

# O DESENVOLVEMENTO DA COMPETENCIA CIENTÍFICA EN SECUNDARIA A TRAVÉS DUNHA ACTIVIDADE DE GAMIFICACIÓN

**SILVA VICENTE, MÓNICA**

monica.silva.vicente00@gmail.com

## Resumo

As actividades de gamificación son unha boa oportunidade para traballar a competencia científica en secundaria en materias como bioloxía. Na presente investigación deséñase unha proposta didáctica que se pon en práctica en dúas clases de 4º da ESO cos obxectivos de identificar as ideas que teñen os alumnos, así como o interese que teñen sobre temas de xenética antes e despois de realizar unha proposta de gamificación. Os resultados mostran que a proposta xerou interese na actividade en si e nas aplicacións da xenética, facendo que os participantes se involucrasen na mesma mellorando as súas ideas sobre conceptos de xenética, traballando a argumentación e cambiando a súa perspectiva sobre a ciencia.

**Palabras clave:** Xenética, gamificación, CTS, competencia científica

## 1. Introducción

A gamificación pode ser utilizada como recurso educativo para abordar as dificultades da xenética na aula. Espertando a motivación dos estudante mediante dinámicas de xogo, facilítase a adquisición de coñecementos conceptuais, procedimentais e atitudinais. A presente investigación cualitativa, a través dun estudo de caso, explora como unha actividade de gamificación impacta no interese, na capacidade de argumentación e nas opinión dos estudantes sobre a ciencia e as súas utilidades.

## 2. Obxectivos da investigación

O principal obxectivo da investigación é establecer a relación entre as emocións, o interese, as ideas previas e as actividades de gamificación, en concreto no campo da xenética, como estratexia de aprendizaxe para 4º da ESO. Establécense 3 obxectivos específicos:

1. Diseñar unha proposta didáctica que mellore a competencia científica no campo da xenética mediante o uso de datos, a argumentación e a aplicación de coñecementos para a toma de decisións en situacións reais.

2. Identificar que ideas teñen os estudantes sobre conceptos e as súas relacións en temas de xenética e se estas cambian tras realizar a proposta.
3. Identificar o interese que presentan os estudantes sobre diferentes temas relacionados coa xenética e as súas aplicacións, e se este interese aumenta tras realizar a actividade.

### 3. Marco teórico

#### 3.1. A importancia da alfabetización científica para a toma de decisións

A alfabetización científica é crucial para formar futuros cidadáns capaces de tomar decisións fundamentadas, segundo Gil Pérez e Vilches (2005). Os estudos PISA definen a alfabetización científica como o uso do coñecemento científico para abordar problemas e decisións (OECD, 2000). Esta habilidade permite aplicar a ciencia a problemas locais e globais sen especialización (Rosales Sánchez, Rodríguez Ortega e Romero Ariza, 2020). A alfabetización busca proporcionar unha cultura científica, desenvolvendo habilidades para avaliar probas e tomar decisións con perspectivas amplas (Millar, Osborne e Nott, 1998). Polo tanto, destácase a necesidade de niveis de coñecemento accesibles para a participación cidadá (Gil Pérez e Vilches, 2004, 2005). En educación secundaria, os profesores de bioloxía deben fomentar a alfabetización, especialmente en xenética, dada a súa crecente relevancia económica, ética e social (Gator, 1992; Smith e Sims, 1992), capacitando aos estudantes para debater e decidir nun campo en constante expansión (Gil Pérez e Vilches, 2005).

##### 3.1.1 Do currículo oficial á aula

A xenética, recollida no currículo da ESO segundo a LOMLOE e a LOMCE, resulta esencial para a alfabetización científica cidadá (Gator, 1992). O seu ensino debe abordar as dificultades de aprendizaxe e centrarse na resolución de problemas reais, promovendo unha aprendizaxe significativa máis alá da memorización (Ayuso e Banet Hernández, 2002). A metodoloxía de investigación, que inclúe identificar problemas, establecer hipótese, buscar probas, analizar resultados e extraer conclusións, posibilita traballar aspectos conceptuais, procedementais e actitudinais (Martínez-Chico, 2013). Este enfoque, ademais de contribuir ó desenvolvemento da competencia científica, fomenta a autonomía e a comunicación na aprendizaxe (Cañas Cortázar e Niedo Oterino, 2013; Perais Palacio, 1998).

