

# Contra la astrología: una propuesta didáctico-epistemológica para distinguir discursos anticientíficos

Against astrology: a didactic-epistemological proposal for distinguishing unscientific discourses

Valeria Edelsztein <sup>1</sup>  
Pablo Ramos Méndez <sup>2</sup>  
Claudio Cormick <sup>3</sup>

**Resumen:** En este trabajo, se propone una clasificación epistemológica teórica para el discurso astrológico a partir de evidencia empírica a fin de abordar el problema de cómo determinar específicamente qué es lo que lo hace ilegítimo. A partir de esta clasificación, se diseñó una intervención didáctica, enmarcada en el enfoque de Enseñanza de las Ciencias Naturales en Contexto (ECNC), con el objetivo de fomentar, en estudiantes de nivel secundario, la capacidad de distinguir enunciados cognoscitivamente ilegítimos -por infalsables o por falsos- respecto de aquellos que pueden constituir genuino conocimiento científico. La secuencia didáctica se implementó con un grupo de 51 estudiantes de 14 a 17 años. Se evaluó su impacto por comparación entre un pretest y un postest. Los resultados mostraron que su capacidad de discernimiento entre enunciados falsables y no falsables se incrementó apreciablemente.

**Palabras clave:** epistemología, pensamiento crítico, enseñanza secundaria

---

<sup>1</sup> Doctora en Química. Investigadora CONICET. Docente del Instituto Tecnológico de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: vale-riae@conicet.gov.ar

<sup>2</sup> Profesor de Química. La Plata, Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: pramosm@gmail.com

<sup>3</sup> Doctor en Filosofía. Investigador CONICET. Docente de la Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: claudiocormick@conicet.gov.ar

*Diálogos Pedagógicos*. ISSN en línea: 2524-9274.

Año XXI, Nº 41, abril-septiembre 2023. Pág. 1-21.

DOI: [http://dx.doi.org/10.22529/dp.2023.21\(41\)01](http://dx.doi.org/10.22529/dp.2023.21(41)01) / Recibido: 06/01/2023 / Aprobado: 16/02/2023.



Artículo publicado bajo Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar.  
© Universidad Católica de Córdoba.

**Abstract:** *In this paper, a theoretical epistemological classification for astrological discourse is proposed based on empirical evidence in order to address the problem of how to determine specifically what makes it illegitimate. Based on this classification, a didactic intervention was designed within the framework of the Context-Based Science Education (CBSE) approach with the aim of fostering, in secondary school students, the ability to distinguish cognitively illegitimate statements -because they are unfalsifiable or false- from those that may constitute genuine scientific knowledge. The didactic sequence was implemented with a group of 51 students between 14 and 17 years old. Its impact was evaluated by comparison between a pretest and a posttest. The results showed that their ability to discern between falsifiable and non-falsifiable statements increased significantly.*

**Keywords:** *epistemology, critical thinking, secondary teaching*

---

## **Introducción**

Pese a que una y otra vez la astrología ha sido desacreditada por no tener ninguna base científica ni estadística (Allum, 2011; Bok *et al.*, 1982; Bok y Mayall, 1941; Carlson, 1985; Culver, 1988; Fraknoi, 1989; Kelly, 1979; Sagan, 1985; Zarka, 2009) sigue existiendo un alto porcentaje de la población que cree en sus capacidades predictivas y/o descriptivas. En 2018, un relevamiento sobre la población general reveló que, en Estados Unidos, el 37 % de las mujeres y el 20 % de los varones creían en la astrología, con una mayor incidencia entre los 18 y los 49 años (Gecewicz, 2018), resultados que no variaron, en gran medida, en las últimas encuestas realizadas (Orth, 2022). Un relevamiento del mismo año, hecho por el Pew Research Center (2018), mostró que, en los países de Europa Occidental, una media del 23 % de la población creía en la astrología y, según la Encuesta Nacional sobre Creencias y Actitudes Religiosas en Argentina realizada en 2019, entre aquellas personas que no se identificaban con ninguna religión, el 71,6 % creía en "la energía" y el 33,8 % en la astrología (Irrazabal y Esquivel, 2020).

De Robertis y Delaney (1999) encuestaron a estudiantes universitarios canadienses y encontraron que el 53 % suscribía, en algún grado, a la astrología y que el 60 % de quienes estudiaban humanidades y la mitad de quienes se dedicaban a ciencias no eran capaces de distinguir astronomía de astrología. También, hallaron que las mujeres eran más creyentes en las pseudociencias que sus pares varones. En la misma línea, una encuesta realizada en Venezuela con estudiantes de una universidad de Mérida mostró que el 40 % de quienes participaron consideraba que la astrología tenía carácter científico y el 43,7 % dudaba acerca de si los astrónomos pueden predecir la personalidad y futuro de las personas (Cova, s. f.). Por otra parte, un relevamiento sobre casi 10000 estudiantes universitarios en Estados Unidos, a lo largo de veinte años, mostró que un 78 % consideraba la astrología "muy" o "más o menos" científica (Sugarman *et al.*, 2011).

A este preocupante escenario, se suma que, en los últimos años, ha ocurrido un marcado ascenso de la popularidad de la astrología entre adolescentes, particularmente mujeres, fenómeno que no ha pasado desapercibido para los sitios en línea: las publicaciones sobre horóscopos y afines aumentaron drásticamente sus lecturas desde 2017 y proliferan en las redes sociales más populares entre jóvenes, como *Instagram* y *TikTok* (BBC, 2021; Beck, 2018; Hess, 2018; Nicholson, 2018; Roff Farrar, 2022; Steele y Peacher, 2022).

Todos estos resultados ponen de manifiesto la importancia de que las personas en edad escolar sean capaces de reconocer ciertas características del discurso científico que permiten distinguirlo de discursos pseudocientíficos como la astrología. Este "problema de la demarcación" no es una novedad y ha sido del interés de la filosofía desde hace décadas. Reconocidos epistemólogos han realizado diferentes propuestas para distinguir ciencia de no-ciencia (Hansson, 2021; Popper, 2002) o buena ciencia de mala ciencia (Sober, 2000). Sin embargo, pareciera ser que ninguna de ellas por sí sola es satisfactoria y, por lo tanto, es necesario complementarlas para poder describir adecuadamente los discursos astrológicos circulantes.

En este artículo, presentamos, entonces, una propuesta teórica centrada en una posible clasificación para el discurso anticientífico de la astrología y, a partir de ella, el diseño de una intervención educativa enmarcada en un enfoque de Enseñanza de las Ciencias Naturales en Contexto para mejorar la capacidad de discernimiento entre enunciados falsables y no falsables en estudiantes de escuela secundaria. La secuencia didáctica se implementó con un grupo de 51 alumnos y alumnas de 14 a 17 años con resultados exitosos.

## 1. Objetivos

Los objetivos de este trabajo fueron los siguientes:

- Discutir los criterios que pueden utilizarse para clasificar el discurso anticientífico de la astrología.
- Presentar una propuesta teórica para abordar esta clasificación sobre la base de la evidencia empírica disponible.
- Diseñar una propuesta didáctica orientada a fomentar el desarrollo de la capacidad de distinguir entre enunciados falsables y no falsables en estudiantes de escuela secundaria desde el enfoque de la Enseñanza de las Ciencias Naturales en Contexto a través de una serie de actividades motivadoras centradas en discursos científicos y anticientíficos, en particular, la astrología.
- Implementar la propuesta didáctica y evaluar el impacto de la intervención.

