

## CONCEPCIONES ALTERNATIVAS: UNIENDO PENSAMIENTO, CIENCIA, PROFESORADO Y TERNURA



Angel Ezquerra  
 Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales,  
 Sociales y Matemáticas  
 Universidad Complutense de Madrid

---

---

---

---

---

---

---

### A MODO DE ESQUEMA

- SOBRE LAS CIENCIAS DEL PENSAR
- ALGO SOBRE CONCEPCIONES ALTERNATIVAS
- BASES NEUROFISIOLÓGICAS DE ALGUNAS CONCEPCIONES ALTERNATIVAS
- USANDO ESTOS AVANCES EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO
- UNIENDO PENSAMIENTO, NEUROCIENCIA Y PROFESORADO
- ALGO DE TERNURA PARA ACABAR

---

---

---

---

---

---

---

## LAS CIENCIAS DEL PENSAR...



...qué es pensar y dónde puede  
estar alojada esta habilidad

---

---

---

---

---

---

---

## ¿QUIÉN Y CÓMO SE INVESTIGA “QUÉ ES PENSAR”?

- Neurociencia, psicología, medicina, física, biología, matemática, inteligencia artificial, filosofía, didáctica...
  - Cada rama del saber con sus propios métodos

---

---

---

---

---

---

---

---

---

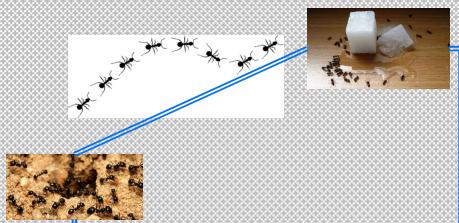
---

## ¿QUÉ ES PENSAR?

Un ejemplo para explicar qué es pensar...

emplo para explicar que es pensar...  
(B. J. & C. A. J. B., 1987)

(Dorigo & Gambardella, 1997)



---

---

---

---

---

---

**ALGUNOS DETALLES... Y TODO EL SISTEMA**

(Hölldobler & Wilson, 1990; Wilson & Hölldobler, 2009)



Atta laevigata

ABABABABABAABABABABABABABABABAABABABABABA  
AB AB

4-metilpirrol-2-carboxilato de metilo  
3-etil-2,5-dimetilpirazina (Morgan, 2009)

A blue upward-pointing arrow icon containing a white question mark.

?

---

---

---

---

---

---

---

**Pero, ¿dónde está alojado el pensamiento?**

---

---

---

---

---

---

### PROFUNDIZANDO EN ALGUNAS CIENCIAS DEL PENSAR...

DIDÁCTICA:

- Concepciones alternativas: construcciones mentales que elaboramos para responder a los fenómenos naturales... (Norman, 1983)
- Mapas conceptuales: fotografías del pensamiento (Novak, 1990; Novak, Gowin & Johansen, 1983)

NEUROCIENCIA:

cómo funciona el cerebro... cómo percibimos...

---

---

---

---

---

---

### A MODO DE ESQUEMA

- SOBRE LAS CIENCIAS DEL PENSAR
- ALGO SOBRE CONCEPCIONES ALTERNATIVAS
- BASES NEUROFISIOLÓGICAS DE ALGUNAS CONCEPCIONES ALTERNATIVAS
- USANDO ESTOS AVANCES EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO
- UNIENDO PENSAMIENTO, NEUROCIENCIA Y PROFESORADO

---

---

---

---

---

---

# LAS CONCEPCIONES ALTERNTATIVAS



De la observación de aula...  
...a la creación de un campo de estudio

---



---



---



---



---



---

## DE LAS OBSERVACIONES DE AULA...

Los docentes hemos observado, y seguimos observando, que los alumnos tienden a dar las mismas explicaciones "no-adecuadas" sobre los mismos tópicos

> ¿Por qué se producen?

○ ¿Cómo debemos o podemos actuar ante este fenómeno?

---



---



---



---



---



---

## ¿QUÉ SON? ¿CUÁNDO SE OBSERVAN?

- ALTERNATIVE CONCEPTIONS: humans show a broad repertoire of elaborate responses when they face problems of the environment. These complex actions are planned and executed based on our mental representation. These spontaneous ideas often diverge from accepted explanations (Hewson & Hewson, 1988).

- Son construcciones que elaboramos para responder a los fenómenos naturales, son necesarias para la vida cotidiana (Norman, 1983)
- Surgen también en circunstancia específica no cotidiana; p. e.; para solucionar un problema propuesto por un profesor, una actividad...
- Se suelen dar simultáneamente entre pares




---



---



---



---



---



---

## ...A LA CREACIÓN DE UN CAMPO DE ESTUDIO

- Al final del segundo tercio del siglo XX (Piaget, 2007 [first edition, 1928]), algunos investigadores empezaron a analizar de forma sistemática este hecho
- Ahora, tenemos un amplio bagaje sobre los conceptos de ciencia mantenidos y **compartidos por todo tipo de personas**: niños, adolescentes, adultos o expertos (Lederman, 1992; Lewis, and Linn, 1994; Gönen, 2008)
- Este conocimiento está aún creciendo (Weld, 2004)

---



---



---



---



---



---

## QUE NOS DICE LA INVESTIGACIÓN SOBRE LAS CONCEPCIONES ALTERNATIVAS (I)

- Se llega a la enseñanza formal con ideas previas
- Transcinden edad, habilidad, género... (Lewis, and Linn, 1994; Gönen, 2008), están en todas las lenguas (Strömdahl, 2012; Clerk & Rutherford, 2000), en materiales educativos (Cho, Kahle & Nordland, 1985; King, 2010; Perales, 2006; Pro & Pro, 2011), en medios de comunicación (Donovan & Venville, 2012; Jiménez-Liso, Villalobos & Lapetina, 2010)...
- Algunas concepciones alternativas coinciden con explicaciones "científicas" anteriores: generación espontánea, teoría del calórico, la física aristotélica... (McCloskey, Caramazza & Green, 1980; Trumper & Gorsky, 1996)
- Son universales (Driver & Easley, 1978; Driver, 1989)

---



---



---



---



---



---

## FRAMEWORK: MISCONCEPTIONS

- Alternative conceptions are common to different educational systems and cultures (Driver and Easley, 1978; Wandersee, Mintzes, & Novak, 1994).
- Misconceptions are held by adults and experts regardless of their sex, race, religion, ability, and cultural boundaries (Abrahams, Homer, Sharpe, & Zhou, 2015; Lewis & Linn, 1994).
- Alternative conceptions transcend the actions carried out in classrooms (Williams, 1999) and remain surprisingly inflexible throughout life (Clough & Driver, 1985). They are tenacious and resistant to change and to extinction (Chiappetta & Koballa Jr, 2006; Driver & Erickson, 1983).
- Intuitive concepts appear in a universal ordered sequence: conceptual trajectory (Driver, 1989). It seems there exists a progression in the complexity of conceptual trajectory (Driver & Easley, 1978).
- Researchers have collected a wide array of misconceptions from various sources: textbooks (Doige & Day, 2012), children's ideas (Driver, Guesne, & Tibergien 1985), teachers' knowledge of science (Davis, Petish, & Smithey, 2006), cultural or language-based (Lee, 2001, 2007), the methodologies and the language used (Borg, 2015).
- Alternative conceptions are similar to the explanations of natural phenomena believed by previous generations of scientists and philosophers (Conant, 1957; Matthews, 1994).