##### 3.1.2 A gamificación como recurso educativo na aula

A gamificación destaca como unha estratexia efectiva na aula, aumentando o interese e a motivación dos estudantes no ensino de xenética, a pesar da súa complexidade (Rouissi et al., 2020). Ao vincular os contidos científicos con situacións cotiás e utilitarias, lograse unha conexión máis significativa e aprotéase a motivación intrínseca dos estudantes (Concello e Banet, 2002; Sanmarti Puig e Márquez Bargalló, 2017; King, 2016). A gamificación, ao integrar elementos de xogo e resolver problemas, fomenta unha aprendizaxe autónoma e significativa (Borrás Xené, 2015; Rouissi et al., 2020).

Ademais, busca fomentar a valoración das contribucións científicas, a curiosidade e o traballo en equipo entre os estudantes (Martínez Aznar e Ibáñez Orcajo, 2007). Neste marco, a gamificación contribúe tamén a concienciar sobre a importancia da competencia científica (Martínez Aznar e Ibáñez Orcajo, 2007)

#### 3.2. Dificultades da aprendizaxe da xenética

O ensino de xenética na educación secundaria enfrenta desafíos como os problemas de resolución mecánica sen conexión coa vida diaria, os conceptos erróneos arraigados na información cotiá e

as dificultades na relación entre conceptos (Banet Hernández e Concello, 1995; Abril Galego, 2010). As ideas preconcebidas e o uso coloquial de termos xenéticos contribúen a que a xenética siga resultando complexa e abstracta para os estudantes (Caballero Armenta, 2008). Ademais, tamén resulta complexo visualizar elementos a nivel microscópico e comprender os procesos xenéticos. (Golan e Reiser, 2007). Superar estas dificultades non só facilita a comprensión xenética, senón que tamén promove unha apreciación máis profunda da ciencia e a súa importancia na toma de decisións (Abril Galego, 2010; Oliva Ponte, 2013).

#### **4. Metodoloxía**

Na presente investigación utilizouse unha metodoloxía mixta, baseándose nun estudo de caso que investiga o que ocorre na aula apoiado por unha serie de datos numéricos. Segundo Bagur e Verger (2021), a combinación de métodos cualitativos e cuantitativos enriquece unha investigación ao reflectir unha visión máis global e integrativa do que sucede na aula.

Neste caso levouse a cabo unha recollida de datos formal dun único caso, concretamente dun só grupo de estudantes. Dos suxeitos participantes recolleuse unha gran cantidade de información tanto obxectiva como subxectiva, utilizando producións escritas e rexistros anecdóticos recollidos pola investigadora.

##### **4.1. Contexto e participantes**

A investigación levouse a cabo con 26 estudantes de 4º da ESO (15-16 anos) dun centro público do interior da provincia de Pontevedra. Todos os estudantes participantes escolleron o itinerario de ciencias no curso correspondente. En concreto, seleccionaron cursar a materia de Bioloxía e Xeoloxía. O grupo de 26 procedían de dúas clases diferentes con profesoras de Bioloxía e Xeoloxía tamén distintas, cada unha coa súa propia metodoloxía. Para a investigación xuntouse ao alumnado das dúas clases nun único grupo, realizando a proposta tódolos participantes á vez.

##### **4.2. Procedemento**

A metodoloxía centrouse no deseño dunha proposta didáctica baseada na gamificación para abordar o tema de xenética en 4º da ESO. Realizouse un pretest para identificar ideas preconcebidas e opinións iniciais. A actividade de gamificación implicou o uso de pegadas de ADN na resolución de delitos, cos estudantes asumindo roles de investigadores. Introduciuse unha breve explicación teórica e dividiuse aos estudantes en equipos, presentándolles a escena do crime. Os equipos seguiron instrucións e utilizaron elementos gráficos para avanzar no xogo. A actividade concluíu cando un equipo resolveu o crime. Finalmente, realizouse un postest igual ao pretest para avaliar a evolución das respostas despois da actividade.