## 2. Un análisis teórico y una nueva propuesta para el abordaje del discurso astrológico

### 2.1. Una primera aproximación a la clasificación del discurso astrológico

Popper buscó resolver el "problema de la demarcación" entre discursos científicos y no-científicos apelando al criterio de *falsabilidad* (Popper, 2002, p. 18). Que

un determinado enunciado sea falsable significa que es incompatible con *algún* enunciado de observación (Popper, 2002, pp. 65-66). Las hipótesis científicas son *falsables* y *corren el riesgo* de ser efectivamente falsadas. Para este autor, la falsabilidad constituye una virtud de la ciencia en tanto coextensional a su *informatividad*: un enunciado no falsable en absoluto, compatible con *cualquier* enunciado sobre el mundo real, simplemente no nos proporciona información sobre este mundo. Decir cómo es el mundo no es separable de decir cómo el mundo *no es*.

Una primera posibilidad para que un enunciado no sea falsable es que exprese, no un hecho, sino una *posibilidad*; esto es, que no afirme que algo sucederá sino que *puede* suceder y, *por esto*, sea compatible con cualquier enunciado sobre lo que de hecho pase en el mundo. El ejemplo astrológico que toma Alan Chalmers (1999, p. 63) es el siguiente: "Es posible tener éxito en la especulación deportiva". Este enunciado no se verá desmentido si apostamos y perdemos, si apostamos y ganamos ni si no apostamos en absoluto. Diremos de estos enunciados que son *enunciados descriptivos que expresan posibilidades*.

Ahora bien, no solo los enunciados que expresan posibilidades son infalsables. Puede haber enunciados referidos a lo "actual", lo que *de hecho* sucede, que lo sean, en la medida en que sean *inespecíficos*. En este caso, los enunciados infalsables se sitúan en un extremo de una gradación. Es más específico y, por tanto, más informativo decir "Brasil va a ganar el Mundial 2026" que "El ganador del Mundial 2026 estará entre Brasil, Francia, Inglaterra y España" -aunque este último todavía tiene algún grado de falsabilidad-. Pero la predicción "2021 es [...] más tranquilo que 2020 [...]. *No significa que no vayan a pasar cosas*" (Tessa, 2021; cursiva nuestra) es no falsable en absoluto y, por lo tanto, no es informativa. En efecto, ocurriera lo que ocurriese en 2021, habrían "pasado cosas": al no ser incompatible con *ningún enunciado sobre algún hecho singular*, el enunciado en cuestión no "recorta" ninguna forma específica en que las cosas son. Diremos de estos enunciados que son *enunciados descriptivos sobre lo "actual", pero inespecíficos*.

Así, en una primera aproximación, pensamos que podríamos clasificar a los enunciados en falsables y no falsables y, dentro de esta última categoría, incluiríamos a las "predicciones" astrológicas que, o bien son no falsables por ser enunciados que expresan posibilidades, o bien no lo son por ser totalmente inespecíficas. Sin embargo, el discurso astrológico circulante nos mostró que esta clasificación no era suficiente.

## **2.2. El discurso astrológico circulante**

A título exploratorio, buscamos caracterizar el estado actual del discurso astrológico en Argentina con algunos ejemplos representativos. Nos enfocamos en textos recientes y, para cubrir un amplio espectro de público, tomamos el *Horóscopo chino 2021* de Ludovica Squirru, una influyente astróloga argentina que publica sus predicciones desde hace décadas ("Ludovica Squirru", 2022) tanto nacional como internacionalmente; *Astrología para re-encantar el mundo* de Lu Gaitán (2021)

y *Astrología para hacer la revolución* de Astromostra (2021). Estos dos últimos autores, más jóvenes que Squirru, tienen un gran número de seguidores, mayormente mujeres, y suelen ser reconocidos por su asociación con la ecología, el feminismo y las reivindicaciones del colectivo *queer*, lo que explica, también, su popularidad entre el público más joven (Aruguete, 2022; Cybel, 2021; Del Vigo, 2022; Díaz Virzi, 2022; Gutiérrez, 2018; Pairone, 2020 y Tessa, 2021). También, revisamos algunos enunciados presentados en televisión y medios gráficos por otras astrólogas reconocidas, como Jimena La Torre y Lourdes Verón, y recurrimos a usuarios de redes sociales que publican específicamente contenido de este tipo como "Aprendé astrología" y "Alma del universo" en Twitter.

Como esperábamos, en todos los casos, encontramos enunciados infalsables en virtud de su expresión de posibilidades o por su inespecificidad. Por ejemplo: "Si hay planetas en Virgo eso podría inclinarte hacia un temperamento más serio" (Astromostra, 2021) o "Algunas de las frases que pueden llegar a decir los Fuegos son: 'El no ya lo tenés', 'El que no arriesga no gana'" (Gaitán, 2021). En ambos textos, se enuncian posibilidades, no hechos. Sin embargo, encontramos, también, enunciados no falsables por otros motivos.

### **2.3. Otro caso de no falsabilidad: los imperativos**

Tanto en los libros como en las redes, hallamos una proporción importante de enunciados que constituían más bien consejos o recomendaciones que intentos de informar sobre el mundo. Por ejemplo: "Tip: regalate un día tranquilo, donde puedas reordenar tu casa y buscar un nuevo orden de cosas" (Aprende Astrología [@aprenastrologia], 2022), "Un único consejo: No resistas lo que se va" (Alma DelUniverso [@AlmaDelUniverso], 2021) o "Es positivo reagrupar gastos y responsabilidades para disfrutar un poco de tu tiempo a solas, darte un gustito, inventar un hobby. Hacé tu oasis" (AstroMostra, 2021, p. 121).

Este aspecto de los enunciados astrológicos -no necesariamente reductible a las observaciones popperianas- fue señalado por el astrónomo y divulgador de la ciencia Carl Sagan: "Estas 'predicciones'" son "consejos: dicen lo que hay que hacer, no lo que va a pasar" (Sagan, 1985, p. 49). El consejo "exija más de usted mismo", que toma de ejemplo, nunca podría resultar *falso* porque, por regla general, no se predica verdad ni falsedad de los imperativos. Esto nos muestra otra vía hacia la no falsabilidad en las formulaciones astrológicas: *enunciados imperativos* que, por su misma gramática, no pueden ser verdaderos o falsos y, por lo tanto, no es concebible que puedan ser contrastados con la realidad.

Para tomar en consideración esta diferencia a la hora de proponerles a los cursos una clasificación de enunciados que permitiera identificar lo que resulta insostenible en el discurso astrológico, decidimos, entonces, distinguir, en primer lugar, los enunciados imperativos de los descriptivos y, dentro de los descriptivos, introducir la distinción falsable/no falsable. Sin embargo, como veremos inmediatamente, la distinción falsable/infalsable no puede ser la única que tomemos en cuenta para señalar la ilegitimidad del discurso astrológico.