---



---



---



---



---



---

## QUE NOS DICE LA INVESTIGACIÓN SOBRE LAS CONCEPCIONES ALTERNATIVAS (II)

- Los profesores suelen suscribir las mismas concepciones alternativas que sus estudiantes (Lederman, 1992)
- Las ideas de los alumnos interactúan con los conocimientos presentados en la educación formal, produciendo una diversidad de resultados inesperados en el aprendizaje (Driver, Guesne & Tiberghien, 1985)
- Las concepciones alternativas **son tenaces y resistentes** al cambio por medio de las estrategias convencionales de enseñanza (Chiappetta & Koballa Jr, 2006; Driver & Erickson, 1983)

---



---



---



---



---



---

## ¿POR QUÉ SE PRODUCEN?

- La **universalidad y persistencia** de las concepciones alternativas descrita en la primera época en este campo de estudio sugieren la existencia de un factor común (Driver, Guesne & Tiberghien, 1985):
  - El **modo de funcionar nuestros sentidos** como factor del desarrollo de estas ideas (Driver, 1985; diSessa, 1993; Vosniadou, 1994; Wenning, 2008)
  - Una **estructura psicológica-lógica general** (Vosniadou, 1994, 2009; Talanquer, 2002) que determinaría unas reglas generales de pensamiento, unos patrones de razonamiento (Gilovich, Griffin, & Kahneman, 2002; Maeyer & Talanquer, 2010, 2013)

---



---



---



---



---



---

## PROCESAMIENTO DE DATOS...

Ante una situación problemática, se establece un flujo de información:

- Se recolectan datos y se identifican los factores del proceso (Clement, 2008)
- Este proceso se lleva a cabo de forma rápida y solo a través de los sentidos como herramientas de medida (Driver, 1985; diSessa, 1993; Wenning, 2008)
- Se construyen correlaciones entre elementos (Vosniadou, 1994; Clement, 2008)
- Los individuos **pueden y tienden** a realizar predicciones (Norman, 1983) y construir modelos o mapas mentales de la situación (Nersessian, 2002, 2008)

**Esta secuencia de acciones nos permite establecer una clasificación de las concepciones alternativas**

---



---



---



---



---



---

## CLASIFICACIÓN

(Aún no publicado)

- **Concepciones Alternativas Perceptivas (o primarias)**, vinculadas con la **recolección** de datos e identificación de las partes del proceso natural (p.e.: calor, temperatura, velocidad, fuerza). Dependen de nuestros sentidos (Perceptual alternative conceptions)
- **Concepciones Alternativas Explicativas (o secundarias)**, vinculadas con el modo de **relacionar** los hechos; p. e.: si das calor a un cuerpo, su temperatura sube (Talanquer, 2002) (Explanatory alternative conceptions)
- **Concepciones Alternativas Predictivas (o terciarias)**, vinculadas con la **generalización** de las relaciones; p.e.: más implica más (Talanquer, 2002) (Predictive alternative conceptions)

---



---



---



---



---



---



---

## A MODO DE ESQUEMA

- SOBRE LAS CIENCIAS DEL PENSAR
- ALGO SOBRE CONCEPCIONES ALTERNATIVAS
- BASES NEUROFISIOLÓGICAS DE ALGUNAS CONCEPCIONES ALTERNATIVAS
- USANDO ESTOS AVANCES EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO
- UNIENDO PENSAMIENTO, NEUROSCIENCIA Y PROFESORADO

---



---



---



---



---



---



---

## BASES NEUROFISIOLÓGICAS PARA EXPLICAR ALGUNAS CONCEPCIONES ALTERNATIVAS

PENSAMOS COMO SOMOS...  
COMO FISIOLÓGICAMENTE SOMOS




---



---



---



---



---



---



---

## SOBRE EL POSIBLE ORIGEN DE LAS CONCEPCIONES ALTERNATIVAS

- Un estudio (Masson, Potvin, Riopel & Foisy, 2014; Foisy, Potvin, Riopel & Masson, 2015) utilizando Resonancia Magnética (fMRI) ha encontrado:
  - Las mismas redes neurales en aprendices y en expertos
  - Los expertos presentan actividad en áreas involucradas en la inhibición
  - Parece que las concepciones alternativas siguen en el cerebro de los expertos, pero son inhibidas (Foisy, Potvin, Riopel & Masson, 2015)
- Recientemente, se ha replanteado (Driver, 1985; diSessa, 1993; Vosniadou, 1994; Wenning, 2008): la ambigüedad de nuestros sentidos como origen de las concepciones alternativas (Kubricht, Holyoak & Lu, 2017; Ezquerro-Romano & Ezquerro, 2017; Ezquerro & Ezquerro-Romano, 2018a)

## HIGHWAY TO THERMOSENSATION: FROM THE PROTEINS TO THE BRAIN

Ezquerro-Romano & Ezquerro, 2017

Hasta hace muy poco, no se tuvo acceso a una explicación completa del funcionamiento de la termosensación

- Desde las proteínas que reaccionan a la temperatura
- Considerando la naturaleza y la estructura de las neuronas
- A través de la espina dorsal
- Y hasta las áreas involucradas del cerebro y sus interconexiones

Age	Alternative conceptions on heat and temperature	Authors
2-4 years	Children consider there are only two types of realities which describe the thermal state of items: hot- and cold-object	Albert, 1978
old:	Children seem to be unable to detach the concepts of H & C from objects, so they cannot consider these notions as separate identities from objects	Erickson, 1979
4-6 years	Children start to develop the concept of thermal source. They learn from their personal experiences such as radiation (sun) and the daily thermal sources	Albert, 1978
5-6 years	Children begin to express their ideas about thermal sources as objects which warm up or "cool down" other objects	Albert, 1978 Erickson, 1980
	Some children already realise that "things get hot/cool down" and they consider heat and cold as an extended entity	Albert, 1978
7-8 years	They assume the existence of two entities called heat and cold and these entities go from one body to another	Erickson, 1985
old:	Children usually begin to express the existence of a scale, which ranges from cold to heat, and they point out that temperature can be cold or hot	Tierghien, 1985 Clough & Driver, 1985

## MOLECULAR LEVEL

- Currently, 28 TRP channels have been found and these can be categorised into 6 families which have different functions
- Transient Receptor Potential ion channels (TRP) canales iónicos  
Receptores por Potencial Transitorio
- The TRP associated with thermosensation:
  - can discriminate a temperature range on the skin from <10 to >50°C
  - a neutral range between 30°C-36°C has been defined
- Thermoreceptors can be classified into two: **hot- and cold- sensitive**

---



---



---



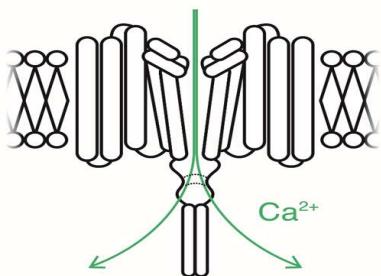
---



---



---




---



---



---



---



---



---

TRP	T° RANGE	HOT/COLD
TRPV1	>42°C	Hot
TRPV2	>52°C	Hot
TRPV3	>33°C	Hot
TRPV4	27°C-42°C	Hot
TRPM8	8°C-28°C	Cold
TRPA1	<17°C	Cold

Los thermoTRPs identificados hasta la fecha y las temperaturas a las cuales son sensibles (Caterina et al., 1999; Nagy & Rang, 1999; Patapoutian et al., 2003; Voets et al., 2005; Kenshalo, Holmes, & Wood, 1968; Lee, Cho, Yun, & lee, 1998; Lv & Liu, 2007)

---



---



---



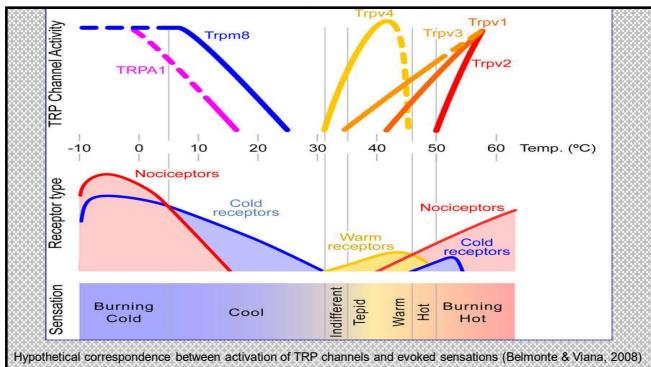
---



---



---



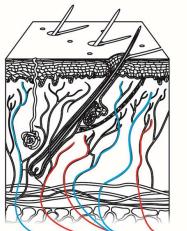
## CONSEQUENCES (molecular level)

- When our skin contacts another object it is established a re-equilibrium thermal, a thermal gradient
- Consequently, the corresponding (hot- or cold-) TRPs are fired and their overlapped activation generates a signal
- Thus, the functioning of and the kind of **thermoTRPs** to lead us to perceive all the possibilities of the environment only as hot- (or cold-) objects
- There are more details on our temperature detection machinery and on the establishment of the thermal gradient which are linked with our way of thinking of heat and temperature: structure of skin, thermal conductivity...

