



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Colegio de Física

*La influencia de la literatura de  
ciencia ficción en el aprendizaje de la  
Física*

Tesis presentada para la obtención del título de  
Licenciado en Física por

*Laura Ivonne Álvarez González*

Asesor de tesis:  
*Dra. Olga Leticia Fuchs Gómez*

Puebla, Pue.

Noviembre 2016



*Durante años he sabido perfectamente  
lo que a ti no te interesa. Lo he sabido  
por tu boca, por tus palabras, por tus  
gestos, por tu cara. Déjame ahora que al  
menos hoy, reducido a la cárcel, te diga  
algo sobre mí. Tú miras al suelo y callas,  
yo miro al cielo y hablo. No llevamos el  
pensamiento y la razón como un adorno.  
No nos hacemos preguntas para dejarlas sin  
respuesta. Tenemos la obligación de buscar  
la verdad, de aprender, de estudiar y de  
saber. Tenemos que cuidar del mundo  
comprendiendo al mundo*

El matemático del rey  
Juan Carlos Arce

## Agradecimientos

Si “la magia es ciencia que aún no comprendemos”, me enorgullezco de haber elegido un camino que me permite descifrar misterios. Si alguien me volvió curiosa y deseosa de explicaciones fueron mis padres, y si alguien me hizo desear poder dar explicaciones, fueron mis hermanas; por eso, les agradezco haber apoyado mi formación desde el comienzo y hasta la fecha.

Además, agradezco a la doctora Leticia por haber apoyado mi idea y tenderme la mano para desarrollar un tema que enlazara mis dos pasiones: la física y las letras. Por otra parte, debo agradecer a mis preciados amigos, por animarme durante la carrera, especialmente a Kitzia, por todo el apoyo que me brindó en la investigación (sin el cual no habría podido concluir satisfactoriamente).

No puedo mencionar a todos los profesores que contribuyeron a mi formación académica, pero cada uno compartió conocimiento y experiencias conmigo que me permitieron llegar hasta este punto. No obstante, debo agradecer especialmente a los profesores José Paredes Jaramillo, Sandra Gómez Velazquillo y Sonia Ramírez Torres por apoyarme en el desarrollo de este trabajo y aportar ideas para que lo mejorara. Además, agradezco a los directivos y docentes de las diferentes instituciones que, incluso sin conocerme, permitieron que experimentara con sus estudiantes y colaboraron gustosos, muy particularmente el profesor Pablo Mejorada, quien compartió ideas muy dinámicas para que el proyecto se fortaleciera en otros aspectos.

Y finalmente, doy las gracias a Anthony, por todo.



# Índice general

Lista de figuras	III
Resumen	VII
Introducción	1
<b>1. La problemática en la enseñanza de la Física</b>	<b>4</b>
1.1. Las emociones en el aprendizaje . . . . .	9
<b>2. Enseñanza con ciencia ficción</b>	<b>11</b>
2.1. Ciencia ficción . . . . .	11
2.1.1. Qué es la ciencia ficción . . . . .	13
2.1.2. Ciencia <i>vs</i> ciencia ficción . . . . .	17
2.2. Enseñanza con ciencia ficción . . . . .	18
2.2.1. El lenguaje de la ciencia . . . . .	20
<b>3. Metodología: el estudiante ante la ciencia ficción</b>	<b>24</b>
3.1. Nivel medio básico . . . . .	25
3.1.1. Colegio Cultural . . . . .	25
3.1.2. Secundaria General Raúl Isidro Burgos . . . . .	26
3.2. Nivel medio superior . . . . .	27
3.2.1. Preparatoria Regional Enrique Cabrera Barroso . . . . .	27
3.2.2. Curso-taller: <i>Guía rápida para sobrevivir a la Física</i> ( <i>para poetas y no tan poetas</i> ) . . . . .	29
3.3. Nivel superior (nuevo ingreso) . . . . .	33
3.3.1. Generación 2015 . . . . .	34
3.3.2. Generación 2016 . . . . .	34

