

DEMO 158

Método científico: el sistema axiomático
Cucarachas o alienígenas



Fig. 1. El Premio Nobel de Física

Autor de la ficha	Roberto Pedrós
Palabras clave	Sistema axiomático; hipótesis; predicción
Objetivo	Entender el sistema axiomático usado en la Ciencia; Que los estudiantes aprendan nuevas letras griegas
Material	Fichas con texto; golosinas
Tiempo de Montaje	Nulo

Descripción

Desarrollo

Esta demo se basa en la interacción con los estudiantes. Los distribuiremos en grupos y solo uno de ellos ganará el premio Nobel de Física por su contribución a la Ciencia.

Primera Parte: observación

Pedimos a uno de los estudiantes que salga del aula. Salimos con él y cerramos la puerta para que el resto no oiga cuando le expliquemos en qué va a consistir la demo. Ese estudiante será el sujeto de estudio y realizará una acción concreta: subirse a la tarima y dar un golpe en la mesa. El resto de sus compañeros ha de explicar las causas de esa acción y predecir qué va a hacer a continuación el sujeto de estudio. La información necesaria se reparte a los estudiantes en unas fichas. Hay cuatro tipos diferentes de fichas, y todos contienen 3 frases (ver **Tabla 1**) y una conclusión. La conclusión de las 3 frases será la acción que va a realizar el sujeto de estudio: el golpe en la mesa el profesor.

Leídas ya las fichas, el sujeto de estudio entra en clase, se sube a la tarima, mira a todos, y da un sonoro golpe en la mesa con la mano abierta. En ese momento el profesor congela el tiempo de la acción. Todos los sistemas son capaces de explicar por qué el sujeto ha dado un golpe en la mesa, utilizando distintas suposiciones. Sin embargo, solo uno de los sistemas va a explicar correctamente por qué ha dado la palmada en la mesa. Y lo sabremos porque el sistema ganador será capaz también de predecir lo que dirá el sujeto a continuación (lo lleva escrito el sujeto en su ficha).

Tabla 1. Cada sistema consta de 3 afirmaciones basadas en la experiencia. La conclusión que se extrae de las 3 afirmaciones está basada en la lógica y cuadra con los hechos observados. Cada sistema irá en una tarjeta diferente.

<p>Sistema gamma: γ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El sujeto va a decir algo y se sube a la tarima. 2. El sujeto se ha enfadado porque no nos callamos 3. El sujeto va a hacer algo para llamar nuestra atención <p>Conclusión: El sujeto va a dar un golpe en la mesa</p>	<p>Sistema rho: ρ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El sujeto va a decir algo y se sube a la tarima 2. El sujeto mataría a golpes todas las cucarachas del mundo 3. El sujeto ha visto una cucaracha en la mesa <p>Conclusión: El sujeto va a dar un golpe en la mesa</p>
<p>Sistema etha: η</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El sujeto va a decir algo y se sube a la tarima 2. El sujeto es un alienígena 3. Los alienígenas saludan dando golpes <p>Conclusión El sujeto va a dar un golpe en la mesa</p>	<p>Sistema tau: τ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El sujeto es carpintero además de estudiante 2. El sujeto duda de la estabilidad de la mesa del profesor 3. El sujeto ha de comprobar con un impacto la estabilidad <p>Conclusión El sujeto va a dar un golpe en la mesa</p>



Segunda parte: predicción

Ahora los sistemas han de ser capaces de predecir cuáles serán las palabras que dirá el sujeto a continuación. En la parte de detrás de las tarjetas están las predicciones de cada sistema (**Tabla 2**)

Tabla 2. Predicciones de cada uno de los sistemas de la **Tabla 1**. Irán en la parte de atrás de las tarjetas.

Predicción gamma: γ “¡Callaos ya!”	Predicción rho: ρ “¡Muere cucaracha asquerosa!”
Predicción etha: η “¡Vais a morir terrícolas!”	Predicción tau: τ “¡Esta mesa hay que cambiarla!”

Los sistemas han hecho sus predicciones. Silencio absoluto en el aula y el profesor pone en marcha el tiempo de la acción. El sujeto dice en voz alta la frase que lleva escrita en la tarjeta. El sistema que prediga la frase correctamente será el ganador y recibirá el premio Nobel (representado por una golosina, **Fig. 1**). El sujeto de estudio dirá:

- ¡Callaos de una vez!

Interpretación

Los sistemas que hemos construido están basados en la lógica introducida por Aristóteles. Existen unas afirmaciones basadas en la experiencia (llamadas axiomas) que permiten hacer otras afirmaciones (llamadas conclusiones) utilizando una construcción humana llamada lógica. La palabra axioma proviene del griego (ἀξίωμα) y significa “lo que parece justo”. Veamos un ejemplo:

Axioma 1. Aristóteles es un hombre.

Axioma 2. Todos los hombres se equivocan a veces.

Conclusión lógica: Aristóteles se equivoca a veces.

El método científico usa la lógica para construir una herramienta llamada modelo o teoría. Resumido en una frase, esta herramienta es una simplificación de la realidad que se utiliza para explicar lo que se observa y para predecir lo que va a pasar. En la lógica hay dos categorías fundamentales: lógica deductiva y lógica inductiva. Las Matemáticas usan la lógica deductiva (va de lo particular a lo general), mientras que las Ciencias experimentales usan la lógica inductiva (va de lo general a lo particular). Por eso sus modelos:

- Necesitan la observación directa: experiencia.
- Las observaciones se resumen en ideas claves (axiomas)
- Los modelos han de explicar lo que se observa a partir de los axiomas y la lógica: el golpe en la mesa.
- Los modelos han de predecir hechos (la frase del sujeto) y estas predicciones han de cumplirse.

Todos los sistemas eran capaces de explicar el golpe en la mesa. Sin embargo solo uno de los sistemas es capaz de predecir lo que dice el sujeto a continuación. El sistema **etha** (η) lo predice, aunque no exactamente con las mismas palabras (no acierta al 100%). Sin embargo, es una predicción acertada, sobre todo comparada con las otras predicciones. En Física los modelos deben de predecir con una efectividad de al menos el 90%

A diferencia de la lógica deductiva (utilizada en Matemáticas) en la lógica inductiva nunca se está completamente seguro de que los axiomas sean los correctos. Lo serán mientras las predicciones se cumplan (aunque a veces no se cumplan al pie de la letra). Por eso las teorías pueden cambiar sus axiomas o añadir nuevos: para poder explicar nuevas observaciones (*ver demo en preparación sobre los Teoremas de Incompletitud de Gödel*). Y por eso probablemente un grupo de estudiantes dirá que el grupo ganador no merece las golosinas, porque no ha predicho **exactamente** las palabras.

Nota final sobre los sistemas

Si analizamos todos los golpes que se dan en las mesas de profesor y todas las cosas que se dicen, podríamos llegar a una conclusión interesante. Si alguien da un golpe en la mesa del profesor, es más probable que diga “callaos” y no “vais a morir terrícolas”. Incluso las cucarachas son más probables que los alienígenas. Esto constituye un axioma que utilizan los médicos

Si escuchas ruido de cascos, piensa en caballos, no en cebras.

Se recomienda a los estudiantes de Medicina que para diagnosticar enfermedades, piensen primero en las enfermedades más habituales (aunque presenten síntoma raros), en vez de pensar directamente en enfermedades raras. Porque justamente lo que hace raras a las enfermedades es lo poco probable que ocurran, aunque los síntomas cuadren con ellas.

Sugerencias