## NEURONAL LEVEL

- Thermoreceptors are situated at a different depth in human skin:
  - Cold receptors: 0.2 mm (Dhaka, Earley, Watson, & Patapoutian, 2008)
  - Warm receptors: 0.5 mm (Lv & Liu, 2007)
- The detection time of the warm receptors is slower than the cold receptors (Lv & Liu, 2007)
- The amplitude of the polarisation is the same for any stimuli, the information is coded by the number of polarisation peaks per unit of time (frequency)
- Change in temperature causes a high firing frequency (Kenshalo et al., 1968; Lv & Liu, 2007; Schepers & Ringkamp, 2010). Later, the neuron comes back to a steady level; so, thermoreceptors adapt to long lasting stimuli (Hensel & Zotterman, 1951)

Diagram of the thermoreceptors in the skin. Note that on average hot receptors are found deeper in the skin



Drew by Mario Martínez Cepa

---

---

---

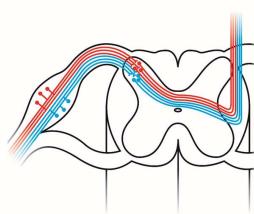
---

---

---

### CENTRAL NERVOUS SYSTEM LEVEL (I)

- The separation observed at the skin level is kept in the spinal cord and even neurons arrive separately to the thalamus (labelled-line) (Craig, 2002; 2003; Craig & Dostrovsky, 2001)
- Diagram of primary afferent neurons carrying hot and cold temperature information to the spinal cord. Note that hot and cold innocuous information travels in separated fibres; whereas hot and cold noxious information can be transmitted in the same primary afferent



Drew by Mario Martínez Cepa

---

---

---

---

---

---

### CENTRAL NERVOUS SYSTEM LEVEL (II)

- It has been observed other areas are activated by external temperature: the hypothalamus, the insular cortex, the anterior cingulate cortex and the orbitofrontal cortex. Each area is involved in different **mental** processes and **behavioural** responses. For example, the hypothalamus among other functions is the chief centre for thermogenesis and the orbitofrontal cortex is linked with abstract thinking

---

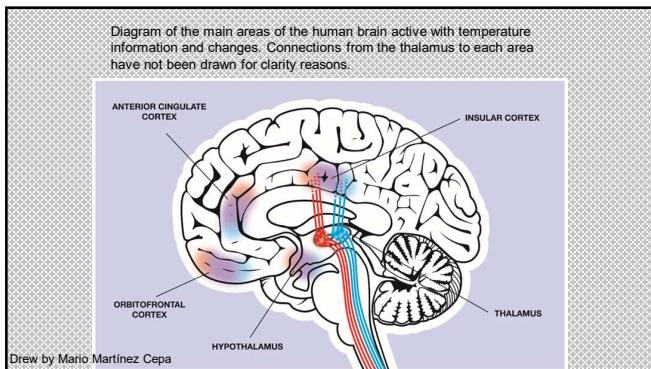
---

---

---

---

---



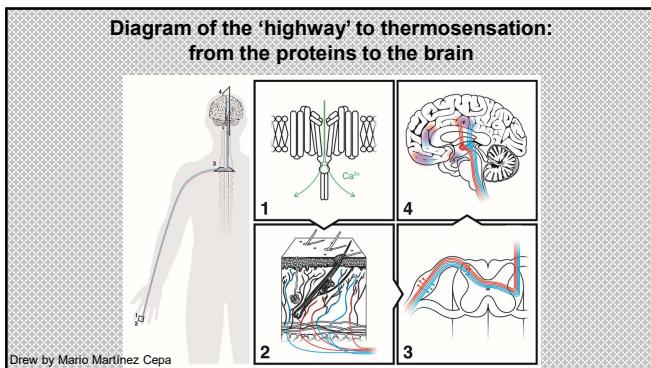

---

---

---

---

---



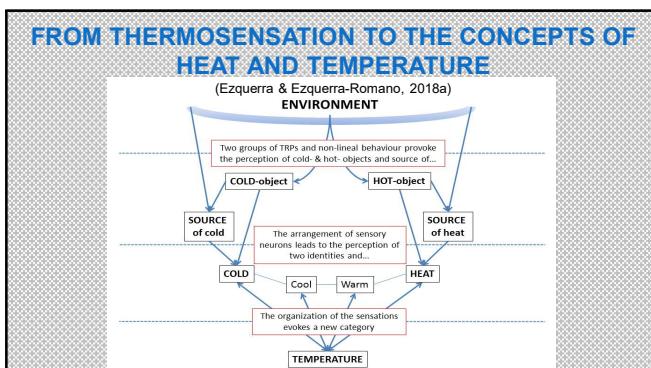

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

## AMPLIANDO...

- Estamos analizando otras magnitudes (velocidad, aceleración, fuerza, presión...) y otros sistemas sensores (vista, oído, vestibular, propioceptivo...) y las emociones ligadas a estos procesos (Federico Agen, Ph. D.)
- Los resultados preliminares indican que deberíamos considerar la estructura y el modo de funcionar de nuestros sentidos como origen de las concepciones de estas magnitudes

### PENSAMOS COMO SOMOS, COMO FISIOLÓGICAMENTE SOMOS

(Ezquerra & Ezquerra-Romano, 2018a)

