

La Astronomía forma parte del currículo escolar, sin embargo esa supervivencia en el temario no se corresponde con un análisis de la experiencia. ¿Qué es lo que realmente enseñamos y aprendemos en la escuela?

EL SOL NO SALE POR EL ESTE

MARCOS PÉREZ MALDONADO

MUSEOS CIENTÍFICOS CORUÑESES

“Mira bien y verás una cinta de polvillo harinoso y espeso, un borrón que parece de plata o de nácar. ¿Lo ves?”

Cuando en 1918 Federico García Lorca escribió este fragmento del poema *Santiago (balada ingenua)* seguramente pocos de sus lectores tenían dificultad para identificar a su protagonista, la Vía Láctea. Ese trazo de luz pálida recorre el cielo en las noches más oscuras, y su presencia es tan poderosa que nadie puede sustraerse a su misterio. Para los egipcios era el mismísimo Nilo, que continuaba hasta el cielo regando también las moradas de los dioses, y según los Incas era un río que transportaba hasta el cielo el agua que luego habría de caer en forma de lluvia. Otros vieron allí serpientes mitológicas, el espinazo de un animal gigantesco que se había tragado la Tierra, la soldadura de los hemisferios celestes o, simplemente, el camino que unía la Tierra con el firmamento. Sin embargo, hoy la Vía Láctea se ha convertido en una extraña. Hasta los niños saben que es la galaxia en la que vivimos, pero ¿cuántos de ellos la han visto en el cielo?

Desde la antigüedad las nociones básicas sobre el firmamento forman parte de la cultura popular. El conocimiento sobre los puntos cardinales, la posición de la Estrella Polar, la identificación de los planetas y las principales constelaciones se transmitía al margen de las instituciones académicas, igual que los nombres de los animales o los rudimentos sobre meteorología. Esos conocimientos ya no son tan útiles como antaño, y además la vida urbana hace que cada vez sea más difícil ponerlos en práctica. En las ciudades vivimos encajados entre edificios que sólo dejan ver una parte del cielo, y antes de que se ponga el Sol ya se encienden las farolas, a veces tantas y tan potentes que más que para iluminar

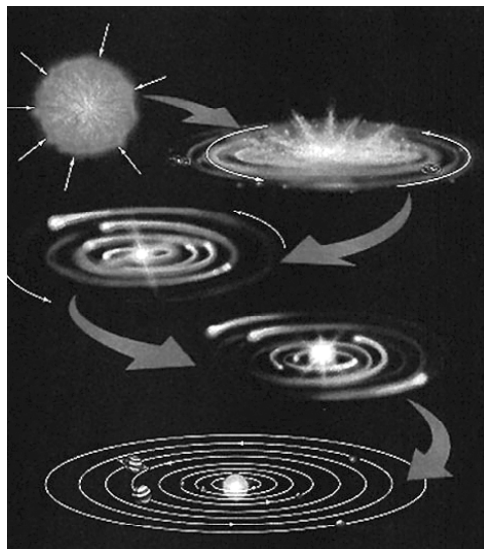


nuestros pasos, parece que las hayan puesto con la intención de erradicar la noche de nuestras vidas. Aún así, la astronomía sobrevive en los temarios escolares, pero sin el contraste de la experiencia, ¿qué es lo que realmente aprendemos en la escuela?

APRENDEMOS POR NUESTRA CUENTA

Las primeras nociones sobre el universo tienen que ver con nuestro planeta. Azul, fotogénico, redondito... ¡y nada menos que el hogar de la humanidad! No es de extrañar que una de las primeras cosas que aprendemos sobre el universo es que vivimos encima de una bola, por más que a nuestro alrededor la Tierra parezca esencialmente plana. Además, si es redonda no se entiende muy bien qué es lo que ocurre en la "parte de abajo". ¿Por qué no se escurren por allí las aguas del océano? ¿Cómo aguantan los habitantes de las antípodas todo el día con la cabeza hacia abajo? Una serie de estudios clásicos sobre la evolución de las ideas infantiles acerca de la forma de nuestro planeta demuestran que tras la respuesta de que la Tierra es redonda muchas veces se ocultan concepciones diversas, que incluyen planetas planos, esferas huecas habitadas en su interior o sólo en una parte de su superficie.

