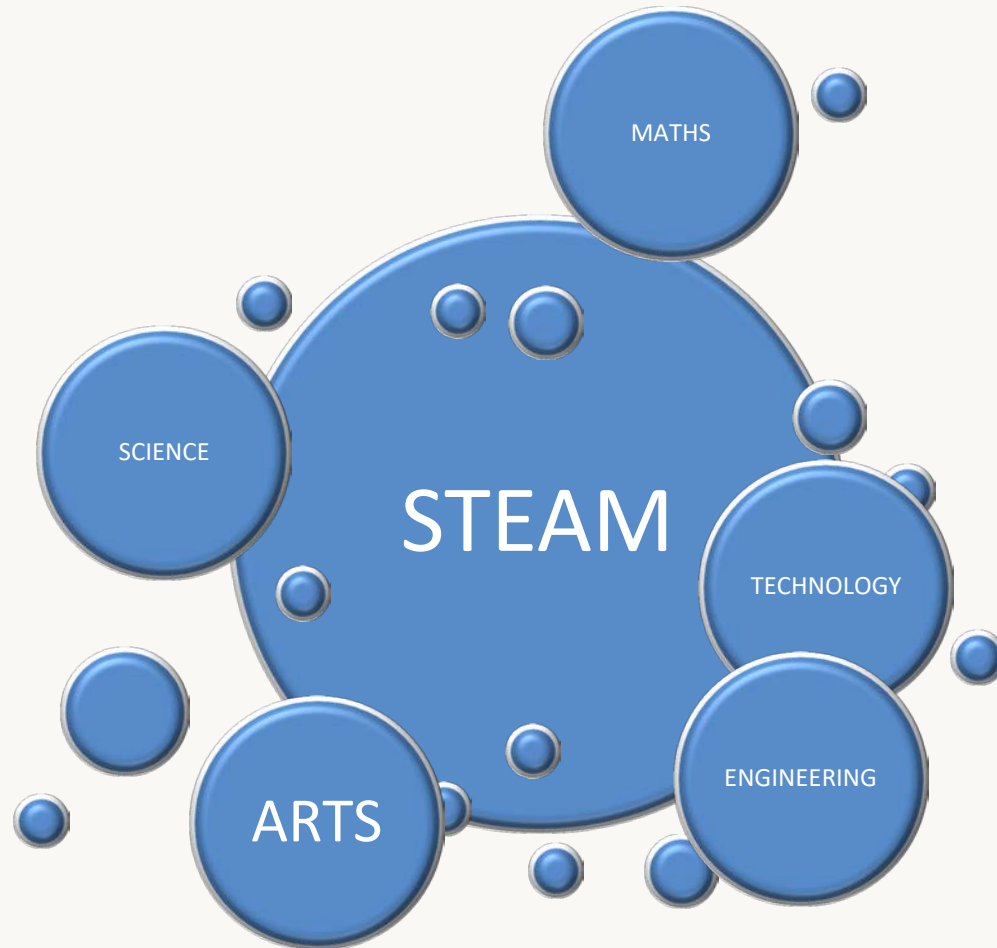
# LA NEUROCIENCIA DICE:



Hyde et al., 2009


# ¿SOLUCIÓN?

MAYOR  
INTEGRACIÓN DE  
LAS **STEM** CON  
LAS **ARTS**





# RECORDEMOS...

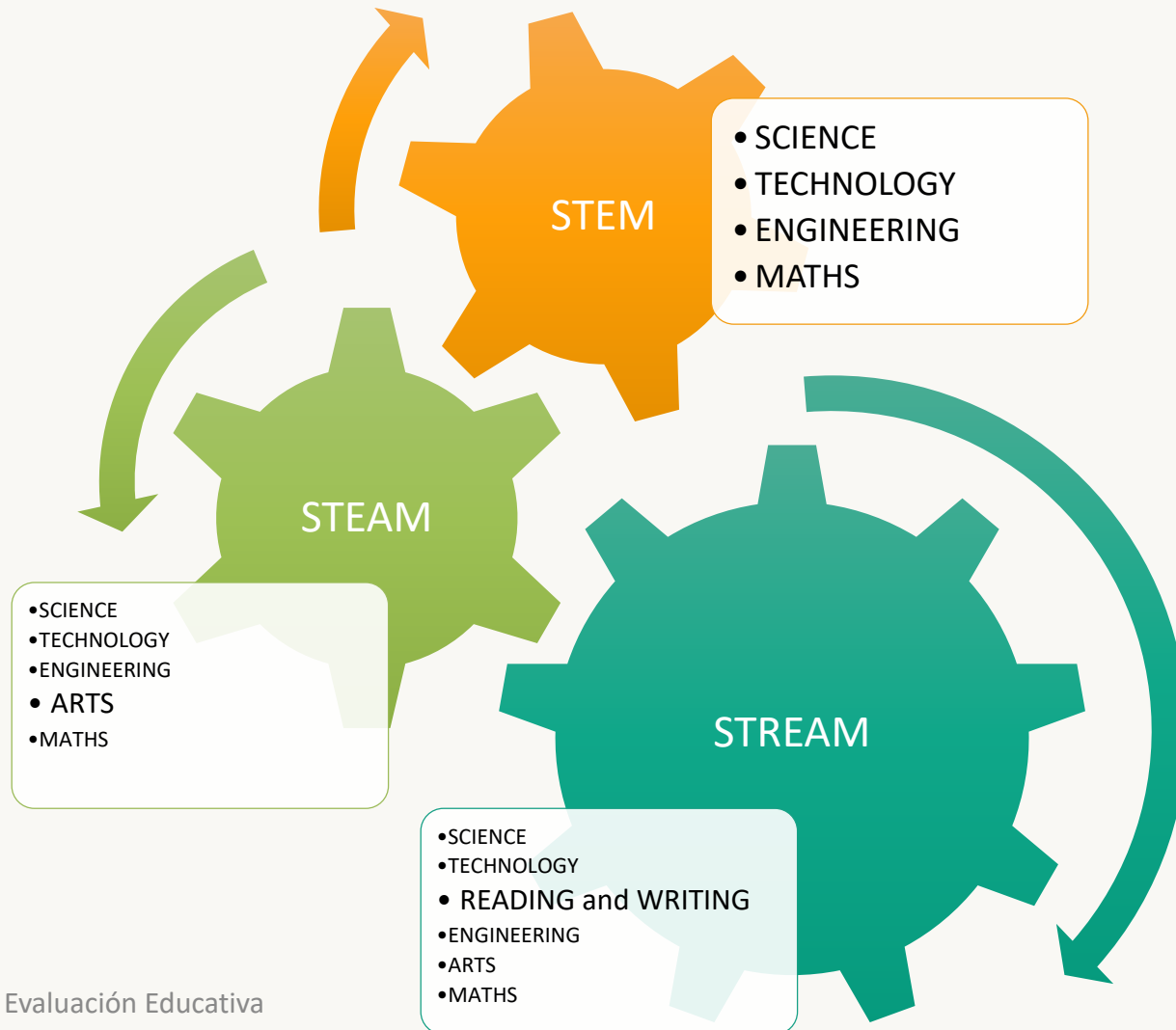


COMPETENCIAS  
COMUNICATIVAS,  
INTERCULTURALES Y  
NEGOCIADORAS



COMPETENCIA  
LINGÜÍSTICA

# de STEM a STREAM

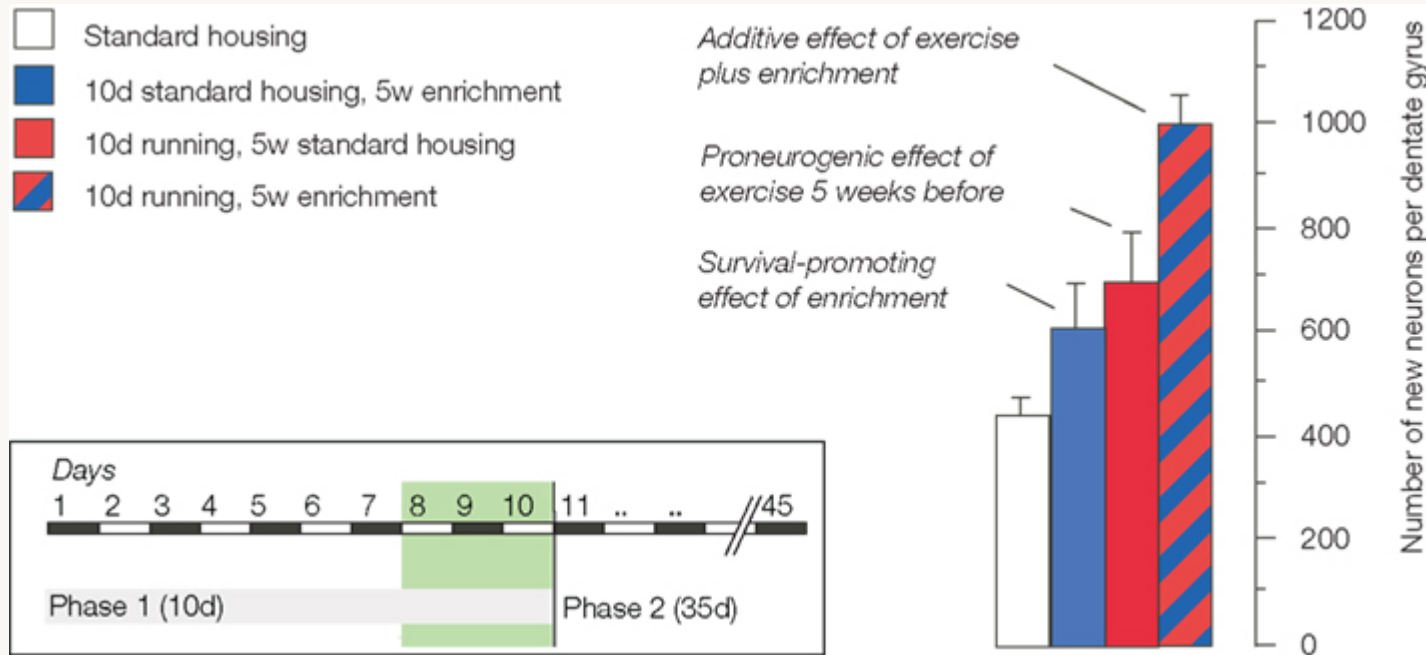


# EL EJERCICIO FÍSICO HACE QUE NAZCAN NUEVAS NEURONAS...

---

Kempermann G, Fabel K, Ehninger D, Babu H, Leal-Galicia P, Garthe A and Wolf SA (2010) Why and how physical activity promotes experience-induced brain plasticity. *Front. Neurosci.* 4:189. doi: 10.3389/fnins.2010.00189

# LA COMBINACIÓN DE EJERCICIO FÍSICO Y AMBIENTE ENRIQUECIDO MULTIPLICA EL EFECTO DE NEUROGÉNESIS...



Fabel K, Wolf SA, Ehninger D, Babu H, Leal-Galicia P and Kempermann G (2009). Additive effects of physical exercise and environmental enrichment on adult hippocampal neurogenesis in mice. *Front. Neurosci.* 3:50. doi: 10.3389/neuro.22.002.2009

# ¿PROPUESTA FINAL?