#### **2.4. No todo lo falsable es interesante: el caso de enunciados falsables y falsos**

Si en este punto decidiéramos concluir la clasificación, podríamos inducir al alumnado a creer que, una vez identificado un enunciado como falsable, eso implicaría que debe ser considerado automáticamente como conocimiento científico o, al menos, interesante desde el punto de vista de la ciencia. Pero este no es el caso. Por ejemplo, "[2020] va a ser un año realmente con protección, en el que uno se va a sentir cómodo y va a poder caminar por la calle" (*Las predicciones 2020 para la Argentina que se hicieron virales - Infobae, 2020*) es un enunciado falsable y, de hecho, es *falso*. Jamás diríamos que esto constituye conocimiento científico como tampoco lo es "La Tierra es plana".

A fin de poder proporcionarles mejores herramientas a la hora de discernir entre discursos que constituyen conocimiento científico y los que no, decidimos que era necesario realizar una categorización más precisa.

Es importante en este punto señalar que, si queremos poder subrayar los fracasos estrepitosos de la astrología al predecir, por caso, que el año 2020 -caracterizado por una pandemia mortífera y las consecuentes restricciones a la circulación-sería "un buen año para viajar" (Lussich, 2020), o que en el año 2021 "la OMS se disolverá" (Dari, 2020), no podremos, a la vez, insistir con que ella es no falsable.

Este punto es, sin duda, atendible, pero no implica que la crítica en términos de infalsabilidad sea de conjunto inaplicable; aquí solo se trata de que no se puede decir *del mismo conjunto de enunciados* que todos ellos sean, a la vez, infalsables y falsos. Bien puede ser el caso, sin embargo, de que *algunos* sean infalsables y *otros* falsos. Pero, según veremos inmediatamente, aun considerando estas categorías, no logramos agotar el espectro de enunciados que encontramos en la astrología.

#### **2.5. De la teoría al mundo y viceversa: reglas de correspondencia**

Hay un aspecto un tanto sorprendente en la seguridad con la que autores como Hansson caracterizan el discurso astrológico como eminentemente *falso*, en oposición a *no falsable*. En efecto, ¿qué clase de enunciados podemos caracterizar como falsos? Cuando Chalmers (1999, p. 102) citaba un ejemplo de predicción astrológica, "un nuevo amante pondrá un brillo en sus ojos" y señalaba que ella es falsable, puede hacerlo porque tenemos en mente qué enunciados serían incompatibles con este -por caso, "Terminó el día y no cambiaron mis relaciones personales"- y, a su vez, porque podemos pensar fácilmente en qué *estados de cosas* serían descritos por tales enunciados; podemos, en una palabra, vincular fácilmente enunciados sobre "un nuevo amante" con la realidad que experimentamos. Ahora bien, ¿qué hacemos si, en lugar de esto, nos encontramos con "el cuerpo físico o la forma física es una expresión de aquello que está en un plano sutil" (Gaitán, 2021, p. 21)? ¿Qué sería necesario, exactamente, para decir que el cuerpo físico *no* es "expresión" de algo "que está en un "plano sutil"? Ante todo, necesitaríamos saber *qué* es un "plano sutil" y esto, ciertamente, no es algo que va de suyo. Algo similar sucede con un enunciado como "En sus energías opuestas

Júpiter puede [...] dismantelar intrincadas tramas mentales con la fuerza de la espontaneidad y la síntesis" (AstroMostra, 2021, p. 133): ¿cómo haríamos para determinar que Júpiter *no* hace esto? ¿Qué es lo que tales "tramas mentales" siquiera *son*? Estas preguntas nos conducen hacia un nuevo eje de delimitación entre el conocimiento científico y un discurso anticientífico como el de la astrología.

En efecto, *también el conocimiento científico aceptado* se refiere a características del mundo que no podemos observar directamente en nuestra experiencia: el discurso sobre átomos o electrones se refiere a entidades que no diríamos que observamos, sino que, más bien, *postulamos* a fin de explicar ciertos hechos que sí son observables. Pero todo el punto radica justamente en que la práctica científica incluye -a fines de que algo pueda contar como evidencia empírica para hipótesis teóricas- estipulaciones de qué cuenta, en términos observacionales, como evidencia para "una micropartícula cargada atravesó esta cámara de vapor" o para "esto es un virus". Pese a que lo que, en sentido estricto, *vemos* es una línea gris o cierto patrón en el ocular de un microscopio, interpretamos esos datos de modo que hagan referencia, indirectamente, a entidades inobservables. Es por esto mismo que podemos establecer qué contaría como hacer una predicción acerca de estas entidades y no encontrar evidencia observacional que la avalara. En esta línea, es posible decir -como lo hizo en su momento Ernest Nagel contra el psicoanálisis- que un discurso anticientífico se caracteriza por la ausencia de *reglas de correspondencia* por medio de las cuales "al menos *algunas* nociones teóricas" puedan "estar enlazadas con materiales observables suficientemente definidos y especificados de manera no ambigua": si no se cumple esta condición, piensa Nagel, el discurso en cuestión no puede implicar "ninguna consecuencia determinada sobre una cuestión empírica" (1959, p. 40). En otras palabras, no es informativa sobre el mundo o, lo que es lo mismo, no es falsable<sup>4</sup>.

Parece legítimo afirmar, entonces, que los enunciados científicos requieren un tipo de relación sistemática con enunciados acerca de la realidad directamente observable, a partir de los cuales aquellos son puestos a prueba, y que un discurso ilegítimo como el de la astrología carece de tal relación. Es importante, a propósito de esto, subrayar que, mientras un texto científico puede no especificar las formas de establecer estas relaciones teoría/observación en virtud de ser altamente especializado y simplemente *presuponer* conocimientos previos, textos como los de Gaitán y AstroMostra se presentan a sí mismos explícitamente como introductorios y, por tanto, razonablemente autocontenidos. En consecuencia, el discurso astrológico que estos textos presentan es uno que se muestra simplemente *indiferente* frente al problema de sus condiciones de contrastación con la realidad.

<sup>4</sup> No abordaremos aquí los debates sobre la legitimidad de la noción de "reglas de correspondencia" para analizar la práctica científica; nos limitaremos a considerar como tales -en sentido muy laxo- a cualesquiera formas de hacer que enunciados sobre entidades que paradigmáticamente reconoceríamos como no directamente observables (átomos, etcétera) tengan consecuencias sobre entidades observables, como lo son los instrumentos de medición manipulados en un laboratorio.

De esta manera, completamos la lista de indicios de que un enunciado no es falsable: si es imperativo, si es descriptivo y enuncia posibilidad, si es descriptivo e inespecífico y si es descriptivo y carece de reglas de correspondencia. Es importante, en este punto, señalar que, a diferencia de los tres primeros indicios, el de "ausencia de reglas de correspondencia" requiere de un grado importante de alfabetización científica. Como señalamos, la presencia de términos que hacen referencia a entidades no directamente observables ("átomo", etcétera) es, sin duda, una característica *del conocimiento científico* y es necesario cierto grado de formación para percatarse de que eso no vuelve ilegítimos los enunciados teóricos de la física o la química, que sí se relacionan de forma sistemática con la evidencia observacional. Es parte de un buen acercamiento didáctico a los discursos anticientíficos el reconocer estas dificultades y aplicar la flexibilidad necesaria.