Este enfoque metodolóxico aliñouse coa estratexia do uso da gamificación, buscando contextualizar a xenética en situacións da vida cotiá para aumentar o interese e mellorar a competencia e alfabetización científica dos estudantes.

##### **4.3. Instrumentos de recollida de datos**

A recompilación de datos realizouse a través de producións escritas dos estudantes e observacións da investigadora. Utilízanse pretest e postest, con preguntas de escala Likert e abertas sobre interese e opinións sobre xenética. Durante a actividade de gamificación, os equipos completaron un informe con información que consideraban relevante. As notas de campo da investigadora complementaron os datos das producións escritas, rexistrando achegas, argumentacións, dúbidas e conclusións dos estudantes.

#### 4.4. Análise de datos

Para analizar as ideas preconcebidas, establecéronse rúbricas clasificando as concepcións dos estudantes e comparando os niveis de evolución e de desempeño entre pre e postest. A valoración da capacidade argumentativa baseouse en notas de campo que describían o proceso na aula. Os datos sobre o interese obtivéronse mediante escalas Likert, comparando frecuencias en pre e postest. As opinións do alumnado clasificáronse segundo categorías, identificando puntos en común e evolución de frecuencias. A análise integral combinou métodos cualitativos e cuantitativos para obter unha visión global e integrativa da investigación (Bagur e Verger, 2021).

#### 4.5. Proposta

A proposta seguiu un cronograma detallado (Táboa 1) que describe as diversas etapas da tarefa e os seus respectivos obxectivos de aprendizaxe. Destacáronse dous momentos clave: o pretest e o postest, deseñados para avaliar o cambio no coñecemento e a percepción dos estudantes antes e despois da actividade.

**Táboa 1.** Cronograma das tarefas nas que se descompón a proposta cos obxectivos de aprendizaxe de cada unha. Fonte: Elaboración propia

Sesión	Tempo	Tarefa	Obxectivo de aprendizaxe
1	20 min	Realización pretest	Reflexionar acerca de diferentes ideas sobre temas de xenética
2	10 min	Explicación previa	Recordar terminoloxía e conceptos relacionados coa actividade
2	50 min	Actividade gamificación	Análise e xestión de datos e información, traballar a argumentación, aplicar os conceptos teóricos para realizar a análise e traballar a capacidade para extraer conclusións a partir de resultados
2	10 min	Realización postest	Reflexionar acerca de diferentes ideas sobre temas de xenética

4.5.1. Pretest. Esta actividade presentaba preguntas curtas e tipo test relacionadas con diferentes aspectos a analizar. Nela:

- Avaliouse o interese dos estudantes en xenética mediante unha escala Likert sobre aplicacións xenéticas na sociedade.
- Formulouse un problema visual sobre pegadas de ADN e resolución de delitos.
- Indagouse sobre ideas preconcebidas a través de definicións de ADN, xenes e alelos, así como a situación do ADN.
- Engadiuse unha pregunta adicional sobre a familiaridade con termos xenéticos en medios de comunicación.
- Recompiláronse opinións sobre o ensino, utilidade e beneficios da xenética.