<b>4. Resultados y análisis: respuesta del estudiante ante la ciencia ficción</b>	<b>39</b>
4.1. Nivel medio básico . . . . .	41
4.1.1. Colegio Cultural . . . . .	41
4.1.2. Secundaria General Raúl Isidro Burgos . . . . .	49
4.2. Nivel medio superior . . . . .	55
4.2.1. Preparatoria Regional Enrique Cabrera Barroso . . . . .	55
4.2.2. Curso-taller: <i>Guía rápida para sobrevivir a la Física (para poetas y no tan poetas)</i> . . . . .	61
4.3. Nivel superior (primer ingreso) . . . . .	62
4.3.1. Generación 2015 . . . . .	62
4.3.2. Generación 2016 . . . . .	65
<b>Conclusiones</b>	<b>74</b>
<b>Bibliografía y referencias</b>	<b>77</b>
<b>A. Lecturas utilizadas</b>	<b>82</b>

# Índice de figuras

1.1. El aprendizaje exitoso debe desenmarañar las mentes de los estudiantes. . . . .	5
1.2. Los universitarios concluyen su educación superior sin ser capaces de reconocer lo que aprendieron cuando no se trata de un ejercicio del libro. . . . .	8
2.1. Ejemplo de temática de ciencia ficción (robótica). . . . .	12
2.2. Autores representativos de ciencia ficción . . . . .	14
2.3. Isaac Asimov, una de las figuras más representativas de la ciencia ficción y responsable en gran medida de su popularización, Johannes Kepler. . . . .	16
2.4. J. Kepler escribió una novela en la que describía un viaje espacial con el fin de hacer más claras sus investigaciones del movimiento de los planetas. . . . .	19
3.1. Diagramas entre los que el estudiante debía elegir la situación propicia para que hubiese reflexión total interna (RTI). . . . .	29
3.2. Comprensión de reflexión en un espejo plano. . . . .	30
3.3. Convocatoria del curso-taller impartido <i>Guía rápida para sobrevivir a la Física</i> . . . . .	31
4.1. Respuestas a qué son las estrellas de los grupos de control (sup.) y experimental (inf.). . . . .	42
4.2. Respuestas a cómo se formó el Universo de los grupos de control y experimental. . . . .	43
4.3. Respuestas a qué es un cuerpo celeste de los grupos de control y experimental. . . . .	45
4.4. Respuestas a qué es una constelación del grupo experimental. . . . .	46



4.5. Respuestas a qué es el Universo de los grupos de control y experimental. . . . .	47
4.6. Respuestas a qué se entendió de la lectura. . . . .	48
4.7. Conceptos físicos que los estudiantes identificaron en la lectura.	49
4.8. Respuestas a qué es el Universo de ambos grupos de segundo grado. . . . .	50
4.9. Respuestas a por qué es importante estudiar el Universo de los grupos 2H y 2G. . . . .	52
4.10. Respuestas a qué es el Universo del grupo 3G y 3H. . . . .	53
4.11. Respuestas a por qué es importante estudiar el Universo de los grupos 3G y 3H. . . . .	54
4.12. Capacidad del estudiante para describir el concepto de reflexión. .	56
4.13. Capacidad del estudiante para describir el concepto de refracción. .	57
4.14. Identificación de la reflexión y la refracción como fenómenos no exclusivos de la luz. . . . .	57
4.15. Validez de la ley de reflexión en espejos curvos para los estudiantes.	58
4.16. Cálculo de ángulos de incidencia y refracción. . . . .	58
4.17. Cálculo del ángulo crítico. . . . .	59
4.18. Situación propicia para reflexión total interna. . . . .	60
4.19. Cálculo del índice de refracción. . . . .	60
4.20. Número de aciertos en la reflexión especular plana. . . . .	61
4.21. Conceptos de Física que la generación 2015 identificó en el mini-cuento “El hijo Andrómeda”. . . . .	63
4.22. Cuestiones físicas percibidas por la generación 2015 en el fragmento del cuento “El orgasmógrafo”. . . . .	63
4.23. Ideas físicas encontradas por la generación 2015 en el fragmento del cuento “Agosto de 1999. Los hombres de la Tierra”. . . .	64
4.24. Ideas identificadas por la generación 2015 en el fragmento del cuento “La Caída”. . . . .	65
4.25. Características de la reflexión mencionadas previo y posterior al intercambio ideas en equipos (antes de la lectura de ciencia ficción). . . . .	67
4.26. Características de la refracción mencionadas previo a la lectura y posterior al intercambio de ideas en equipos. . . . .	68
4.27. Características del COL mencionadas previo y posterior a la lectura. . . . .	69
4.28. Respuestas del grupo a lo que entendían que era percolación antes y después de la lectura. . . . .	70