Estos estudios muestran la evolución de nuestra visión de la Tierra a lo largo de los años, y al mismo tiempo ponen en evidencia la que quizá sea la característica más importante a tener en cuenta en el aprendizaje de las ciencias: no esperamos a que nos enseñen para aprender. Al contrario, desde muy pronto comenzamos a desarrollar ideas propias sobre el mundo que nos rodea, elaborando modelos ad hoc en los que se integra lo que



intuimos, lo que observamos y lo que interpretamos de lo que nos cuentan. Esas nociones están teñidas de pensamiento científico: son críticas, presentan una cierta coherencia interna, se basan en la identificación de relaciones causa-efecto y utilizan recursos lógicos como las hipótesis y las extrapolaciones. Pero muchas veces son incorrectas, y para desesperación de los profesores, además presentan una extraordinaria resistencia al cambio.

Y APRENDEMOS LO QUE NOS ENSEÑAN

La forma en que construimos nuestro conocimiento sobre el universo constituye el trasfondo del proceso de aprendizaje, pero la materia prima de ese aprendizaje es la que por ley define el currículum, matizada después en el aula por la costumbre y los intereses de cada profesor. Lógicamente, la selección de esos contenidos responde a una serie de criterios, explícita o implícitamente asumidos por la comunidad educativa. Así, por ejemplo, suelen escogerse temas que están al alcance de los alumnos en cada etapa, susceptibles de integrarse en un proceso de aprendizaje con una secuenciación a medio y largo plazo; que se consideran relevantes para los

alumnos y para la sociedad de la que forman parte y, por qué no, que resulten fáciles de enseñar y, sobre todo, de evaluar. Estas consideraciones no sólo ayudan a definir qué es lo que se enseña, sino también cómo se enseña. La reflexión es especialmente oportuna cuando hablamos de la evaluación, un proceso importante, pero que en muchos casos acaba dominando la totalidad del discurso educativo. Lo cierto es que hay que estar extraordinariamente concienciado para sus-

traerse a las ventajas del oportunismo intelectual, característico de nuestra especie, que hace que buena parte del esfuerzo de enseñar y aprender se limite a lo que "entra en el examen". Desgraciadamente, las investigaciones sobre las pruebas de evaluación revelan una tendencia a exigir únicamente lo que se ha dado en clase, de la misma forma en que se ha explicado, centrándose en preguntas que exigen memorización de datos y aplicación de conocimientos a casos vistos con anterioridad en detrimento de aquellas que implican comprensión, ejercicios de síntesis y análisis o de valoración crítica.

LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA VISTA DESDE EL PLANETARIO

Las visitas diarias de escolares al Planetario de la Casa de las Ciencias, una institución situada en los márgenes del sistema educativo, frontera con el territorio de la educación no formal, nos ha permitido reflexionar sobre la enseñanza de la astronomía. El primero es que todo lo que tiene que ver con la astronomía y la exploración espacial despierta un enorme interés entre los alumnos, no tan intenso que el que puedan despertar los dinosaurios en algunos casos pero desde luego sí más

unánime. Esta fascinación no es sorprendente, ya que la astronomía carece del "reverso tenebroso" que aqueja a otras ciencias; que ayuda a encontrar respuestas a las preguntas sobre nuestro lugar en el universo y nos acerca a los emocionantes desafíos que plantea la exploración espacial, acaso la última gran aventura al alcance de nuestra especie. El carácter popular de esta ciencia se pone de manifiesto en la abundancia de noticias positivas en los medios de comunicación, o en la existencia de agrupaciones de aficionados que disfrutan observando el firmamento. No cabe duda de que este tirón ayuda a implicar al alumnado, e incluso puede constituir un recurso para dar sentido a otros que en principio no parecen despertar tanto entusiasmo. El saludable sentido crítico que lleva a muchos alumnos a cuestionarse de qué les vale aprender matemáticas, química o física puede recibir una adecuada respuesta integrando esos contenidos en el marco de un proyecto más amplio, como pueda ser la medición del radio de la Tierra según el método de Eratóstenes, la construcción de un pequeño cohete o el cálculo de la trayectoria de una nave que deba llegar hasta Marte.