## **2.6. Una propuesta de clasificación**

Hemos visto que ciertos autores remarcan que el criterio de falsabilidad no nos resulta apropiado para demarcar entre ciencia y discursos pseudocientíficos, porque, según el caso, señalan que la astrología o el creacionismo ofrecen, a menudo, enunciados falsables. Frente a esto, no nos parece necesario apelar a una solución "a todo o nada"; esto es, tener que elegir entre, o bien considerar que el discurso de la astrología es no falsable, como querría Popper (y, en consecuencia, es una forma de *pseudociencia*), o bien declarar que es falsable y *falso*. En efecto, nuestro relevamiento mostró enunciados de los dos tipos y el desafío se convirtió en indicarles a quienes participaban que la delimitación de lo que, en determinado momento, se acepta como conocimiento científico emerge, entonces, de un ejercicio más complejo. No nos resulta de especial interés la cuestión, en última instancia, *nominal*, de a qué *llamamos* "ciencia", como si el uso de este término implicara siempre aprobación; de lo que se trata es más bien mostrar que un discurso como el astrológico puede ser ilegítimo por vías muy distintas y enseñar a identificarlas.

En primer lugar, se trata, en efecto, de distinguir enunciados falsables y no falsables. Incluimos, en esta segunda categoría, a los que, por estar formulados en imperativo, no son, en principio, aquello de lo cual tenga sentido preguntar por su verdad o falsedad. Sin embargo, también es relevante tomar en consideración el hecho de que el discurso falsable de la astrología, típicamente, es *falso* y que, en consecuencia, tenemos buenas razones para ver a la astrología como una línea de investigación poco promisoría.

Tomando todo esto en cuenta, se propone la siguiente clasificación de enunciados:

- A) Enunciados *imperativos* (no falsables; por ejemplo, "Conectate con vos mismo").
- B) Enunciados *descriptivos* en sentido amplio:
  - 1. Enunciados descriptivos no falsables (por ejemplo, "La personalidad de Agua, si está en su versión densa, *puede* ser muy manipuladora y destructiva" (Gaitán, 2021, p. 45, cursiva nuestra).



2. Enunciados descriptivos falsables:

- i. Enunciados falsables, pero descartados, por haber sido ellos mismos falsados (por ejemplo, "La OMS se disolverá en 2021") o pertenecer a una línea de investigación que resultó poco promisorio en el pasado.
- ii. Enunciados falsables "interesantes" (predicciones audaces, explicaciones aceptables de hechos conocidos).

El propósito de esta clasificación fue preparar a quienes participaban de esta actividad para percatarse de que los enunciados que podrían encontrar en los textos astrológicos eran simplemente imperativos (categoría A), descriptivos no falsables (categoría B1) o, en caso de ser efectivamente falsables, enunciados directamente descartados (categoría B.2.i).

### **3. Una intervención basada en la propuesta de clasificación**

#### **3.1. Marco teórico**

La planificación de las actividades se enmarcó en el enfoque de Enseñanza de las Ciencias Naturales en Contexto (ECNC), un abordaje que promueve la inclusión de los conceptos científicos en las situaciones cotidianas de los estudiantes (Bennett *et al.*, 2007; Caamaño, 2011, 2017; Carvajal y Puig, 2017; Gilbert *et al.*, 2011; Meroni *et al.*, 2015) y que ha sido utilizado en diferentes países del mundo (Bennett *et al.*, 2007; Caamaño, 2017; Gilbert *et al.*, 2011; Nentwig *et al.*, 2007; Pilot y Bulte, 2006). El contexto, que proporciona una estructura de sentido coherente para los nuevos aprendizajes, es, al mismo tiempo, un enfoque interdisciplinar que destaca el carácter de la ciencia como construcción humana (Carvajal y Puig, 2017; Gilbert *et al.*, 2011) y fomenta el interés y la motivación en adolescentes, así como una mejora en su actitud hacia la ciencia y en la percepción de su relevancia (Bennett *et al.*, 2007; Carvajal y Puig, 2017). Se trata de un enfoque que les permite tener un nivel importante de autonomía e incluye debates en pequeños grupos y tareas de resolución de problemas grupales e individuales.

#### **3.2. Participantes**

Se trabajó con un total de 51 alumnos y alumnas de una escuela secundaria de la ciudad de La Plata, Buenos Aires. Participaron dos grupos de estudiantes de tercer año (14-15 años) y un grupo de quinto año (16-17 años).

#### **3.3. Descripción de la secuencia e implementación**

Sobre la base de la clasificación teórica propuesta, se diseñó una intervención que constaba de cinco actividades. A continuación, se describen dichas actividades y cómo se implementaron con las 51 personas participantes.

La propuesta se implementó en tres fases:

**Fase I (20 minutos).** Realizamos una evaluación (pretest) para conocer la capacidad de identificar enunciados falsables y no falsables antes de la intervención didáctica. Se entregó a cada estudiante una hoja impresa que incluía doce enunciados diferentes (Tabla 3, columna izquierda) y se les pidió que señalaran si se trataba de enunciados contrastables o no. Todos los enunciados referidos a astrología se recuperaron de libros, diarios y publicaciones en redes sociales hechas por referentes del área en el país.

**Fase II (240 minutos).** Implementamos la propuesta didáctica a lo largo de dos encuentros de 120 minutos cada uno. Durante el primer encuentro, se llevaron a cabo las Actividades 1 a 3 y, durante el segundo encuentro, se realizaron las Actividades 4 y 5.

*Actividad 1: ¿Qué tipo de predicciones son interesantes?*

La intervención comenzó con una actividad orientada a poner en cuestión las intuiciones. Para eso, se les preguntó si creían que era preferible una predicción *infalible*, es decir que pudiéramos asegurar que iba a probarse verdadera, o una predicción que tan solo *podría* llegar a verificarse. Todo el grupo acordó en que era mucho mejor una predicción que no fuera a fallar. Frente a esta respuesta, se les proporcionó, entonces, la siguiente predicción: "La Copa del Mundo la va a ganar uno de los 32 seleccionados que participan en el Mundial". Frente a la reacción general (hubo quienes rieron, otras personas expresaron su desilusión), se les preguntó cuál era el problema con esa predicción y, por supuesto, señalaron que casi no proporcionaba información: ella es compatible con que el Mundial lo ganara Francia, con que lo ganara España, con que lo ganara Brasil, incluso con que sucedieran escenarios sorprendentes como que lo ganaran Qatar o Canadá: simplemente, no se pronuncia por ninguna alternativa en concreto. Esto dio pie a introducir una primera idea: las predicciones que proporcionan información muy específica corren más riesgos de probarse falsas. Es decir, el precio de la informatividad es la falibilidad; un enunciado *con pocos riesgos de fallar* -la "predicción" sobre el ganador del Mundial solo fallaría si, por algún motivo, el Mundial se suspendiera y, en consecuencia, no lo ganara nadie- es mucho menos interesante que una predicción arriesgada, que nos diga con mucha precisión cómo será el mundo y que, por eso mismo, pueda fallar. A partir de diversos ejemplos, se presentó, entonces, la noción de *falsabilidad*.