4.5.2. Desenvolvemento da Actividade. A continuación, detállanse as diferentes fases da tarefa:

- **Introdución Teórica (10 minutos):** Iniciouse cunha breve explicación sobre conceptos clave como pegadas de ADN, STR (repeticións curtas en tándem), electroforese e outros elementos relevantes para a actividade. O propósito era establecer unha base conceptual.
- **Reparto de personaxes e material:** Os estudantes recibiron roles específicos e entregóuselles un sobre con instrucións detalladas e o material necesario para levar a cabo a actividade.
- **Presentación da Escena do Crime:** Introduciuse a situación do crime, presentando pistas biolóxicas e perfís de ADN. O obxectivo era contextualizar a aplicación dos conceptos xenéticos nun escenario práctico e atractivo.
- **Informe Médico:** Leuse un informe médico simulado que revelaba a causa da morte. Isto permitiulles aos estudantes comezar a relacionar a información xenética co escenario do crime.
- **Declaracións de sospeitosos:** Os estudantes que asumiron roles de sospeitosos leron as declaracións, proporcionando máis pistas e información para os equipos de investigación. Esta fase engadiu complexidade ao caso.
- **Selección de Sospeitosos:** Os equipos elixiron tres sospeitosos baseándose na información proporcionada. Esta etapa fomentou o uso da argumentación e da capacidade de análise, xa que os estudantes debían xustificar as súas eleccións.
- **Resolución do Crime:** Os equipos compararon perfís de ADN dos sospeitosos seleccionados coas mostras atopadas na escena do crime. O primeiro equipo en identificar correctamente ao culpable foi o gañador. Esta fase puxo a proba a comprensión dos conceptos xenéticos e a capacidade de aplicación práctica.
- **Confesión e Conclusión:** O culpable confesou, e proporcionouse tempo para que os estudantes discutisen e reflexionasen sobre a actividade. Isto permitiu consolidar os coñecementos adquiridos e reflexionar sobre a súa aplicación nun contexto práctico.

4.5.3. Postest. Mantivéronse as mesmas preguntas que no postest, para comprobar a evolución das respostas.

## 5. Resultados

A continuación detállanse os resultados da investigación en función dos diferentes contidos que se abordaron nela. Os tres grupos en que se organizan os contidos atenden os tres obxectivos de investigación detallados anteriormente. Estes obxectivos tivéronse en conta para a elaboración da proposta, a cal serviu de elemento motivador favorecendo a aprendizaxe significativa.

### 5.1. Ideas previas

As ideas previas dos estudantes avaliáronse a través de preguntas que implicaban definicións de conceptos e reflexións sobre un problema dado. En xeral, observouse unha mellora nas cualificacións.

Utilizáronse rúbricas para avaliar as definicións de conceptos como "xene", "ADN" e "alelo". Evidenciouse unha maior precisión e uniformidade nas respostas do postest en comparación co pretest. Por exemplo, no concepto de "xene", os estudantes tenderon a comezar a definición con "é un fragmento de ADN" no postest, mostrando unha maior comprensión do termo.

**Táboa 2.** Rúbrica de resultados das preguntas de definicións do presidente e postest. Fonte: Elaboración propia.

	1		2		3		4	
	O alumno non contesta ou a súa resposta é totalmente errónea		O alumno introduce afirmacións incorrectas pero relaciónas ou engade cousas correctas		O alumno introduce afirmacións correctas pero a definición non é precisa ou lle faltan datos		O alumno contesta de forma correcta	
Conceptos	Pretest	Postest	Pretest	Postest	Pretest	Postest	Pretest	Postest
Xenes	11	0	2	0	7	3	6	23
ADN	2	2	5	2	17	17	2	5
Alelo	12	1	8	5	2	1	4	19
Ubicación do ADN	3	2	1	0	2	0	20	24
	28	5	16	7	28	21	32	71

Avaliáronse as percepcións dos estudantes sobre as utilidades das pegadas de ADN e do ADN en xeral. Na pregunta "Ademais de identificar culpables dun delito, para qué outras cousas poden ser utilizados os perfís de ADN?", observouse unha mellora significativa nas respostas correctas no postest. Máis estudantes identificaron correctamente aplicacións como probas de paternidade e identificación de vítimas.

**Táboa 3.** Rúbrica de resultados das preguntas "Utilidades das pegadas de ADN" "Ademais de identificar culpables dun delito, para que outras cousas poden ser utilizados os perfís de ADN?" no pre e postest. Fonte: Elaboración propia

	1		2		3		4	
	O alumno non contesta ou a súa resposta é totalmente errónea		O alumno contesta datos correctos pero non responde ó que se pregunta ou non tódolos exemplos son correctos		O alumno contesta de forma correcta cun exemplo		O alumno contesta de forma correcta con varios exemplos	
Preguntas	Pretest	Postest	Pretest	Postest	Pretest	Postest	Pretest	Postest
Utilidade pegadas ADN	7	1	5	4	13	16	1	5
Máis utilidades ADN	4	1	3	0	15	13	4	12
	11	2	8	4	28	29	5	17

## 5.2. Argumentación e uso de datos

Na actividade, a argumentación e o manexo de datos foron cruciais para o desenvolvemento da competencia científica. Os equipos de investigación tomaron decisións consensuadas, analizando testemuños e elaborando informes policiais.