---



---



---



---

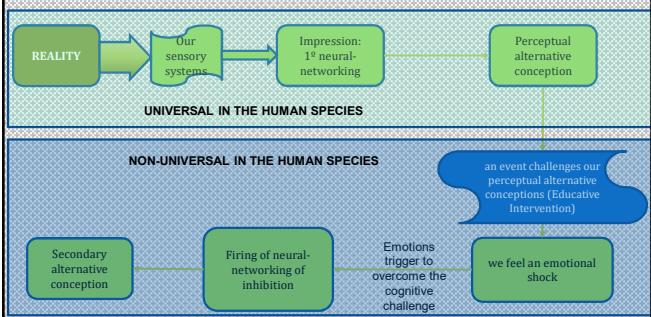


---



---

## HYPOTHESIS SCHEME




---



---



---



---

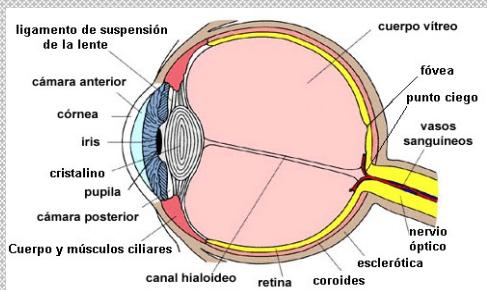


---



---

## CÓMO PERCIBIMOS... CÓMO VEMOS




---



---



---



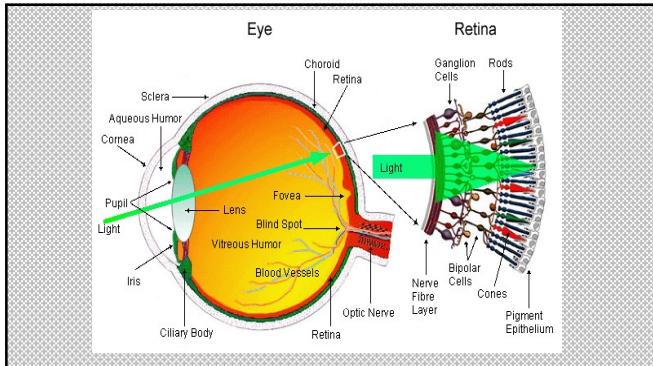
---



---



---



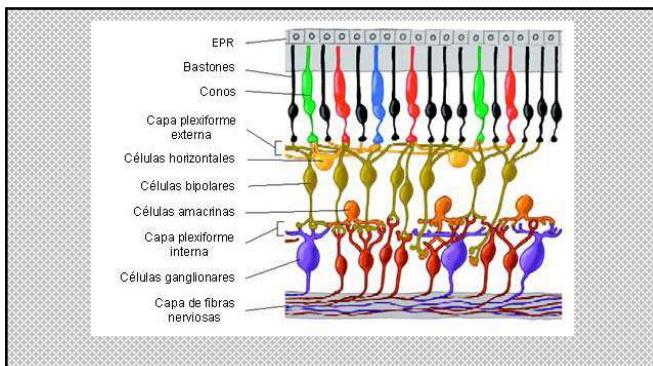

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

## ESTRUCTURA DE LA RETINA

- **Fibras del nervio óptico.** Transmisión de la señal
- **Capas de selección:** capa plexiforme externa, células horizontales, células bipolares, células amacrinas, capa plexiforme interna y células ganglionares
- **Nivel de detección:** Bastones y conos
- Bastones: 130 millones/retina. Detectan la presencia (o ausencia) de fotones con independencia de la longitud de onda de la luz.
- Conos: 6,5 millones/retina. Detectan el color. Hay 3 tipos diferentes de fotoquímicos:
  - Red (erythrolobe)- 74% - 558 nm
  - Green (chlorolobe)- 10% - 531 nm
  - Blue (cyanolobe)- 16% - 420 nm

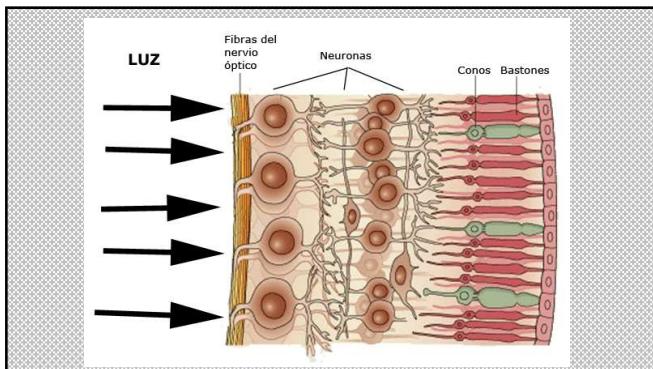
---

---

---

---

---



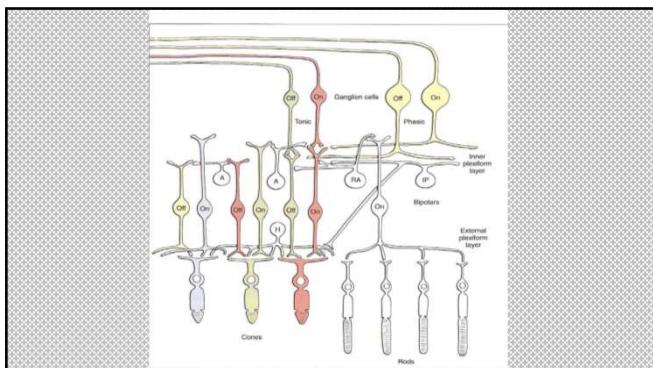
---

---

---

---

---



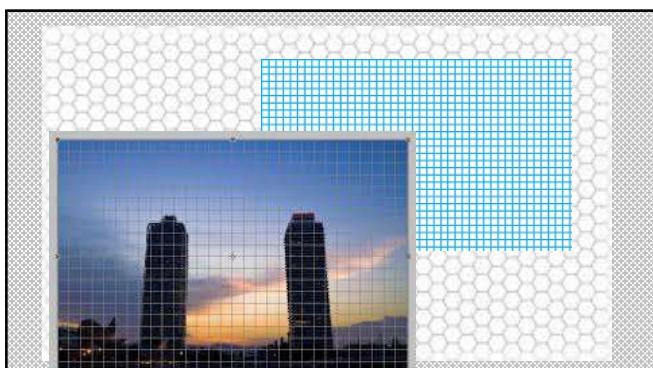
---

---

---

---

---



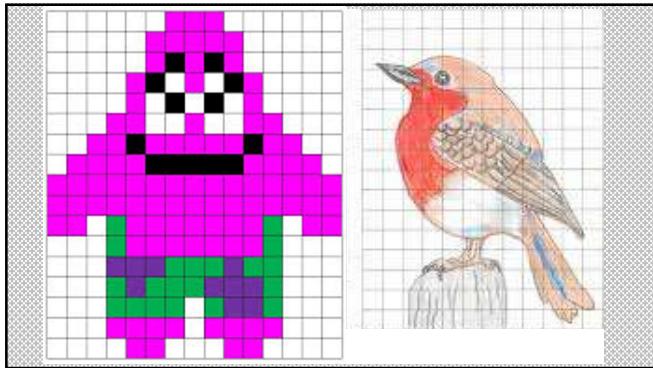
---

---

---

---

---



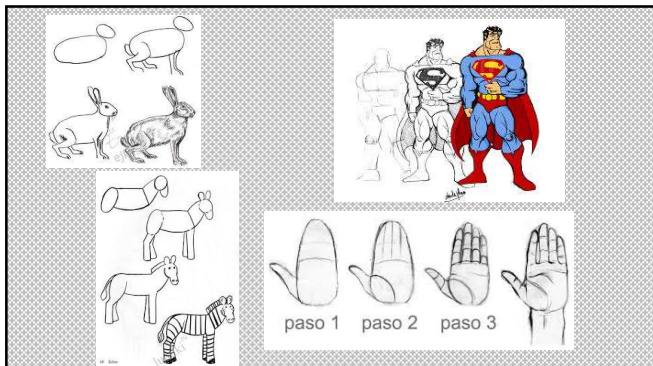

---

---

---

---

---



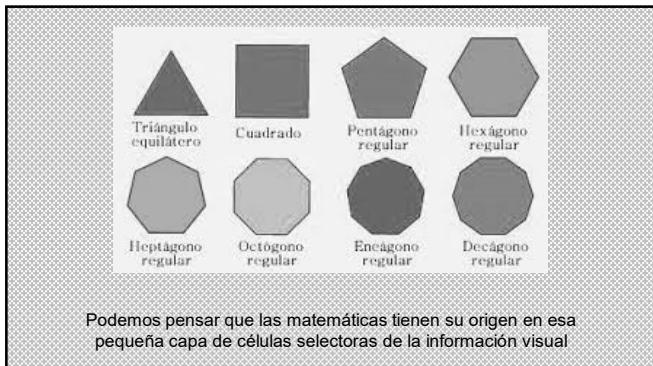

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

## A MODO DE ESQUEMA

- SOBRE LAS CIENCIAS DEL PENSAR
- ALGO SOBRE CONCEPCIONES ALTERNATIVAS
- BASES NEUROFISIOLÓGICAS DE ALGUNAS CONCEPCIONES ALTERNATIVAS
- USANDO ESTOS AVANCES EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO
- UNIENDO PENSAMIENTO, NEUROCIENCIA Y PROFESORADO

---



---



---



---



---



---

## USANDO ESTOS AVANCES EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO



**Entender el origen de las concepciones  
alternativas alejar la sensación de  
frustración y fracaso profesional**

---



---



---



---



---



---

## DE LAS OBSERVACIONES DE AULA...

Los docentes hemos observado, y seguimos observando, que los alumnos tienden a dar las mismas explicaciones erróneas en los mismos tópicos

- ¿Por qué se producen?
- ¿Cómo debemos o podemos actuar ante este fenómeno?