4.29. Respuestas que los estudiantes dieron a los aspectos físicos que consideraban que debían estudiarse al lanzar una bala a la luna.	72
4.30. Respuestas que los estudiantes dieron a los aspectos físicos que consideraban que debían estudiarse al lanzar una bala a la luna.	73
4.31. Características de la reflexión mencionadas previa y posteriormente a la lectura. . . . .	75
4.32. Respuestas a qué es una onda antes y después de la lectura . .	76

# Resumen

La ciencia ficción surgió como un género literario que llevaba los conocimientos científicos a sus límites y exploraba las consecuencias de ello. Partiendo de que una de las primeras obras de ciencia ficción fue escrita por Kepler, con fines netamente divulgativos, es natural pensar que se puede aprovechar para facilitar la comprensión de conceptos científicos. En otros países, como EEUU y España, ya se han realizado investigaciones respecto a la influencia de este género en el aprendizaje de la ciencia en el aula, por lo que se continuó con esta línea de investigación, adaptándola a las circunstancias de nuestro país (que son radicalmente distintas).

En este proyecto de trabajo se estudió la factibilidad y las implicaciones del uso de literatura de ciencia ficción como herramienta para la enseñanza de la física, identificando condiciones didácticas en las que la lectura de ciencia ficción favoreciera una buena aproximación al conocimiento disciplinar de la Física. Se desarrolló una propuesta didáctica constructivista a partir de la ciencia ficción para la asimilación de conceptos físicos, analizándolos desde de una perspectiva científica, para nivel medio básico, medio superior y superior (nuevo ingreso). Asimismo, se estudió la posibilidad de que los estudiantes pudiesen mejorar sus habilidades de lecto-escritura (que, en general, tienden a ser más deficientes cada año).

Se detectó que la mayoría de los estudiantes logró un buen acercamiento al conocimiento conceptual y eso le permitía mejorar sus habilidades para resolver ejercicios numéricos. Además, se incrementó notablemente la confianza del estudiante y su interés en la Física. Las actividades realizadas permitieron, en algunos casos, observar una mejoría notable en las habilidades de redacción en los estudiantes.

# Introducción

Desde el inicio de los tiempos, el ser humano ha valorado la comprensión del mundo. Para su supervivencia, ha requerido desarrollar esta comprensión, es decir, dar paso a la ciencia. Y para complementar su evolución, ha desarrollado su habilidad para expresarse, dando paso al arte. Nuestra especie se ha fortalecido gracias a la vinculación de estas dos. Sin embargo, cada vez es más común observar que se van separando. Aunado a esto, para nuestra sociedad actual, si las cosas no tienen utilidad inmediata, dejan de ser trascendentes. Hoy, el ser humano promedio espera que otros le faciliten la vida y automatiza su comportamiento, deja de pensar en el entorno, lo que importa es cuán perezoso pueda volverse... La creatividad se ve limitada cada vez más, a pesar de ser la mayor arma de un científico, después de todo, como dijo uno de los protagonistas del desarrollo de la Física moderna, Einstein, “la imaginación es más importante que el conocimiento”, así que promoverla es casi una obligación.

¿Cómo incentivar su desarrollo? Sin duda hay muchos medios, aunque elegimos la literatura porque ha sido un gran estímulo para la imaginación desde que se gestó. Dado que queremos desarrollar la creatividad y la imaginación desde una perspectiva científica, ponemos nuestra atención en la literatura de ciencia ficción, género que ha sido escrito por hombres de ciencia (es decir, que se han instruido de alguna manera en este campo) y que dejaron volar su imaginación, claro que conscientes de las limitaciones (o posibilidades) que nos ha brindado el estudio de la naturaleza, anticipando en diversas ocasiones el camino por el que nos llevaría el aprovechamiento de dichos estudios. Así, se hace evidente que el estímulo de la ciencia ficción es sumamente útil para la

enseñanza de las ciencias, particularmente la Física, con ventajas adicionales como una mejora en la comunicación escrita (tan obligada hoy en día).