*Actividad 2: Urano, Neptuno y las predicciones científicas*

A continuación, se les relató la historia del descubrimiento de Neptuno. Se trata de un evento famoso de la historia de la ciencia: los enunciados que registraban las posiciones en las que se observaba al planeta Urano no eran compatibles con las predicciones basadas en la mecánica newtoniana junto con el supuesto de que el Sistema Solar tiene solo siete planetas. En consecuencia, la

comunidad científica hizo una hipótesis muy precisa y, por lo tanto, muy arriesgada: que, en cierta posición específica, debía observarse un octavo planeta, cuya influencia gravitatoria explicaría las posiciones "anómalas" de Urano. La predicción no fue algo inespecífico como "Se observará un planeta en *algún lugar*", hipótesis que habría corrido menos riesgos, pero, por ello mismo, habría sido menos interesante. El planeta fue efectivamente hallado en la posición predicha y es el que actualmente conocemos como Neptuno. Este relato permitió mostrar con un ejemplo histórico real el tipo de predicciones que esperamos que haga -y efectivamente hace- la ciencia. Las consideramos "interesantes" porque no solo nos proporcionan información muy específica, sino que, además, nos permiten contrastarlas con la realidad. Esta actividad permitió profundizar en la noción de falsabilidad y dio lugar a presentar, en la siguiente actividad, los indicios de no falsabilidad.

#### *Actividad 3: Indicios de no falsabilidad*

Se dividió al grupo en 10 equipos de 5 o 6 integrantes y se les repartió una hoja impresa que contenía ocho enunciados (Tabla 1, columna izquierda). La consigna fue la siguiente: "Para los siguientes enunciados, piensen y describan qué acciones llevarían a cabo que les pudieran permitir, llegado el caso, descartarlos como *falsos*. Por ejemplo: si alguien me dice 'Mi amigo Juan es alto', una posibilidad es interpretar que 'alto' quiere decir 'de más de 1.75 m.' y medir a Juan con un metro. Si no mide más de 1.75 m., es falso que Juan sea alto". Se le solicitó a cada equipo que escribiera sus respuestas. En la Tabla 1 (columna central), se muestran algunas de las más representativas. El trabajo en grupos se desarrolló a lo largo de 20 minutos. Al cabo de ese lapso, se realizó una puesta en común que permitió arribar a los tres criterios de no falsabilidad a partir de los ejemplos trabajados.

El objetivo era lograr que se dieran cuenta de que, para los casos infalsables, no era posible pensar acciones para su contrastación, ya sea por su compatibilidad con cualquier desenlace, por la ausencia de reglas de correspondencia o por enunciar posibilidad. De hecho, esto fue lo que ocurrió a grandes rasgos. Para los casos falsables (1, 2, 4 y 5) rápidamente pudieron pensar algún tipo de situación que permitiera contrastar el enunciado. En cambio, para los casos no falsables (3, 6, 7 y 8), o bien directamente no respondieron nada o pusieron que no sabían cómo hacerlo, o bien, en los casos en que sí dieron una respuesta, no describieron situaciones específicas de contrastación. La puesta en común y la enunciación de los criterios de no falsabilidad demandó 60 minutos.

#### *Actividad 4: Lo falsable y lo "interesante"*

Una vez que la distinción entre falsable y no falsable fue trabajada en profundidad, consideramos importante trabajar sobre la distinción ulterior dentro de la categoría de *falsable*: aquellos enunciados que ya se mostraron *falsos* (es decir falsables falsos) y aquellos que *aún no han sido falsados* (los realmente "interesantes"). Para mostrar la importancia de esta distinción, apelamos nuevamente a una

historia de la ciencia: la de la terapia de irradiación de bebés. Durante décadas, a comienzos del siglo XX, esta terapia se utilizó con el fin de reducir el tamaño del timo en infantes. Se creía que su agrandamiento era el responsable de la muerte súbita. Con el tiempo, esto se probó falso y la terapia fue abandonada. Al terminar de relatar la historia, les preguntamos si considerarían apropiado hoy en día que alguien de la comunidad médica recomendara utilizar la terapia de irradiación o continuar dedicando recursos a investigar esta terapia. Todo el grupo acordó que no lo sería. Utilizamos esto como punto de partida para hablar acerca de programas de investigación que ya han sido descartados y mencionamos la frenología como un ejemplo. Así, introducimos la idea de que los enunciados falsables que ya

**Tabla 1: Enunciados presentados para la actividad 3, respuestas representativas de estudiantes y clasificación correcta según la propuesta de este artículo**

| <b>Enunciados</b>  | <b>Respuestas de estudiantes<br/>(¿cómo contrastarían...?)</b>  | <b>Clasificación correcta</b>                        |
|--|---|--|
| 1. Esta persona pesa 75 kg.  | "Pesarla en una balanza"  | Falsable   |
| 2. La Tierra es plana.   | "La vemos desde un satélite"<br>"Subimos a un cohete y vemos la Tierra"   | Falsable   |
| 3. Brasil podría ganar el Mundial.   | "Puede ser cualquiera, hasta ahora no se puede saber"<br>"Hay que esperar a la final"<br>"Brasil tiene chances pero siempre puede ocurrir algo que cambie el resultado" | No falsable<br>Enuncia posibilidad                   |
| 4. En una reacción de combustión, se consume el oxígeno del aire.                              | "Realizando la reacción y viendo lo que sucede"<br>"Si hacemos una reacción en donde no haya oxígeno"<br>"Intentar hacer fuego en el espacio"                           | Falsable   |
| 5. En diciembre habrá cambios en el país.  | "Puede haber pero no sabemos qué cambios habrá"<br>"Dependiendo el tipo de cambio se podría decir que el país cambia constantemente"                                    | No falsable<br>Inespecífico                          |
| 6. Los pulpos cambian de color cuando se sienten amenazados.                                   | "Amenazando a un pulpo y viendo qué pasa"<br>"Sometiendo a un pulpo a distintas pruebas"<br>"Intentaríamos atacarlo"  | Falsable   |
| 7. El próximo año, aunque será pacífico, también tendrá dosis de violencia.                    | "Habría que ver violencia en todos lados"<br>"Siempre hay violencia"  | No falsable<br>Ausencia de reglas de correspondencia |
| 8. Las energías de todos los seres vivos en el planeta están interconectadas. Todos somos uno. | "Extinguiendo a un ser vivo y viendo qué pasa"<br>"Inventaríamos un chip que nos diga si estamos todos conectados"  | No falsable<br>Ausencia de reglas de correspondencia |

se han probado como falsos también deben ser descartados como conocimiento y que los enunciados realmente "interesantes" son los falsables que aún no han sido falsados: en ellos se centra la ciencia.

También, presentamos los enunciados imperativos y discutimos su no falsabilidad.

La clasificación completa se volcó en el pizarrón a la vista de todo el grupo para dar lugar a la siguiente actividad.