---



---



---



---



---



---

## USING NEUROSCIENCE EVIDENCE TO TRAIN PRE-SERVICE PHYSICS TEACHERS ON THE CONCEPTS OF HEAT AND COLD

(Ezquerro & Ezquerro-Romano, 2018b)

- Los profesores noveles plantean propuestas cercanas a la disciplina más que a las necesidades de sus estudiantes (Haefner and Zembal-Saul, 2004)
- Hay que proponer al profesorado problemas profesionales para buscar su metacognición (Crawford & Capps, 2018)
- La realización de UD es un ejemplo (Martínez-Aznar, Varela, Ezquerro & Sotres, 2013) que llevamos aplicando dentro del MFPS de la UCM
- En el curso 16-17 con un total de 36 estudiantes organizados en 6 grupos se propuso la realización de 4 UD sobre el tópico "Calor y Temperatura"...

Ezquerro & Ezquerro-Romano, 2019)

---



---



---



---



---



---



---

## SEQUENCE OF INCORPORATION OF ALTERNATIVE CONCEPTION AND NEUROSCIENCE CONTENTS THROUGHOUT THE PROPOSALS

Units of information of AC and NS found in each section and proposal

	Introduction	Objectives	Contents	Activities	Evaluation
Total groups Proposal 1	2 groups, AC --	-- --	-- --	1 group, AC --	1 group, AC --
Total groups Proposal 2	5 groups, AC --	1 group, AC --	-- --	3 groups, AC --	1 group, AC --
Total groups Proposal 3	6 groups, AC 6 groups, NS	1 group, AC --	1 group, AC 1 group, NS	5 groups, AC 2 groups, NS	-- --
Total groups Proposal 4	6 groups, AC 6 groups, NS	5 groups, AC 4 groups, NS	2 groups, AC 3 groups, NS	6 groups, AC 3 groups, NS	3 groups, AC 3 groups, NS

---



---



---



---



---



---



---

## EVOLUTION OF FUTURE TEACHERS' PROPOSALS THROUGHOUT THE COURSE

Sequence of incorporation of alternative conceptions throughout the proposals.  
Introduction (I), Objective (O), Contents (C), Activities (A) and Evaluation Criteria (E).

Groups	Proposal 1	Proposal 2	Proposal 3	Proposal 4	Sequence of incorporation
G1	IA	IA	IAOE	IAOE	
G2	I	IAOE	IAOC	IAOEC	<b>IAOEC</b>
G3	I	IA	IAO	IAO	
G4	AE	AI	AIEOC	AIEOC	
G5		I	IA	IA	
G6	I	I	IA	IAO	IAO

---



---



---



---



---



---



---

## ¿QUÉ GANAMOS EN NUESTRA PROFESIÓN?



- Disponer de una guía para aprender sobre Física, Química, Biología, Geología, Matemáticas....
- El conocimiento sobre cómo se comportan y evolucionan las ideas de los alumnos profesionaliza el trabajo de los profesores

**Alejar la sensación de frustración y fracaso profesional al entender la evolución y el ritmo de cambio de las concepciones alternativas**

(Ezquerre & Ezquerra-Romano, 2018b)

---

---

---

---

---

---

---

## UNIENDO PENSAMIENTO, NEUROCIENCIA Y PROFESORADO



**A modo de resumen, reflexión y aplicación de todo esto**

---

---

---

---

---

---

---

## NEUROCIENCIA Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

- Estamos al principio de este nuevo enfoque y de sus consecuencias
- Parece que estos avances sitúan algunas explicaciones didácticas en términos observables y basados en la fisiología del cuerpo humano
- Queda mucho trabajo empírico por hacer, pero ahora empezamos a saber hacia dónde mirar
- Debemos diseñar experimentos que nos permitan comprobar las vinculaciones entre nuestras concepciones alternativas (cognitive level) y nuestra forma de percibir el entorno (physiological level)

---

---

---

---

---

---

---

## ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y NEUROSCIENCIA

- Estos avances nos deben hacer más precisos en nuestras acciones educativas
- **Hay que diseñar actividades**
  - Que recojan cómo percibimos
  - Que integren las percepciones con los datos expresados en términos de magnitudes y medidas
  - Que apliquen cómo se perciben los conceptos a situaciones reales
- Hay que formar al profesorado en estas cuestiones

---



---



---



---



---



---



---

## ALGO DE TERNURA PARA ACABAR

En 1.978 se descubrieron en Montana, EE.UU., nidos de dinosaurio por Marion Brandvold.....




---



---



---



---



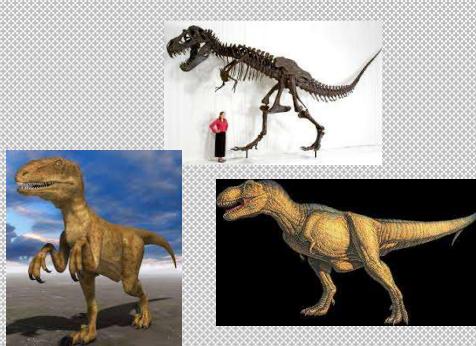
---



---



---




---



---



---



---



---



---



---

## RECORDANDO LAS PRIMERAS OBSERVACIONES DE AULA...

- Los docentes han observado, y siguen observando, que sus alumnos tienden a dar las mismas explicaciones erróneas sobre los mismos tópicos
- Nuestras ideas:
  - ¿Alguien ha observado este hecho?
  - ¿Por qué se produce?
  - ¿Cómo procedemos ante este fenómeno?

---



---



---



---



---



---

## CONCEPCIONES ALTERNATIVAS: UNIENDO PENSAMIENTO, CIENCIA, PROFESORADO Y TERNURA

**MUCHAS GRACIAS  
POR SU ATENCIÓN**



Angel Ezquerro  
 Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales,  
 Sociales y Matemáticas  
 Universidad Complutense de Madrid

---



---



---



---



---



---

- Bernoncini, C., & Viana, F. (2008). Hypothetical correspondence between activation of TRPV-channels, body surface temperature and evoked sensations. Molecular and cellular neurobiology, 28(1), 1-14.
- Caterina, M., Rosen, T.A., Smithgård, M., Brake, A.J., & Julius, D. (1999). A capsaicin receptor homologue with a high threshold for noxious heat. *Nature*, 399(6761), 438-441.
- Chappelle, E.L., & Koballa, Jr., T.R. (2000). *Science Instruction in the Middle and Secondary Schools*. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Merrill Prentice Hall.
- Gho, M.H., Kahn, J.-B., & Nordlund, F.H. (1985). An investigation of high school biology textbooks as sources of misconceptions and difficulties in genetics and some suggestions for teaching practice. *Science Education*, 69(5), 707-716.
- Clement, J. (2008). The role of explanatory models in learning for conceptual change. *International handbook of research on conceptual change* (pp. 417-452). New York: Routledge.
- Cleir, D., & Rutherford, M. (2000). Language as a confounding variable in the diagnosis of misconceptions. *International Journal of Science Education*, 22(7), 709-717.
- Craig, A. (2003). A new view of pain as a homeostatic emotion. *Trends in Neurosciences*, 26(6), 303-307.
- Craig, A. D. (2002). How do you feel? Perception: The sense of the physiological condition of the body. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(8), 655-666.
- Craig, A. D., & Draycott, J. O. (2001). Differential projections of thermoreceptive and nociceptive somatosensory trigeminal and spinthalamic neurons in the cat. *Journal of Neurophysiology*, 86(2), 856-870.
- Crawford, B., and D. Capra. (2018). In J. Doh, Z. Mevarich, and D. Baker (Eds.) *Cognition, metacognition, and culture in STEM education*. (New York: Springer) 9-22.
- Dileio, A., Esteban, T. J., Hristan, J., & Petrusca, A. (2008). Visualizing cold spots: TRPM8-expressing sensory neurons and their projections. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 28(3), 576-579.
- DiSessa, A. A. (1983). Towards an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 1(2 & 3), 105-225.
- Donovan, J., & Verma, G. (2002). Exploring the influence of the mass media on primary students' conceptual understanding of genetics. *Educator*, 3-13, 4011, 79-89.
- Doupe, M., & Gambardella, L. M. (1997). Ant colonies for the travelling salesman problem: biosystems, 43(2), 73-81.
- Driver, R. (1985). Children's ideas in science. McGraw-Hill Education (UK).
- Driver, R. (1989). Student conception and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11(6), 481-490.
- Driver, R., & Easterby, J. (1976). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Driver, R., & Erickson, G. (1983). Theories in action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10 (1), 37-60.