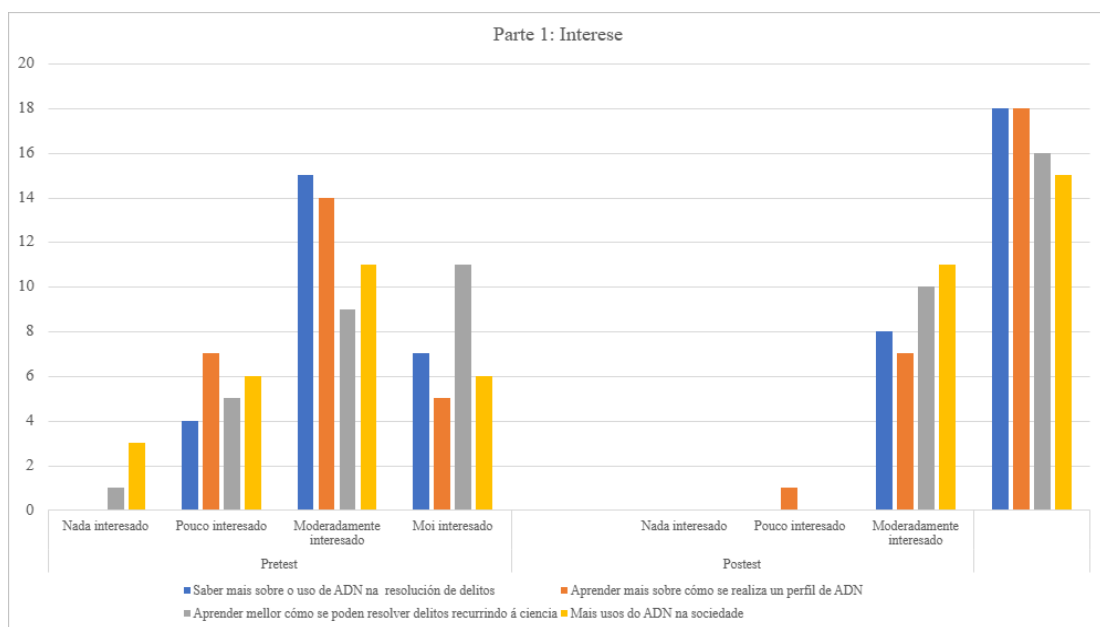
A resolución do crime requiría a elección acertada de sospeitosos para obter pegadas de ADN e comparalas coas atopadas na escena. Os resultados variaron: un grupo resolveu correctamente, dous manifestaron sospeitas correctas, e un non seleccionou ao culpable.

La argumentación foi evidente en interaccións constantes dentro de los grupos, onde todos los estudiantes participaron activamente. Este compromiso contribuíu ao éxito global de la actividade.

## 5.3. Interese e motivación

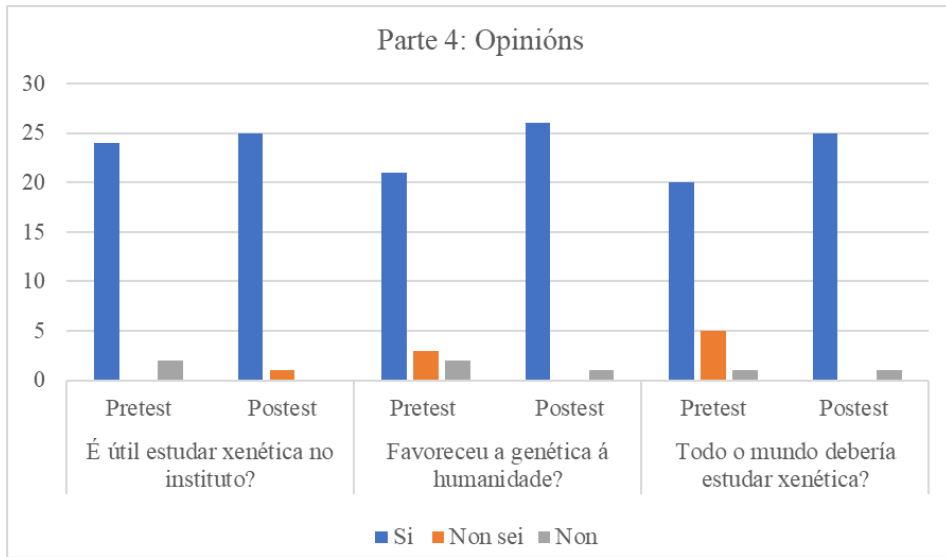
O éxito da actividade atribúeselle ao crecente interese e motivación dos estudantes, observado dende o pretest ata o postest. Os resultados mostran unha transformación significativa nas respostas.