**Tabla 2: Enunciados presentados para la actividad 5 y clasificación correcta según la propuesta de este artículo**

| <b>Enunciados</b>   | <b>Clasificación correcta</b>                                    |
|---|--|
| 1. "Como es arriba, es abajo; como es abajo, es arriba". Este es el principio fundamental para la astrología. [...] Entonces se mueve algo en el cielo y, en simultáneo, algo se mueve en la Tierra.    | Descriptivo no falsable<br>Ausencia de reglas de correspondencia |
| 2. JUNIO. Es el mejor mes para contraer matrimonio en caso de tener las condiciones personales apropiadas.  | Descriptivo no falsable<br>Inespecífico                          |
| 3. [2020] es un buen año para viajar, para conocer a una persona en el extranjero. ¿Has conocido a alguien al otro lado al mundo? Ve a verlo.   | Falsable falso   |
| 4. No existe una tarjeta de crédito que pueda comprar tiempo, usá cada segundo como si fuera el último.   | Imperativo no falsable   |
| 5. Algunas de las frases que pueden llegar a decir los Fuegos son: "El no ya lo tenés", "El que no arriesga no gana".   | Descriptivo no falsable<br>Enuncia posibilidad                   |
| 6. [En el 2021] la OMS, Organización Mundial de la Salud, se disolverá a causa de estafas y asociaciones ilícitas que lucraron con la salud de la humanidad.  | Falsable falso   |
| 7. La personalidad de Agua, si está en su versión densa, puede ser muy manipuladora y destructiva.  | Descriptivo no falsable<br>Enuncia posibilidad                   |
| 8. [2020] va a ser un año realmente con protección, en el que uno se va a sentir cómodo y va a poder caminar por la calle.  | Falsable falso   |
| 9. Cuando Fuego y Agua están en la misma sintonía, es el combo de la pasión [...]. Esta combinación puede dar una personalidad bastante irritable, que reacciona frente al más mínimo estímulo externo. | Descriptivo no falsable<br>Enuncia posibilidad                   |
| 10. Si pertenecés a la clase media argentina, tenés formación universitaria y en tu carta natal tenés Venus en Géminis, lo más probable es que te guste y disfrutes leer a Borges o a Cortázar.         | Descriptivo no falsable<br>Enuncia posibilidad                   |

*Actividad 5: Aplicando la clasificación*

Dividimos a todo el grupo en 10 equipos de 5 o 6 participantes (diferentes de los que se habían formado en la Actividad 3) y les repartimos una hoja con diez enunciados (Tabla 2, columna izquierda). La consigna fue la siguiente: "Para cada uno de estos pasajes, clasifíquelo según las categorías que distinguimos". El trabajo en grupos se desarrolló a lo largo de 20 minutos. Al cabo de ese lapso, se realizó una puesta en común para discutir las elecciones de cada equipo y la clasificación correcta.

Durante la puesta en común, quedó en evidencia que, si bien habían podido identificar adecuadamente los enunciados falsables falsos (3, 6 y 8), los inespecíficos (2) y los que implicaban posibilidad e imperativos (5, 7, 9 y 10), les resultó mucho más difícil distinguir los que no tenían reglas de correspondencia (1).

**Fase III (20 minutos).** Realizamos una segunda evaluación para analizar el impacto de la intervención (postest). Nuevamente, se entregó a cada estudiante una hoja impresa que incluía doce enunciados diferentes (Tabla 4, columna derecha) y se les pidió que señalaran si se trataba de enunciados contrastables o no. Una vez más, todos los enunciados referidos a astrología se recuperaron de libros, diarios y publicaciones en redes sociales hechas por grandes referentes del área en el país.

#### **4. Resultados**

En la Tabla 3, se muestran los resultados del pretest como porcentajes de elección correcta en cada caso (respecto al total de estudiantes). En la Tabla 4 se muestran los resultados correspondientes del postest. En ambos casos, se señalan en *itálicas* los enunciados falsables.

##### **4.1. Promedio de respuestas correctas**

El promedio de respuestas correctas en el pretest resultó ser del 44,8 %, es decir, muy similar al equivalente a responder al azar (50 %). En el postest, el porcentaje de respuestas correctas aumentó significativamente hasta alcanzar un promedio de 72,9 %.

La comparación de los resultados promedios de respuestas correctas en la identificación de enunciados como falsables y no falsables puede darnos una idea de la efectividad de la intervención a grandes rasgos, pero no nos aporta información acerca de la calidad de las respuestas obtenidas. Para ello, existen otros parámetros que pueden utilizarse como medidas de relevancia: la *precisión* y la *exhaustividad*.

#### 4.2. Precisión y exhaustividad

En los problemas de clasificación binaria, pueden darse cuatro casos posibles:

- Verdaderos positivos: casos positivos que se identifican como tales.
- Verdaderos negativos: casos negativos que se identifican como tales.
- Falsos negativos: casos positivos que se identifican como negativos, también conocidos como errores de tipo I.
- Falsos positivos: casos negativos que se identifican como positivos, también conocidos como errores de tipo II.

Según el caso, el costo de cometer un error de tipo I o un error de tipo II puede ser muy diferente.

La *precisión* refiere a la proporción de identificaciones positivas correctas y es un parámetro útil cuando el costo de falso positivo es alto. La *exhaustividad* refiere a qué proporción de positivos reales se identificó correctamente. Es un buen parámetro para utilizar cuando hay un alto costo asociado con falso negativo. Ambos valores oscilan entre 0 y 1. Así, quien que no responde con falsos positivos tiene una precisión de 1 y, si no produce falsos negativos, una exhaustividad de 1.

**Tabla 3: Porcentaje de elección correcta para cada uno de los enunciados durante el pretest**

| <b>Enunciados Fase I (pretest)</b>   | <b>%</b> |
|--|----------|
| a. Tip: regalate un día tranquilo, donde puedas reordenar tu casa y buscar un nuevo orden de cosas.                                    | 16       |
| b. Con el Eclipse caen fichas sobre lo más recóndito de mi subconsciente. Atención a los sueños y lo que surja en terapia.             | 65       |
| c. Venus estará en conjunción con Marte y la Luna el 24 de este mes.   | 73       |
| d. La Tierra es plana.   | 49       |
| e. Momento para ordenar temas administrativos, estar en contacto con la naturaleza, alimentarte bien y disfrutar lo simple de la vida. | 25       |
| f. La Tierra gira alrededor del Sol.   | 84       |
| g. Puede que te mudes, que reformules tu hogar o que esté cambiando tu relación con tu lugar de pertenencia.                           | 33       |
| h. La vitamina C no previene los resfríos.   | 61       |
| i. El cambio principal puede comenzar a ser la profesión y que aporta usted a la sociedad.   | 33       |
| j. Argentina va a ganar el mundial.  | 43       |
| k. Buen momento para poner en palabras tus emociones, tus miedos y tus deseos y para hacer terapias alternativas.                      | 39       |
| l. Este mes usted va a ganar a la lotería.   | 10       |

Para poder calcular ambos parámetros, primero, es necesario establecer a qué llamaremos "positivo" y "negativo" en este caso. Eso dependerá de qué consideremos más relevante para nuestra intervención didáctica. En este caso, dado que los discursos astrológicos son mayormente no falsables, consideramos que es más relevante que sean capaces de identificar este tipo de enunciados. Dado que la *precisión* representa la fracción de "positivos" detectados, en este caso, indicará cuántos enunciados de los que identificaron como no falsables realmente lo eran. *Exhaustividad*, por otra parte, hace referencia a la cantidad de predicciones "positivas" que fueron correctas; en este caso, del total de enunciados no falsables, cuántos pudieron identificar.

Los resultados se muestran en la Tabla 5. Tanto la precisión como la exhaustividad se modificaron apreciablemente y de forma similar luego de la implementación de la secuencia didáctica, lo que indica el éxito de la intervención.