---



---



---



---



---

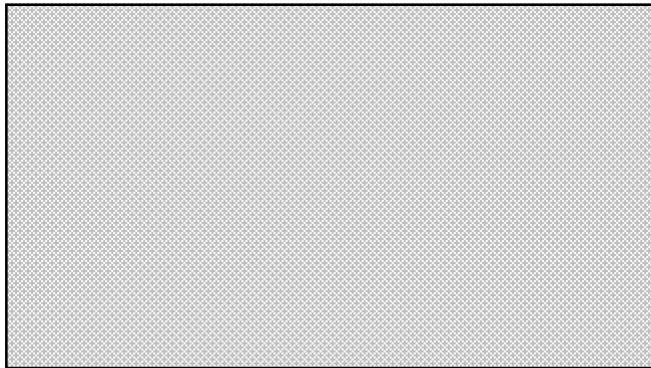


---

<p>Esquerre, A. &amp; Esquerre-Romano, I. (2018). Using Neuroscientific Evidence to Train Pre-service Physics Teachers on the Concepts of Heat and Cold. In the GIREP-MPTL conference 2016. Research and Innovation in Physics Education: two sides of the same coin, 9th-11th July 2016, San Sebastián – Spain. En: <a href="https://www.girep2016.com/content/sites/files/abstracts/reviewauthor/11_ztsr_cen_v1.pdf">https://www.girep2016.com/content/sites/files/abstracts/reviewauthor/11_ztsr_cen_v1.pdf</a></p> <p>Esquerre, A. &amp; Esquerre-Romano, I. (2018). From Thermosensation to the Concepts of Heat and Temperature: A Possible Neuroscientific Component. <i>EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education</i>, 14, 12.</p> <p>Esquerre-Romano, I. &amp; Esquerre, A. (2017). Highway to thermosensation: a traced review, from the proteins to the brain. <i>Reviews in the Neurosciences</i>, 28(1), 45–57.</p> <p>Fox, J. M. B., Potan, P., Ropel, M., &amp; Masson, S. (2016). Is inhibition involved in overcoming a common physics misconception in mechanics? <i>Trends in Neuroscience and Education</i>, 4(1), 26–38.</p> <p>Glovatov, T., Griffin, D., &amp; Kahneman, D. (Eds.). (2002). <i>Heuristics and biases: The psychology of intuitive judgment</i>. Cambridge University Press.</p> <p>Gonen, S. (2008). A study on student teachers' misconceptions and scientifically acceptable conceptions about mass and gravity. <i>Journal of Science Education and Technology</i>, 17(1), 70–81.</p> <p>Hessell, H., &amp; Zoherman, Y. (1951). The response of the cold receptors to constant cooling. <i>Acta Physiological Scandinavica</i>, 22(2-3), 96–105.</p> <p>Hilgard, E. B., &amp; Wilson, E. O. (1999). <i>The arts</i>. Harvard University Press.</p> <p>Jiménez-Llopis, M. R., Vilaseca, L. H., &amp; Lapetina, J. (2010). Oficinas para utilizar las nociones científicas de la premisa en el aula de ciencias. <i>Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias</i>, 7(1), 107–126.</p> <p>Kenshulao, D. R., Holmes, C. E., &amp; Wood, P. B. (1998). Warm and cool thresholds as a function of rate of stimulus temperature change. <i>Perception &amp; Psychophysics</i>, 60(2), 81–84.</p> <p>King, C. J. H. (2010). An analysis of misconceptions in science textbooks. <i>Earth science in England and Wales. International Journal of Science Education</i>, 22(5), 569–601.</p> <p>Kubatoff, J. R., Holycross, K. J., &amp; Li, H. (2017). Intuitive physics: Current research and controversies. <i>Trends in Cognitive Sciences</i>, 21(10), 749–759.</p> <p>Lodderman, N. G. (1992). Students and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. <i>Journal of Research in Science Teaching</i>, 29, 331–359.</p> <p>Lee, H. M., Cho, C. K., Yam, M. H., &amp; Lee, M. W. (1998). Development of a temperature control procedure for a room air-conditioner using the concept of just noticeable difference (JND) of thermal sensation. <i>International Journal of Industrial Ergonomics</i>, 22(3), 207–216.</p>
--

<p>Lewis, E. L. and Linn, M. C. (1994). Heat, energy and temperature concepts of adolescents, adults and experts: Implications for curricular improvements. <i>Journal Research in Science Teaching</i>, 31, 657-677.</p> <p>Li, Y. &amp; Liu, J. (2017). Effect of transient temperature on thermoreceptor response and thermal sensation. <i>Building and Environment</i>, 42(2), 859-864.</p> <p>Marey, J., &amp; Esquerre, V. (2010). The role of intuitive heuristics in students' thinking: Ranking chemical substances. <i>Science Education</i>, 94(6), 993-994.</p> <p>Marey, J., &amp; Esquerre, V. (2013). Making predictions about chemical reactions: Assumptions and heuristics. <i>Journal of Research in Science Teaching</i>, 50(6), 748-767.</p> <p>Martínez-Aznar, M.-M., Varela, P., Esquerre, A., &amp; Sotres, F. (2013). Las Unidades Didácticas escolares: basadas en competencias, como se estructuran de la Didáctica de la Física y Didáctica de la Química para la formación inicial de profesores de secundaria. <i>Revista Eureka sobre enseñanza y Divulgación de las Ciencias</i>, 618-629.</p> <p>Masson, S., Potan, P., Ropel, M., &amp; Frey, L. M. B. (2014). Differences in brain activation between novices and experts in science during a task involving a common misconception in electricity. <i>Mind, Brain, and Education</i>, 8(1), 44-55.</p> <p>McCluskey, M., Caramazza, A., &amp; Gever, B. (1989). Circular motion in the absence of external forces: Naïve beliefs about the motion of objects. <i>Science</i>, 249(4947), 1138-1141.</p> <p>Morgan, E. D. (2009). Trail phenomena of art. <i>Physiological anthropology</i>, 34(1), 1-17.</p> <p>Nagy, I. and Rang, H. (1999). Noxious heat activates all capsaicin-sensitive and also a sub-population of capsaicin-insensitive dorsal root ganglion neurons. <i>Neuroscience</i>, 88, 995-997.</p> <p>Neherian, N. J. (2002). The cognitive basis of model-based reasoning in science. In P. Carruthers, S. Stich, &amp; M. Siegal (Eds.), <i>The cognitive basis of science</i> (pp. 133 - 153). Cambridge, England: Cambridge University Press.</p> <p>Neherian, N. J. (2006). Mental modeling in conceptual change. In S. Vosniadou (Ed.), <i>International handbook of research in conceptual change</i> (pp. 391 - 416). New York: Routledge.</p> <p>Norman, D. A. (1983). Some observations on mental models. In D. Gentner &amp; A. L. Stevens (Eds.), <i>Mental models</i>. Hillsdale, NJ: Erlbaum.</p> <p>Patacoulou, A., Peter, A. M., Story, G. M., and Viswanath, V. (2003). ThermoTRP channels and beyond: mechanisms of temperature sensation. <i>Nat. Rev. Neurosci.</i> 4, 529-539.</p>
---