Este último beneficio es de suma importancia, sobre todo si consideramos que cada vez hay más estudiantes de nivel superior, e incluso de posgrado, que no son capaces de redactar adecuadamente, requerimiento básico para cualquier investigador; por ende, se vuelve imperativo mejorar dichas habilidades; una vez más, la literatura de ciencia ficción se vuelve un excelente medio para conseguirlo.

Así pues, se pretende facilitar la comprensión que los estudiantes de diferentes niveles académicos puedan tener sobre diversos conceptos físicos, así como las herramientas necesarias para expresar sus conocimientos y observaciones de manera escrita como ventaja adicional. Después de todo, muchas investigaciones científicas se han realizado por personas que no han recibido una educación formal (pensando en el desarrollo de la teoría del electromagnetismo, por ejemplo), pero que sí tienen el interés y la *creatividad* necesarios para observar la naturaleza y desarrollar explicaciones al respecto. Es decir, la clave es estimular a los jóvenes para que sean capaces de notar que la física está presente en todos lados y vale la pena comprenderla al menos un poco.

El objetivo general de este proyecto fue demostrar el vínculo intrínseco entre literatura de ciencia ficción y la ciencia formal, así como la utilidad que tiene la primera para la enseñanza de la Física. De manera específica, se buscó promover nuevos esquemas de enseñanza, fomentando el respeto hacia otras disciplinas; comprobar que existen condiciones didácticas favorables para el constructivismo científico a partir de la lectura de ciencia ficción; estimular la imaginación y creatividad de los estudiantes para desarrollar hipótesis y conclusiones científicas; finalmente, recalcar la importancia de la comunicación escrita en cualquier ámbito, fomentando el fortalecimiento de estas habilidades mediante la literatura.

En el primer capítulo se explora el panorama general de la problemática de la enseñanza de la Física, enfatizando la influencia que tienen las emociones en el aprendizaje. En el segundo capítulo se explica qué es la ciencia ficción y se analiza qué parte de este tipo de literatura es más aprovechable para este proyecto, explicando qué características debe cumplir para satisfacer las expectativas que se tienen para la enseñanza, pues la ciencia ficción es de-

masiado diversa y no toda es aprovechable (por lo menos no fácilmente) para fines didácticos. También se habla de cómo se ha utilizado ya en la enseñanza de la Física en diferentes lugares, desde educación secundaria hasta universitaria. Además, se aprovecha para comparar las condiciones en que se llevaron a cabo esos *experimentos* con las condiciones que se presentan en nuestro país.

Posteriormente, en el capítulo tres, se explica la metodología que se siguió al enfrentar estudiantes de distintos niveles (medio básico, medio superior y superior) con lecturas de ciencia ficción, que primero consistió en preguntarles qué conceptos físicos o científicos eran capaces de identificar al leerlas, es decir, solamente se trataba de un sondeo de la situación en general, para posteriormente sumergirse en el estudio de las condiciones didácticas, donde se analiza el impacto que tuvo la literatura de ciencia ficción seleccionada en distintos grupos experimentales de secundaria, preparatoria y universidad al emplearla como herramienta para la comprensión de temas específicos, comparándolos con un grupo de control que recibió una clase tradicional, aunque utilizando distintas estrategias para cada nivel.

En el capítulo cuatro, se presentan los resultados obtenidos al enfrentar a los estudiantes de los diferentes niveles a la literatura de ciencia ficción, tanto cuantitativos como cualitativos. Finalmente, en las conclusiones se habla de manera general de los resultados obtenidos en las diferentes partes del proyecto, así como del impacto que puede tener en la enseñanza de la Física en nuestro país; en la Bibliografía se enlistan las fuentes que se consultaron para realizar esta investigación, así como los recursos literarios que se utilizaron y en el apéndice A se muestran los textos literarios utilizados (o un enlace para encontrarlos en línea).