**Tabla 4: Porcentaje de elección correcta para cada uno de los enunciados durante el postest**

| <b><i>Enunciados Fase III (postest)</i></b>  | <b><i>%</i></b> |
|--|-----------------|
| <i>a. Si usted es de Géminis, el mes que viene va a contraer matrimonio.</i>   | 73              |
| <i>b. Consejo: conectá con el elemento agua (literal o simbólicamente).</i>  | 86              |
| <i>c. Actividad sugerida: como se está moviendo mucha energía en el ámbito familiar, te recomendamos estar tranquila en tu casa y disfrutar habitar ese espacio.</i>   | 73              |
| <i>d. Los astros nos indican que en el 2030 el Mundial será organizado por Argentina, Uruguay, Paraguay y Chile.</i>   | 75              |
| <i>e. El próximo eclipse lunar se registrará el 5 de mayo de 2023.</i>   | 91              |
| <i>f. Gran momento para flexibilizar la mirada y cambiar patrones repetitivos.</i>   | 57              |
| <i>g. Los gatos tienen cinco patas.</i>  | 80              |
| <i>h. Todas las Lunas nuevas simbolizan aperturas o inicios de ciclo [...], es decir que esta energía nos prepara para iniciar algo con mucha más profundidad y capacidad de renovación emocional.</i>         | 55              |
| <i>i. El agua, a presión normal, hierve a 100°C.</i>   | 82              |
| <i>j. Expandite con confianza. También pueden venirse viajes.</i>  | 75              |
| <i>k. El uso de barbijo disminuye las probabilidades de contagiarnos de COVID.</i>   | 75              |
| <i>l. Son días donde pueden caer muchas fichas sobre lo que tenemos que soltar, recordando que, como los árboles en otoño, es necesario dejar caer lo que ya está muerto para que luego vengan las flores.</i> | 55              |



**Tabla 5: Comparación de porcentaje de elección correcto, precisión y exhaustividad para cada instancia de evaluación. Las desviaciones estándares se indican entre paréntesis**

|                      | <b>Pretest</b> | <b>Postest</b> |
|----------------------|----------------|----------------|
| <b>% correctas</b>   | 44,3 (22,8)    | 72,9 (12,0)    |
| <b>Precisión</b>     | 0,42 (0,25)    | 0,74 (0,29)    |
| <b>Exhaustividad</b> | 0,35 (0,25)    | 0,68 (0,28)    |

## 5. Conclusiones

En esta investigación, se propuso un abordaje teórico al problema de la ilegitimidad del discurso astrológico, tomando elementos de distintos epistemólogos de forma complementaria. A partir de este desarrollo, se diseñó una intervención didáctica enmarcada en el enfoque de Enseñanza de las Ciencias Naturales en Contexto (ECNC) con el objetivo de fomentar, en estudiantes de 14 a 17 años, la capacidad de distinguir enunciados cognoscitivamente ilegítimos -por infalsables o por falsos- respecto de aquellos que pueden constituir genuino conocimiento científico. La intervención incluyó una evaluación por medio de un pretest y un postest y la comparación de promedio de respuestas correctas y de precisión y exhaustividad mostró que la capacidad de identificación por parte del alumnado se incrementó apreciablemente.

Este trabajo proporciona evidencia preliminar de que, a partir de una intervención didáctica, es posible aumentar de forma significativa la capacidad de estudiantes de escuela secundaria de identificar enunciados falsables y no falsables, tal como se observó en otra oportunidad respecto de frases chequeables y no chequeables (Edelsztejn y Vázquez, 2021). A futuro, sería importar ampliar la muestra de estudio y analizar si este mismo abordaje puede utilizarse para otros discursos anticientíficos.

Es importante notar que, mientras la identificación de enunciados infalsables por *ser imperativos*, por *enunciar posibilidades* o por *ser inespecíficos* resulta comparativamente sencilla. La tarea de mostrar que un enunciado astrológico no presenta reglas de correspondencia que permitan contrastarlo con la realidad -y uno científico típicamente, sí- no es fácil de emprender sin un grado importante de alfabetización científica. Sin embargo, sí es factible, nuevamente, aprender a *formularse la pregunta* sobre si el enunciado en cuestión tiene o no tales reglas de correspondencia. En ese sentido, es posible inmunizar al estudiantado contra la astrología por vía de indicarle qué buscar ante esos discursos, cómo "dirigir la mirada" ante ellos. Estos resultados apoyan la necesidad de fomentar actividades educativas que desarrollen este tipo de competencias, como punto de partida fundamental para adquirir una alfabetización científica adecuada y habilidades de pensamiento crítico, en general.

## Referencias bibliográficas

- Allum, N. (2011). What Makes Some People Think Astrology Is Scientific? *Science Communication*, 33(3), 341-366. <https://doi.org/10.1177/1075547010389819>
- Alma DelUniverso [@AlmaDelUniverso]. (2021, julio 11). *Por otro lado, mientras más cerca del domingo caiga tu cumpleaños más significa que estás en una. Estás viviendo uno de los momentos más potentes y poderosos de tu vida aunque puede que te des cuenta con los años. Un único consejo: No resistas lo que se va* [Tweet]. Twitter. <https://twitter.com/AlmaDelUniverso/status/1414365805337321474>
- Aprende Astrología [@aprenastrologia]. (2022, octubre 25). *Asc Géminis. Reformulación de tu rutina, salud y alimentación. Buen momento para reorganizarte, alimentarte mejor y ver qué hábitos son saludables para tu cuerpo y tu vida diaria. Tip: Regalate un día tranquilo, donde puedas reordenar tu casa y buscar un nuevo orden de cosas* [Tweet]. Twitter. <https://twitter.com/aprenastrologia/status/1584870912590901248>
- Aruguete, N. (2022, junio 15). Astrología digital, ¿un mercado espiritual? *Cenital*. <https://cenital.com/astrologia-digital-un-mercado-espiritual/>
- AstroMostra. (2021). *Astrología para hacer la revolución*. Penguin Random House Grupo Editorial Argentina.
- BBC. (2021). *The anxieties and apps fuelling the astrology boom*. <https://www.bbc.com/worklife/article/20210205-why-astrology-is-so-popular-now>
- Beck, J. (2018, enero 16). *Why Are Millennials So Into Astrology?* The Atlantic. <https://www.theatlantic.com/health/archive/2018/01/the-new-age-of-astrology/550034/>
- Bennett, J., Lubben, F. y Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91, 347-370. <https://doi.org/10.1002/sce.20186>
- Bok, B. J., Jerome, L. y Kurtz, P. (1982). Objections to Astrology. En *Philosophy of Science and the Occult*. State University of New York Press.
- Bok, B. J. y Mayall, M. W. (1941). Scientists Look at Astrology. *The Scientific Monthly*, 52(3), 233-244.
- Caamaño, A. (2011). Enseñar Química mediante la contextualización. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 69, 21-34.
- Caamaño, A. (2017). Del CBA I EL CHEM a la química en context: Un recorregut pels projectes de química des dels anys setanta fins a l'actualitat | Educació química. *Educació química*, 20, 13-24.
- Carlson, S. (1985). A double-blind test of astrology. *Nature*, 318(6045), Art. 6045. <https://doi.org/10.1038/318419a0>

Carvajal, I. M. y Puig, N. S. i. (2017). Potencialitats i problemàtiques dels projectes de química en context. *Educació química*, 20, Art. 20.

Chalmers, A. F. (1999). *What is this thing called science?* (3rd ed). Hackett Pub.

Cova, J. (s. f.). Astronomía y Astrología entre Estudiantes Universitarios. *Ciencias*, 149(14), 9. <https://generales.uprrp.edu/divulgacionfeg/wp-content/uploads/sites/23/2020/01/jcova.pdf>

Culver, R. B. (1988). *Astrology: True or false?: a scientific evaluation*. Prometheus Books.