No pretest, a maioría indicou un interese moderado, pero tras a actividade, a opción "Moi interesado" predominou en todos os ítems do postest. As opinións sobre a utilidade de estudar xenética tamén cambiaron, con máis estudantes recoñecendo a súa importancia



**Figura 1.** Gráfico de barras comparativo dos resultados das preguntas sobre o interese no pretest e postest. Fonte: Elaboración propia

En canto se a xenética beneficiou á humanidade, as respostas afirmativas aumentaron, destacando avances en medicina e enxeñaría xenética. A maioría coincidiu en que todos deberían estudar xenética, reflectindo unha actitude máis positiva cara a esta disciplina.



**Figura 2.** Gráfico de barras que amosa os resultados da clasificación das opinións dos participantes en relación coas utilidades da xenética segundo cubriron no pretest. Fonte: Elaboración propia.

Os comentarios no postest revelaron unha experiencia positiva e educativa para todos os estudantes, con expresións como "interesante", "divertida" e o desexo de repetir a actividade.

## 6. Conclusións

A investigación revela que a actividade de gamificación logrou aumentar o interese dos estudantes nas aplicacións da xenética, apoiando as afirmacións de Rouissi, García Martínez e Ferriz Valero (2020). Os resultados do pretest e postest reflicten unha mellora significativa na comprensión de conceptos e a superación de ideas preconcebidas.

Antes da actividade, os estudantes abordaban problemas de xeito mecánico, evidenciando erros ao relacionar conceptos. O xogo contextualizado mellorou a comprensión de conceptos, tal e como se observou nos resultados do postest.

As ideas intuitivas dos estudantes, como a situación do ADN na sangue, coincidían coa literatura (Caballero Armenta, 2008; Banet Hernández e Concello, 1995). A actividade impactou positivamente na abordaxe de conceptos teóricos, aínda que persistiron algunhas ideas erróneas no postest, como por exemplo a localización do ADN exclusivamente no sangue.

A visión dos estudantes sobre o estudo da xenética evolucionou, volvéndose máis interesante e necesaria para a cultura xeral e científica. A pesar de limitacións como o tempo e o número de alumnos, a proposta obtivo resultados favorables, proporcionando unha experiencia enriquecedora no proceso de formación.

## 7. Referencias

- Abril Gallego, A. M. (2010). Influencia de la sociedad del conocimiento en la enseñanza de las ciencias experimentales. Un caso de estudio: la genética y la biología molecular. *Antropología Experimental*, 10, 1-16.  
<https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/rae/article/view/1962>