# Capítulo 1

## La problemática en la enseñanza de la Física

Es bien sabido que a la mayoría de la gente no le gusta estudiar ciencias exactas, más concretamente física y matemáticas. “La Física no es especialmente fácil de comprender ni de amar (...). Para la mayoría es una visión nueva, una manera diferente de entendimiento con sus propias escalas, ritmos y formas. Y sin embargo, como ocurre con *Macbeth*, la *Mona Lisa* o *Lucy en el cielo con diamantes*, el viaje vale la pena”<sup>1</sup>, como bien dice Hecht. Sin embargo, hay que ahondar en el problema para poder atacarlo. ¿De dónde surge este desdén? Se han hecho diversos estudios al respecto y, de hecho, se ha investigado arduamente cuál es la mejor manera de atacar este problema en el aula. En todo occidente hay una notoria tendencia al rechazo de la ciencia, más bien enfocada, como ya mencionamos, en las dos más *difíciles*: física y matemáticas.

Si nos enfocamos más concretamente en Latinoamérica, es fácil observar que la mayoría de las personas desdeñan la física y sus implicaciones en la vida cotidiana (como cuando vemos lo poco que les importa tomar medidas de seguridad en el uso de sus equipos electrónicos o en su cocina). Evidentemente hablamos a nivel general, sin enfocarnos al mínimo círculo de estudiantes que se preparan arduamente para olimpiadas académicas y que tienen más recursos para invertir en el conocimiento. El poder adquisitivo promedio en nuestro país implica que se tendría que trabajar 5.61 horas para comprar

---

<sup>1</sup>Eugene Hecht, *Física en perspectiva*,

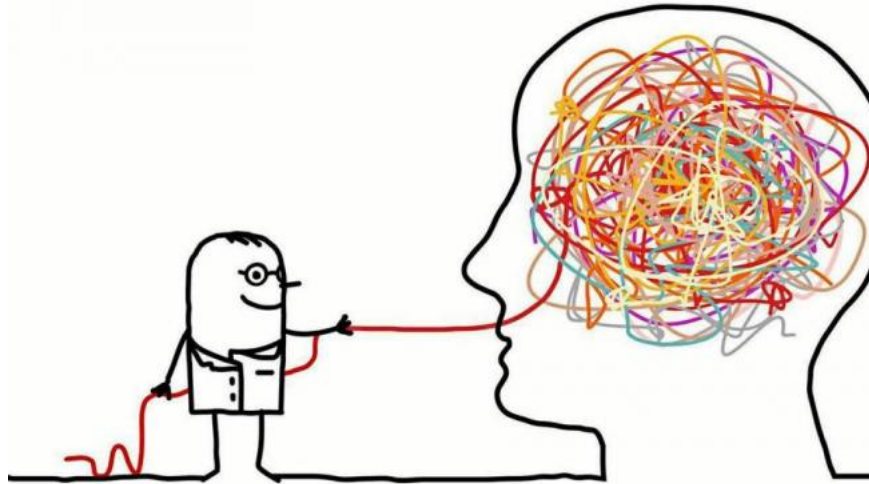


Figura 1.1: El aprendizaje exitoso debe desenmarañar las mentes de los estudiantes.

una *Big Mac* (según el índice homónimo calculado en mayo de 2016<sup>2</sup>). Por lo que si resulta tan costoso comprar comida (que no es de la mejor calidad), es evidente que no va a invertir en cultivarse en la ciencia.

No obstante, incluso en instituciones de la mayor talla académica internacional, como Harvard, la efectividad de la enseñanza de la ciencia es deficiente. Las ideas previas dominan en múltiples ocasiones a las cuestiones que deberían aprenderse en el aula porque el estudiante es incapaz de asimilarlo. Y si las condiciones en un país como Estados Unidos, donde no hay pobreza extrema, son graves, es fácil deducir en México la situación es totalmente crítica.

Ahora bien, es evidente que hay un problema, por lo que se hace imperativo entender por qué y ver qué se puede hacer para remediarlo. Es fácil deducir que hay múltiples factores que lo propician y unos están ligados con otros. Como ya mencionamos, el factor económico es primordial: si apenas

---

<sup>2</sup>“¿En cuál país de Latinoamérica se gana mejor? Te lo explicamos con hamburguesas” en *CNN en español* publicado en <http://cnnespanol.cnn.com/> el 23 de mayo de 2016.



y se tiene para comer, es muy difícil prestar atención a otros aspectos de nuestra formación. Por otra parte, también sabemos que en nuestro país la división socioeconómica es radical y que si el ciudadano promedio es miserable, se debe a que una gran parte de la población vive en pobreza extrema o pobreza. No obstante, también hay un sector muy amplio que *no se las ve tan negras* y vive en condiciones medias bajas o medias, quizá hasta medias altas, y en este sector de la población es en el que podemos enfocarnos principalmente. Así que, tomando en cuenta que los habitantes de comunidades urbanas, semi-urbanas o semi-rurales tienen un poco más de *holgura* para dedicarse al estudio en lugar de a ver qué van a llevar a la mesa y aún así están mejor en otras áreas de la educación que en la física, debemos prestar atención a otras causas.