Cybel, D. (2021, diciembre 8). Astromostra: "El pensamiento astrológico puede convivir con la ciencia". *El Grito del Sur*. <https://elgritodelsur.com.ar/2021/12/astromostra-pensamiento-astrologico-puede-convivir-con-la-ciencia.html>

Dari, L. S. (2020). *Horóscopo chino 2021*. Penguin Random House Grupo Editorial Argentina.

De Robertis, M. M. y Delaney, P. A. (1999). A Second Survey of the Attitudes of University Students to Astrology and Astronomy. *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, 94, 112-122.

Del Vigo, A. (2022, abril 27). Politóloga y astróloga: ¿Quién es Lu Gaitán y cómo combina ambos saberes? *La Nación*. <https://www.lanacion.com.ar/revista-ohlala/politologa-y-astrologa-quien-es-lu-gaitan-y-como-combina-ambos-saberes-nid27042022/>

Díaz Virzi, S. (2022, enero 20). La politóloga y astróloga que busca reconectar a Occidente con la magia. *Clarín*. [https://www.clarin.com/astrologia/lu-gaitan-politologa-astrologa-busca-reconectar-occidente-magia\\_0\\_5uh7BTishg.html](https://www.clarin.com/astrologia/lu-gaitan-politologa-astrologa-busca-reconectar-occidente-magia_0_5uh7BTishg.html)

Edelsztein, V. y Vázquez, C. (2021), Checkable nutrition: a scientific literacy experience for students. *International Journal of Science Education*, 43(5), 777-792.

Fraknoi, A. (1989). *Your Astrology Defense Kit*. Sky and Telescope.

Gaitán, L. (2021). *Astrología para reencantar el mundo*. Planeta Argentina.

Gecewicz, C. (2018). 'New Age' beliefs common among both religious and nonreligious Americans. *Pew Research Center*. <https://www.pewresearch.org/fact-tank/2018/10/01/new-age-beliefs-common-among-both-religious-and-nonreligious-americans/>

Gilbert, J. K., Bulte, A. M. W. y Pilot, A. (2011). Concept Development and Transfer in Context-Based Science Education. *International Journal of Science Education*, 33(6), 817-837. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.493185>

Gutiérrez, L. (2018, marzo 23). AstroMostra, el astrólogo y escritor que interpreta el cielo en clave queer. *Agencia Presentes*. <https://agenciapresentes.org/2018/03/23/astromostra-astrologo-escritor-interpreta-cielo-clave-queer/>

Hansson, S. O. (2021). Science and Pseudo-Science. En E. N. Zalta (Ed.), *The*

*Stanford Encyclopaedia of Philosophy* (Fall 2021). Metaphysics Research Lab, Stanford University. <https://plato.stanford.edu/archives/fall2021/entries/pseudo-science/>

Hess, A. (2018, enero 1). How Astrology Took Over the Internet. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2018/01/01/arts/how-astrology-took-over-the-internet.html>

Irrazabal, M. G. y Esquivel, J. C. (2020). *Sociedad y religión en movimiento: Segunda encuesta nacional sobre creencias y actitudes religiosas en Argentina*. CEIL-CONICET.

Kelly, I. W. (1979). Astrology and science: A critical examination. *Psychological Reports*, 44, 1231-1240. <https://doi.org/10.2466/pr0.1979.44.3c.1231>

*Las predicciones 2020 para la Argentina que se hicieron virales-Infobae*. (2020, abril 7). <https://www.infobae.com/teleshows/infoshows/2020/04/07/las-desacertadas-predicciones-2020-para-la-argentina-que-se-hicieron-virales/>

Ludovica Squirru. (2022). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Ludovica\\_Squirru&oldid=144503048#Libros](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Ludovica_Squirru&oldid=144503048#Libros)

Lussich, R. (2020, abril 9). La trama secreta del video de las fallidas predicciones 2020: Traición, descargo y dolor. *Infobae*. <https://www.infobae.com/teleshows/infoshows/2020/04/09/la-trama-secreta-del-video-de-las-fallidas-predicciones-2020-traicion-descargo-y-dolor/>

Meroni, G., Copello, M. y Paredes, J. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educación Química*, 26. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.07.002>

Nagel, E. (1959). Methodological issues in psychoanalytic theory. En S. Hook, *Psychoanalysis, Scientific Method and Philosophy*. New York University Press.

Nentwig, P. M., Demuth, R., Parchmann, I., Gräsel, C. y Ralle, B. (2007). Chemie im Kontext: Situ-ating Learning in Relevant Contexts while Systematically Developing Basic Chemical Concepts. *Journal of Chemical Education*, 84, 1439. <https://doi.org/10.1021/ed084p1439>

Nicholson, R. (2018, marzo 11). Star gazing: Why millennials are turning to astrology. *The Observer*. <https://www.theguardian.com/global/2018/mar/11/star-gazing-why-millennials-are-turning-to-astrology>

Orth, T. (2022, abril 26). *One in four Americans say they believe in astrology | YouGov*. <https://today.yougov.com/topics/entertainment/articles-reports/2022/04/26/one-four-americans-say-they-believe-astrology>

Pairone, J. M. (2020, diciembre 5). Lu Gaitán: Un fenómeno que combina cultura pop con astrología, feminismo, ciencias políticas y ambientalismo. *La Voz del Interior*. <https://www.lavoz.com.ar/vos/cultura/lu-gaitan-un-fenomeno-que-combina-cultura-pop-con-astrologia-feminismo-ciencias-politicas-y/>

Pew Research Center (2018, mayo 29). 5. Attitudes toward spirituality and religion. *Pew Research Center's Religion & Public Life Project*. <https://www.pewresearch.org/religion/2018/05/29/attitudes-toward-spirituality-and-religion/>

Pilot, A. y Bulte, A. M. W. (2006). Why Do You "Need to Know"? Context-based education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 953-956. <https://doi.org/10.1080/09500690600702462>

Popper, K. R. (2002). *The logic of scientific discovery*. Routledge.

Roff Farrar, A. (2022). *Why is astrology making a twenty-first-century comeback?* <https://www.panmacmillan.com/blogs/lifestyle-wellbeing/the-popularity-of-astrology>

Sagan, C. (1985). *Cosmos*. Ballantine Books.

Sober, E. (2000). *Philosophy of biology* (2nd ed). Westview Press.

Steele, O. y Peacher, C. (2022). Belief in Astrology Gains Popularity in Teen Culture. *The Blazer*. <https://gehsnews.com/3364/ae/belief-in-astrology-gains-popularity-in-teen-culture/>

Sugarman, H., Impey, C., Buxner, S. y Antonellis, J. (2011). Astrology Beliefs among Undergraduate Students. *Astronomy Education Review*, 10. <https://doi.org/10.3847/AER2010040>

Tessa, S. (2021, enero 22). Astrología feminista: Qué puede esperarse de 2021 | Un mapa donde trazar los anhelos. *Página 12*. <https://www.pagina12.com.ar/318592-astrologia-feminista-que-puede-esperarse-de-2021>

Zarka, P. (2009). Astronomy and astrology. *Proceedings of the International Astronomical Union*, 5(S260), 420-425. <https://doi.org/10.1017/S1743921311002602>