- Ayuso, G. E., y Banet Hernández, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en Educación Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias Revista de investigación y experiencias didácticas*, 20(1), 133-157. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3983>
- Ayuso, G. E., Banet Hernández, E., y Abellán, T. (1996). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: II. ¿Resolución de problemas o realización de ejercicios? *Enseñanza de las Ciencias Revista de investigación y experiencias didácticas*, 14(2), 127-142. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4219>
- Bagur, S., y Verger, S. (2021). La investigación educativa con metodología mixta. *Retos de la educación post-pandemia: Libro de actas: II Conferencia Internacional de Investigación en Educación*, 141-142. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8932017>
- Banet Hernández, E., y Ayuso, G. E. (1995). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato : I. contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 13, 137-153. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4262>
- Borrachero, A. B., Costillo, E., y Bermejo Garcia, M. L. (2013). El recuerdo de los futuros profesores de secundaria sobre sus profesores de Biología y Geología en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias Revista de investigación y experiencias didácticas*, Extra, 467-473. <https://ddd.uab.cat/record/175089>
- Borrás Gené, O. (2015). *Fundamentos de Gamificación*. <https://oa.upm.es/35517/>
- Bugallo Rodríguez, A. (1995). La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias Revista de investigación y experiencias didácticas*, 13(3), 379-385. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4258>
- Caballero Armenta, M. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Enseñanza de las Ciencias Revista de investigación y experiencias didácticas*, 26(2), 227-244. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3677>
- Cañas Cortázar, A. M., y Niedo Oterino, J. (2013). Una forma de trabajar la competencia científica en el aula. *Revista Digital de Educación y Formación del Profesorado*, 10. <http://revistaeco.cepcordoba.es/wp-content/uploads/2018/04/Ca%C3%B1as.pdf>
- Consejo Federal de Educación. (2011). *Marcos de referencia. Bachiller en Ciencias Naturales*. Gob.ar. [https://cfe.educacion.gob.ar/resoluciones/res11/142-11\\_cs\\_naturales.pdf](https://cfe.educacion.gob.ar/resoluciones/res11/142-11_cs_naturales.pdf)
- Cuadros González, L. Y., y López Niño, A. del P. (2020). Gamificación como estrategia para fortalecer la producción textual en Ciencias Naturales. *Revista Docencia Universitaria*, 21(1), 55-79. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8681792&info=resumen>
- Decreto 86/2015, del 25 de junio, por lo que se establece el currículo de la educación secundaria obligatoria y del bachillerato en la Comunidad Autónoma de Galicia (DOG núm 120, de 29 de junio de 2015) [https://www.edu.xunta.gal/portal/sites/web/files/20150629\\_curriculo\\_eso\\_bach.pdf](https://www.edu.xunta.gal/portal/sites/web/files/20150629_curriculo_eso_bach.pdf)
- Decreto 156/2022, de 15 de septiembre, por el que se establecen la ordenación y el currículo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad Autónoma de Galicia (DOG núm. 183, de 26 de diciembre de 2022) [https://www.xunta.gal/dog/Publicados/2022/20220926/AnuncioG0655-190922-0002\\_es.html](https://www.xunta.gal/dog/Publicados/2022/20220926/AnuncioG0655-190922-0002_es.html)

- Gator, G.L. (1992). Teaching genetics in the high school classroom. Teaching genetics: Recommendations and research proceedings of a national conference, pp. 20-30. Cambridge: Smith M. U. y Simmons, P. E
- Gil Pérez, D., Furió-Mas, C., Valdés Castro, P., Salinas, J., Martínez Torregrosa, J., Guisasola Aranzabal, J., González, E. M., Dumas-Carré, A., Goffard, M., y Pessoa de Carvalho, A. M. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias Revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(2), 311-320. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4094>
- Gil Pérez, D., y Vilches, A. (2004). La contribución de la ciencia a la cultura ciudadana. *Cultura y Educación*, 16(3), 259-272. <https://doi.org/10.1174/1135640042360924>
- Gil Pérez, D., y Vilches, A. (2005). Inmersión en la cultura científica para la toma de decisiones. ¿Necesidad o mito? *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 2(3), 302-329. [https://doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2005.v2.i3.02](https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2005.v2.i3.02)
- Golan Duncan, R., y Reiser Brian, J. (2007). Reasoning across ontologically distinct levels: Students' understandings of molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 938-959. <https://doi.org/10.1002/tea.20186>
- Hodson, D. (1994a). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias Revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(3), 299-313. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4417>
- Hodson, D. (1994b). Seeking Directions for Change: the personalisation and politicisation of science education. *Curriculum studies*, 2(1), 71-98. <https://doi.org/10.1080/0965975940020104>
- Johnstone, A. H., y Mahmoud, N. A. (1980). Isolating topics of high perceived difficulty school biology. *Journal of biological education*, 14(2), 163-166. <https://doi.org/10.1080/00219266.1980.10668983>
- King, D. (2016). Teaching and learning in context-based science classes. En *Teachers Creating Context-Based Learning Environments in Science* (pp. 71-85). SensePublishers.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (BOE núm. 295, de 10 de diciembre de 2013) <https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-12886-consolidado.pdf>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (BOE núm. 340, de 30 de diciembre de 2020) <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2020-17264>
- Martínez Aznar, M. M., y Ibáñez Orcajo, M. T. (2007). Resolver situaciones problemáticas en genética para modificar las actitudes relacionadas con la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias Revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(2), 193-206. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3800>
- Martínez-Chico, M. (2013). *Formación inicial de maestros para la enseñanza de las ciencias. Diseño, implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza* [Universidad de Almería]. <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v32-n2-martinez-chico>
- Millar, R., Osborne, J., y Nott, M. (1998). Science education for the Future. *The School Science Review*, 80(291), 19-24. <https://eric.ed.gov/?id=EJ580554>