Otro de los principales factores radica en una mala experiencia en la educación básica asociada con las matemáticas. Por desgracia, si el docente no disfruta la física ni las matemáticas, transmitirá ese rechazo a sus estudiantes. La situación es peor porque los profesores usualmente las desprecian cuando no están bien preparados en esas áreas, lo que provoca no solamente que les disgusten, sino que el estudiante tenga dificultades para comprenderlas (y por ende, más razones para perder el ánimo de aprenderlas).

Sin embargo, no todos los profesores desprecian la física o las matemáticas, algunos hasta dedican su vida con fervor a ella. No obstante, los programas establecidos también representan un gran obstáculo. Para el físico Miguel Alcubierre: “La culpa no era de los maestros, a quienes record[a] con cariño, sino de los temas del programa: tiro parabólico, plano inclinado, poleas y tensión superficial”<sup>3</sup>, lo que muchos consideran la parte aburrida de la física. “El problema quizá está en que para estudiar las partes interesantes de la física hace falta saber matemáticas, y cuando uno apenas está aprendiendo matemáticas, al parecer no queda más remedio que estudiar una física muy aburrida”<sup>4</sup>. Lo que nos lleva a otro problema: que los mismos físicos consideran que las bases del estudio de la física son *aburridas*.

El desdén por la Física perdura hasta muchos años después. Tan es así que

---

<sup>3</sup>Miguel Alcubierre, “Soy físico” en *¿Cómo ves?* núm. 78 consultado en <http://www.comoves.unam.mx/> el 10 de octubre de 2016.

<sup>4</sup>*Ibidem*.

si se le pregunta a un estudiante de alguna licenciatura en ciencias sociales o humanidades por qué eligió dicha profesión es muy probable que diga: *porque no tenía física ni matemáticas* o algo muy semejante. En Estados Unidos, hace unos años se calculaba que la cantidad de personas versadas en ciencia equivalía a menos del siete por ciento de la población total<sup>5</sup>. Si eso sucede en un país que tiene la capacidad de invertir más en la educación, ¿Qué podemos esperar que pase en México? Donde la magia y la religión se mezclan y se acomodan en la simpatía de la gente, mientras la ciencia se observa con respeto, pero desde una distancia *prudente* siempre.

Con frecuencia, los estudiantes creen que la Física se queda en los libros y cuadernos, olvidándose por completo de que en realidad está presente en todo a su alrededor, por lo que era factible que tuviesen dificultades para hallar la ciencia en la literatura, aun estando en nivel superior estudiando la mismísima licenciatura en Física, lo que nos demuestra que la mayor parte de las veces el alumno no comprende la esencia de lo que estudia.

Según la Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología (ENPECYT) 2013<sup>6</sup>, realizada en comunidades urbanas a mayores de edad, el 82.1 % de la población está interesada en los avances científicos; sin embargo, solamente el 18.5 % visitó exposiciones tecnológicas o industriales; el 16.3 %, museos de ciencia y tecnología; el 12.9 %, planetarios y el 8.2 %, la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología. Además, apenas el 27.3 % considera que ser investigador científico es una de las profesiones más respetables en el país, abajo del médico (28.5 %), pero arriba del ingeniero (16.9 %).

La ciencia se aprecia como un hecho inalterable. Como si la naturaleza no pudiera ser de otra forma, olvidando que la ciencia estudia la naturaleza y se encarga de describirla *de la manera más fiel posible*, pero no es una verdad definitiva. “*No sabemos nada de lo que será con certeza absoluta, no hay un solo volumen científico con una verdad inmutable e inexpugnable*. Sin embargo, lo poco que sabemos con cierta seguridad es embiagador; revela una estimulante grandeza y una desconcertante belleza”<sup>7</sup>.