Este aspecto enormemente positivo de la astronomía se combina con otro más desalentador, relacionado con lo que de facto aprenden los alumnos. La mayoría de ellos adquieren ideas muy precisas sobre el universo, y especialmente sobre el Sistema Solar. Afortunadamente se trata de un modelo sencillo, consistente en una estrella, una corte de planetas con sus respectivos satélites y otros astros accesorios, como los asteroides, dispuestos en un anillo entre las órbitas de Marte y Júpiter, y los cometas, una cáscara de pequeños astros



helados que rodea todo el Sistema Solar. Y luego, más allá, el resto de estrellas de la Vía Láctea, y las que se arraciman por millones en otras galaxias. El modelo de Sistema Solar es tan sencillo y ordenado que nos permite aprender fácilmente las posiciones de los planetas, y si nos centramos en la Tierra, el Sol y la Luna, hasta nos permite comprender fenómenos tan llamativos como la sucesión de los días y las noches, los cambios de fase en la Luna o el paso de las estaciones.

Sin embargo, estos conocimientos del Sistema Solar suelen quedar confinados a la lógica del propio modelo, un poco como ocurre con otros clásicos de la ciencia escolar, como el átomo o, en menor medida, la célula. En todos estos casos lo que aprendemos explica el funcionamiento del modelo, pero no acabamos de ver la forma en que ese modelo nos ayuda a comprender mejor la realidad a la que hacen referencia. De hecho, en el caso de la astronomía es habitual que se preste bastante atención a la evolución del propio modelo, y en especial al traumático abandono del viejo universo geocéntrico por la visión heliocéntrica del que hoy disfrutamos gracias a la Ciencia. Sin embargo, no podemos olvidar que ya Piaget era consciente de que "para la ciencia cambiar de una perspectiva geocéntrica a otra heliocéntrica requi-

rió una gigantesca hazaña de descentrismo. Pero el mismo tipo de procesos puede verse en los niños". El peligro de centrar la enseñanza de la astronomía únicamente en los modelos es que éstos se conviertan en un fin en sí mismo, cuando lo cierto es que sólo son una herramienta de la que nos servimos para describir la realidad. Y en el caso de la astronomía, esa realidad está a nuestro alcance en el cielo.

UN EJEMPLO

Todo el mundo sabe que el Sol sale cada día por el este y se pone por el oeste, ¿pero siempre por el mismo punto? ¿Alcanza siempre la misma altura sobre el horizonte? ¿Llega a pasar justo por encima de nuestra cabeza? Si no es así, ¿su trayectoria se inclina hacia el norte, hacia el sur? Estas preguntas, cuya respuesta seguramente nuestros abuelos considerarían trivial, pueden llegar a confundir a muchos estudiantes (y adultos) aunque sepan dibujar en el papel las posiciones y movimientos de los astros del Sistema Solar. La clave de esta confusión no está tanto en la dificultad del modelo, sino en que éste nunca se ha puesto en contraste con los fenómenos que trata de explicar. Paradójicamente, si hacemos estas preguntas en el ámbito familiar o en el grupo de amigos posiblemente obtengamos respuestas que combinen la propia experiencia con lo aprendido en la escuela. En cambio, dentro del aula, o en un lugar como el Planetario, que en cierto modo también pertenece a ese mundo reglado donde los adultos establecen los temas de los que se hablan, lo habitual es que las respuestas se remitan únicamente al conocimiento escolar.