<p>Península-Palacio, F. J. (2008). USO Y ABUSO DE LA IMAGEN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS. <i>ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS</i>, 26(1), 13-30.</p> <p>Pic, C., &amp; Pic, A. (2011). ¿Qué estamos enseñando con los libros de texto? La electricidad y la mecánica de Tecnología en 3º ESO. <i>Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias</i>, 6(2), 149-170.</p> <p>Piaget, J. (2007). The child's conception of the world (Vol. 21). Rowman &amp; Littlefield (first edition 1928, reedition 1961).</p> <p>Schepers, R. J., and Ringkamp, M. (2010). Thermoreceptors and thermosensitive afferents. <i>Neurosci. Biobehav. Rev.</i> 34, 177-194.</p> <p>Schleicher, H. R. (2012). On discerning critical elements, relationships and shifts in attaining scientific terms: The challenge of polysemic/homonymy and reference. <i>Science &amp; Education</i>, 21(1), 55-85.</p> <p>Schneider, V. (2002). Minimizing misconceptions. <i>The Disease Teacher</i>, 69(6), 46.</p> <p>Schneider, V. (2010). A cross-college age study about physics students' conceptions of force in pre-service training for high school teachers. <i>Physics Education</i>, 45, 22.</p> <p>Viola, T., Stevens, K., Osvath, G., and Nelles, B. (2005). Sensing with TRP channels. <i>Nat. Chem. Biol.</i> 1, 85-92.</p> <p>Vosniadou, S. (1994). Catching and modeling the process of conceptual change. <i>Learning and instruction</i>, 4(1), 45-62.</p> <p>Vosniadou, S. (2009). The framework theory approach to the problem of conceptual change. In <i>International handbook of research on conceptual change</i> (pp. 31-62). Routledge.</p> <p>Weed, J. (2004). <i>The Game of Science Education</i>. Boston: Pearson.</p> <p>Wernig, C. J. (2006). Dealing more effectively with alternative conceptions in science. <i>Journal of Physical Teacher Education Online</i>, 5(1), 11-19.</p> <p>Wilson, E. O., &amp; Hölldobler, B. (2009). <i>The Superorganism: The Beauty, Elegance, and Strangeness of Insect Societies</i>. Harvard University Press.</p>
---




---



---



---



---



---



---

## UBICACIÓN O FUNCIÓN...

PENSAR (inteligencia), entendido como capacidad de ofrecer respuestas adaptadas y eficientes, parece no tener una ubicación espacial concreta

### PROCEDIMIENTO:

- de recogida y troquelado de elementos de la realidad
- de manejo de las interacciones entre los factores detectados
- de respuesta y análisis

---



---



---



---



---



---

## Una idea, muchos nombres

- Alternative framework concept was first introduced by Driver and Easley (1978)
- Alternative conception (Hewson, 1981; Cubero, 1988; Champagne, Gustone y Klopfen, 1993)
- Misconceptions (Novick & Menis, 1976; Helm ,1980)
- Commonsense concepts (Halloun & Hestenes, 1985)
- Preconceptions (Novak, 1977)
- Children's science (Gilbert, Osborne & Fensham, 1982)
- Prior conceptions (Posner et al., 1982)
- Incidental knowledge, misunderstandings, student's ideas, alternative ideas, previous ideas, prior conceptions, erroneous concepts, erroneous ideas, mistakes, and so on (Caramazza, McCloskey y Green, 1981; Osborne, Bell y Gilbert ,1983)

---



---



---



---



---



---

## Una idea, muchos nombres (en español)

- Preconceptos, supersticiones, creencias infundadas, conocimiento incidental (Carrascosa y Gil 1987)
- Ideas previas (Hierrezuelo y Montero, 1989)
- Concepciones espontáneas (Pozo y Carretero, 1987)




---

---

---

---

---

---

## Las ideas previas en el aula

- Es importante procurar que los estudiantes tomen conciencia de sus ideas previas para que puedan reflexionar sobre ellas
- Es importante que el alumnado se involucre en el proceso de construcción conceptual
- Es conveniente llevar a cabo experimentos e interrogar a los estudiantes acerca de sus interpretaciones para percatarse de la persistencia o modificación de sus ideas y apoyar su construcción conceptual




---

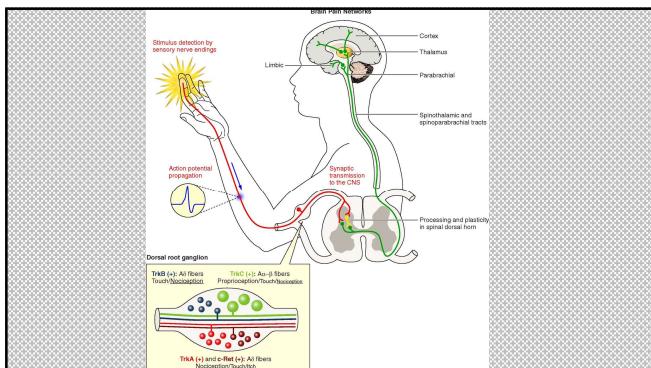
---

---

---

---

---




---

---

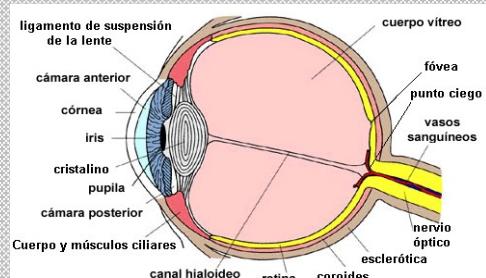
---

---

---

---

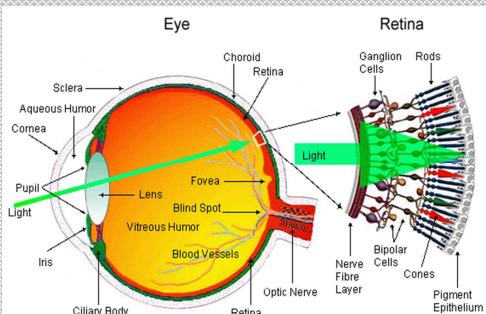
## CÓMO PERCIBIMOS... CÓMO VEMOS

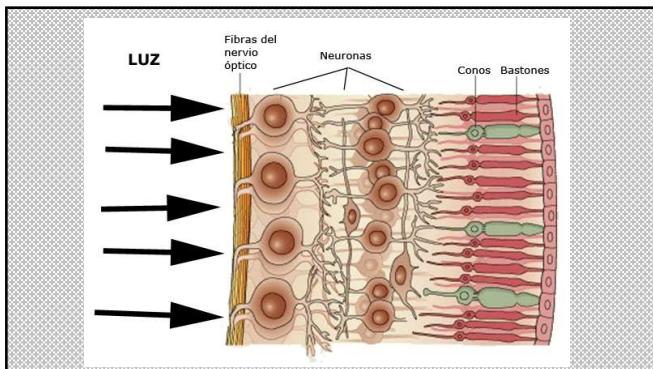


## ESTRUCTURA DE LA RETINA

- **Fibras del nervio óptico.** Transmisión de la señal
- **Capas de selección:** capa plexiforme externa, células horizontales, células bipolares, células amacrianas, capa plexiforme interna y células ganglionares
- **Nivel de detección:** Bastones y conos
  - Bastones: 130 millones/retina. Detectan la presencia (o ausencia) de fotones con independencia de la longitud de onda de la luz.
  - Conos: 6,5 millones/retina. Detectan el color. Hay 3 tipos diferentes de fotoquímicos:
    - Red (erythrolobe)- 74% - 558 nm
    - Green (chlorolobe)- 10% - 531 nm
    - Blue (cyanolobe)- 16% - 420 nm