- OECD. (s.f.). *Measuring student knowledge and skills: The PISA assessment of reading, mathematical and scientific literacy*. Oecd.org. Recuperado 4 de mayo de 2023, de <https://www.oecd.org/education/school/programmeforinternationalstudentassessments/pisa/33692793.pdf>
- Oliva Puente, À. (2013). La regulación del aprendizaje en alumnos de educación secundaria obligatoria y su relación con el nivel de destreza en la resolución de problemas de genética. *Enseñanza de las Ciencias Revista de investigación y experiencias didácticas, Extra 0*, 2564-2568. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6872504>
- Perales Palacios, F. J. (1998). La resolución de problemas en la didáctica de las ciencias experimentales. *Revista Educacion y Pedagogia, 10(21)*, 119-143. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2565369>
- Rosales Sánchez, E. M., Rodríguez Ortega, P. G., y Romero Ariza, M. (2020). Conocimiento, demanda cognitiva y contextos en la evaluación de la alfabetización científica en PISA. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 17(2)*, 1-22. [https://doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2020.v17.i2.2302](https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i2.2302)
- Rouissi, A., García Martínez, S., y Ferriz Valero, A. (2020). Una experiencia gamificada en Educación Física. *Lecturas: Educación Física y Deportes, 25(269)*, 126-138. <https://doi.org/10.46642/efd.v25i269.1974>
- Sanmarti Puig, N., y Márquez Bargalló, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice Revista de Educación Científica, 1(1)*, 3-16. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>
- Smith, M. U. (1988). Successful and unsuccessful problem solving in classical genetic pedigrees. *Journal of Research in Science Teaching, 25(6)*, 411-433. <https://doi.org/10.1002/tea.3660250602>
- Smith, M. U., y Sims, O. S. (1992). Cognitive development, genetics problem solving, and genetics instruction: A critical review. *Journal of Research in Science Teaching, 29(7)*, 701-713. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290707>
- Solbes, J., y Vilches, A. (1997). STS interactions and the teaching of physics and chemistry. *Science Education, 81(4)*, 377-386. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199707\)81:4<377::AID-SCE1>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199707)81:4<377::AID-SCE1>3.0.CO;2-9)
- Soriano Pascual, M., García Martínez, S., Valero Amat, J., y Ferriz Valero, A. (Eds.). (2021). *Gamificación en educación secundaria obligatoria*. Centro Transformar SpA. [https://www.researchgate.net/publication/353731313\\_Primer\\_Congreso\\_Internacional\\_de\\_Tecnologia\\_e\\_Innovacion\\_Educativa](https://www.researchgate.net/publication/353731313_Primer_Congreso_Internacional_de_Tecnologia_e_Innovacion_Educativa)
- Zambrano Álava, A. P., Lucas Zambrano, M., Luque Alcívar, K. E., y Lucas Zambrano, A. T. (2020). La Gamificación: herramientas innovadoras para promover el aprendizaje autorregulado. *Dominio de Las Ciencias, 6(3)*, 349-369. <https://doi.org/10.23857/DC.V6I3.1402>