En este sentido, una de las situaciones más esclarecedoras que se dan en el Planetario tiene

lugar cuando, durante la proyección de un amanecer, se pregunta a los visitantes si el Sol se mueve por el cielo. La respuesta suele ser unánime: no es el Sol el que se mueve, sino la Tierra. Con independencia del movimiento terrestre en particular en el que cada uno pueda estar pensando, rotación o traslación, lo interesante es la certeza que la mayoría de los presentes exhibe respecto de la

inmovilidad del Sol. Y ello a pesar de que están viendo como ascende por el cielo, culmina por el sur y comienza a descender hasta ponerse por el oeste. Sin embargo, basta con hacer una estimación rápida de las velocidades que implica el supuesto movimiento de la Tierra para que comiencen a aparecer las primeras dudas: una persona situada en el Ecuador se desplaza por el espacio a unos

1.500 km/h debido a la rotación de la Tierra, que a su vez viaja a más de 100.000 km/h por su órbita alrededor del Sol. ¿Cómo es posible que no sintamos los efectos de estas velocidades supersónicas? ¿De verdad merece tanta confianza un modelo que muestra semejantes contradicciones con nuestra experiencia cotidiana? Y si la merece, ¿no deberíamos tratar de resolver estas contradicciones?

ACTIVIDADES

1. OBSERVANDO LA VÍA LÁCTEA

Es fácil que en una clase haya quien no ha visto nunca la Vía Láctea. Para hacerlo es necesario buscar un lugar relativamente oscuro en una noche sin nubes. Podemos planificar la observación con un planisferio o, desde el ordenador, con un programa gratuito como Stellarium. Con él sabremos localizar la Vía Láctea, las constelaciones más importantes y los planetas. ¿Describe la Vía Láctea como lo haría un científico, limitándote a lo que tienes ante tus ojos? ¿Sabrías hacerlo también como un poeta?

2. OBSERVANDO LA LUNA

La Luna es un objetivo mucho más sencillo que la Vía Láctea, ya que podemos hacerlo incluso desde dentro de la ciudad. Planifica la observación en el próximo cuarto menguante (la Luna estará alta a la puesta de Sol) e invita a los participantes a llevar unos prismáticos. Galileo hizo unos dibujos muy interesantes del terminador lunar (la región donde comienzan las sombras). ¿Sois capaces de reproducirlas?

3. TEATRILLO CELESTE

Con tres pelotas de distintos tamaños organiza un teatrillo para mostrar las posiciones y movimientos en el sistema Sol-Tierra-Luna. Al menos deberíais ser capaces de explicar las fases lunares y los distintos tipos de eclipses.

4. PREGUNTAS SIN RESPUESTA

A veces nos hacemos preguntas para las que no hay respuesta, o cuya respuesta no somos capaces de comprender. El proceso de aprendizaje debe incluir también la creación de mecanismos para gestionar estas situaciones en la que no podemos evitar un cierto grado de ignorancia. Esto, que parece un poco abstracto, puede ilustrarse con una idea sencilla. Casi todo el mundo, al menos quienes vivimos

cerca del mar, tenemos una idea clara del funcionamiento de las mareas, que suben y bajan con un período aproximado de 12 horas para un ciclo concreto. También sabemos que este fenómeno se debe fundamentalmente a la atracción gravitatoria de la Luna, que "tira" de la masa de agua que tiene más próxima. Si fuera así tendríamos que la Tierra presentaría un bollo en la parte que mira hacia la Luna, y que en ese lugar la marea estaría alta. ¿Por qué entonces tenemos dos mareas altas cada día?

5. EL SISTEMA SOLAR A ESCALA

Busca información sobre el tamaño de los planetas y sus respectivas órbitas y reduce de escala el Sistema Solar hasta que quepa dentro de tu municipio. ¿Qué tamaño tendría el Sol? ¿Con qué frutas se podrían comparar los planetas?

6. LA ASTRONOMÍA EN EL PERIÓDICO

Organiza una recopilación de noticias sobre astronomía aparecidas en los periódicos a lo largo de un mes. Clasifícalas como "buenas o malas noticias", ved quienes son sus protagonistas (hombres, mujeres, edad, país de procedencia, etc.) y qué tipo de fotos las acompañan. ¿Qué imagen proyectan los medios de la astronomía?