## PERCIBIMOS... CÓMO VEMOS






---



---



---



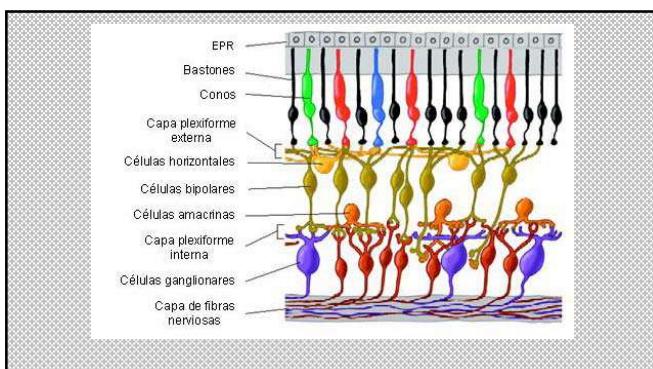
---



---



---




---



---



---



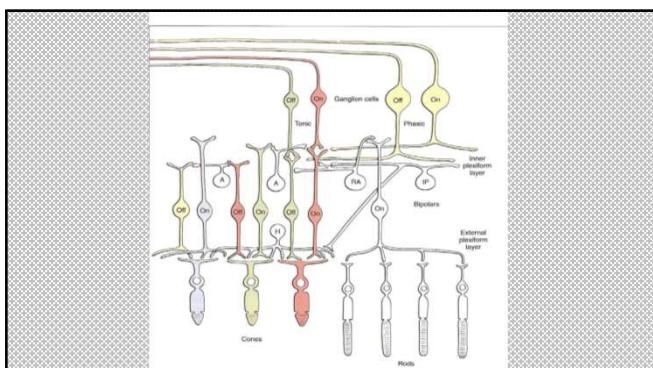
---



---



---




---



---



---



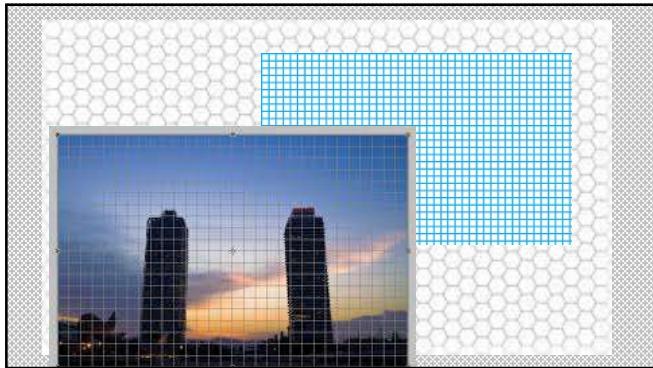
---



---



---



---

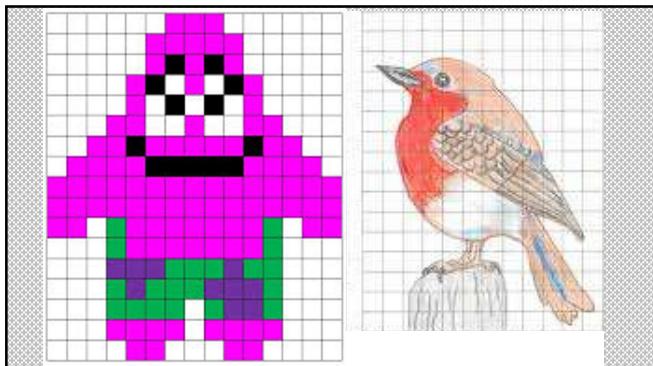
---

---

---

---

---



---

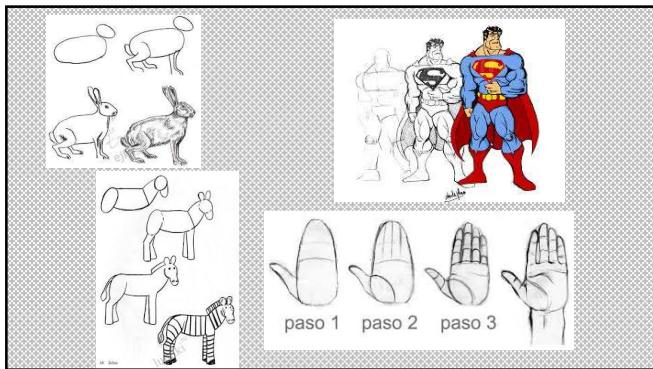
---

---

---

---

---



---

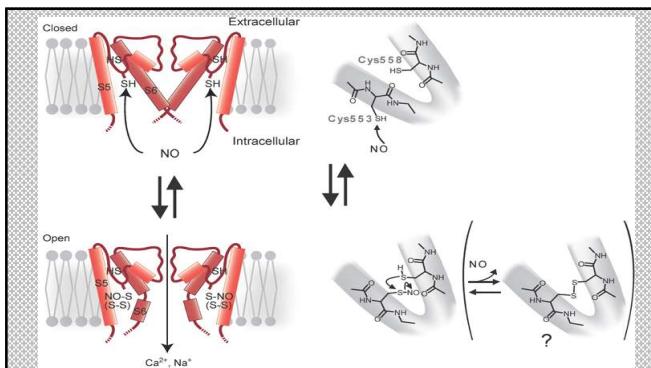
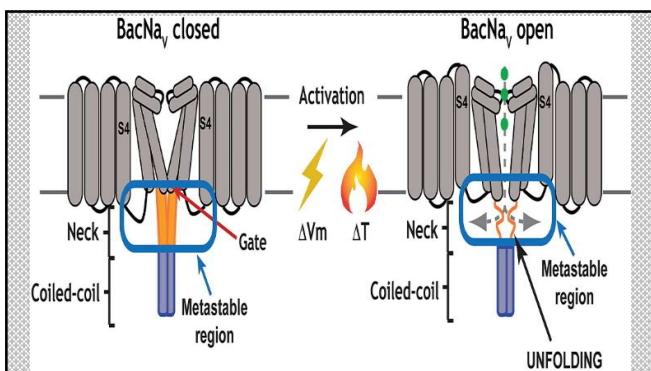
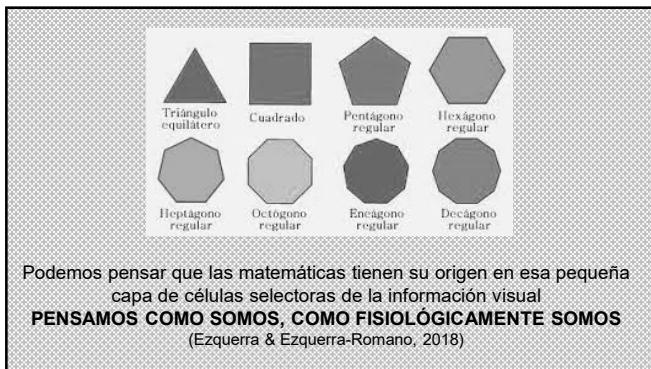
---

---

---

---

---



## ALGO DE TERNURA PARA ACABAR

En 1.978 se descubrieron en Montana, EE.UU., nidos de dinosaurio por Marion Brandvold.....



---

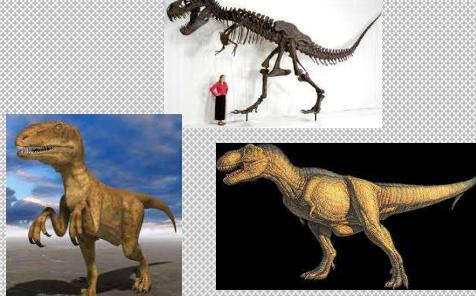
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---