7. LOS PÉNDULOS DE GALILEO

Uno de los primeros hallazgos de Galileo fue que el período de un péndulo, es decir, el tiempo que tarda en ir y venir, depende de un número muy pequeño de variables. Sin necesidad de redescubrir la ley del péndulo, diseña un experimento para averiguar de qué variables depende el período de un péndulo. Deberéis tener en cuenta, al menos, la longitud de la cuerda, el peso del péndulo, el material de que está hecho, el ángulo de lanzamiento y la velocidad inicial del péndulo.■

III. GALILEO GALILEI

(MARCOS PÉREZ)

Galileo nació en Pisa en 1564 y murió en Florencia en 1642. Aunque no destacó como estudiante su habilidad con las matemáticas le permitió conseguir un empleo como profesor en la universidad de Padua. Su espíritu abierto y curioso le llevó a hacer importantes descubrimientos en mecánica, ingeniería, arquitectura y astronomía, aunque siempre encontró la forma de combinar estas pasiones con su interés por las artes y la buena vida. En 1609, hace ahora 400 años, Galileo se enteró de la existencia de un instrumento óptico capaz de acercar objetos lejanos y comenzó a construir sus propios telescopios. A finales de año observó la Luna, que no aparecía como el astro de superficie nacarada que defendía la ciencia aristotélica, sino como un mundo parecido al nuestro, con valles y montañas. Descubrió también que la pálida luz que desprendía la Vía Láctea procedía de innumerables estrellas que no se aprecian a simple vista, y que el planeta Júpiter poseía cuatro pequeños satélites orbitando a su alrededor, lo que le



confirmó que la Tierra no podía ser el centro del universo.

Al igual que muchos científicos Galileo podía ser extremadamente metódico, como demuestran sus minuciosas anotaciones de las posiciones de los satélites de Júpiter, que constituyen todo un ejemplo de rigor experimental. Otro rasgo de su carácter, también habitual entre los científicos, era el inconformismo, aunque su predisposición a cuestionar las verdades establecidas, unida a su natural arrogante, le ocasionó bastantes encontronazos con las autoridades religiosas. Al final de su vida fue condenado por el Tribunal de la Inquisición a retractarse de su defensa de que la Tierra era sólo un planeta más dando vueltas alrededor del Sol. Dicen que al acabar la lectura de su abjuración murmuró aquello de Eppur si muove, y aunque no hay ninguna certeza de ello, basta con conocer al personaje para reconocer que se non è vero è ben trovato.

IV. JOHANNES KEPLER

(JAVIER ARMENTIA)

Alemán, vivió entre 1571 y 1630 en el mundo luterano, en un lado de la Europa separada por las diferencias religiosas. Las biografías hablan de su temprano interés por la astronomía, mencionando la observación de un cometa cuando tenía solo 5 años. Sin duda fueron sus padres quienes supieron interesarle en las cosas del cielo (y de la Tierra), y le permitieron estudiar, en principio con la idea de que se dedicara al magisterio eclesiástico, idea que abandonó por la docencia, precisamente de la astronomía, en Graz. Y, de paso, haciendo horóscopos para sacar un dinero, algo que, como comentó posteriormente, le resultaba incómodo: acostumbrado a la claridad de la matemática, la astrología era un cenagal donde nada era seguro y todo sometido a la interpretación.

Curiosamente, Galileo también realizaba horóscopos para vender a los nobles, aunque él mismo reconocía que la interpretación nunca funcionaba adecuadamente. Fueron científicos que supieron darse cuenta de que en el



fondo lo que había era un sistema de adivinación que no tenía nada que ver con el cielo de verdad.

Kepler fue muy lejos intentando casar sus creencias, su idea clásica de un Universo bien ordenado y equilibrado en sus armonías, con las observaciones astronómicas de gran precisión y calidad a las que tuvo acceso gracias a la colaboración con el astrónomo imperial Tycho Brahe (otro de los grandes gigantes de la historia).

Desde 1600 hasta 1609, cuando publica su obra *Astronomia Nova*, va desarrollando un sistema matemático y geométrico basado realmente en las observaciones, no en sus prejuicios de belleza y orden (un tanto pitagóricos) o en sus visiones teológicas un tanto esotéricas. Allí aparecen sus leyes del movimiento de los planetas, las famosas "leyes de Kepler", de una capacidad enorme, porque se aplican a todos los planetas, que son leyes científicas, de una nueva ciencia y una astronomía nueva que Kepler, desde Praga, estaba haciendo nacer.