---

<sup>5</sup>Robert M. Hazen y James Trefil, *Science matters: Achieving scientific literacy*, 2<sup>a</sup> ed., Anchor Books, Nueva York, 2009, p. xv.

<sup>6</sup>“Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología” en INEGI consultado en <http://www.inegi.org.mx/> el 8 de octubre de 2016.

<sup>7</sup>Eugene Hecht, *Física en perspectiva*.

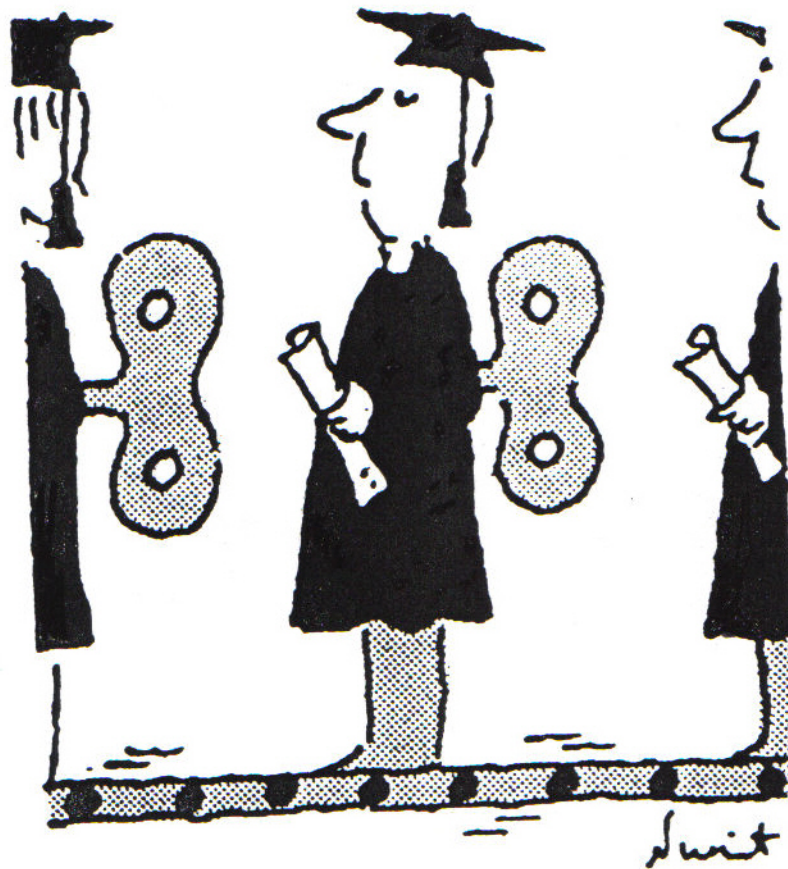


Figura 1.2: Los universitarios concluyen su educación superior sin ser capaces de reconocer lo que aprendieron cuando no se trata de un ejercicio del libro.

## 1.1. Las emociones en el aprendizaje

A medida que se avanza en el estudio de la mente, se comprende cada vez más. Así, se ha hecho posible saber que en el aprendizaje, las emociones tienen un papel fundamental. “Y dado que el acto educativo solo es posible gracias a la presencia de dos actores principales, los educandos y los educadores, se debe considerar como[*sic*] los segundos influyen sobre las emociones y los sentimientos de los primeros”<sup>8</sup>. Por ende, “los aprendizajes significativos son producto de la interacción que fluye entre el docente y el estudiante permeados por emociones gratas, los cuales internalizados en un proceso entre la razón y la emoción garantizan un efecto deseado”<sup>9</sup>.

Es natural esperar que haya una buena relación entre profesor y estudiantes para que el proceso de aprendizaje se desenvuelva de la mejor forma. Después de todo, diferentes emociones provocan distintas reacciones. Particularmente, la lectura de textos provoca un sinnúmero de respuestas en los estudiantes. Sí, suele ser rechazada al principio porque, como cultura, no tenemos muy desarrollado el hábito de la lectura; no obstante, en muchas aulas se ha logrado estimular adecuadamente porque mueve las emociones del estudiante.

Muchos libros de texto de Física han sido diseñados para que el estudiante se sienta exhortado a observar su alrededor y realizar sus propios experimentos. Sin duda, hay un amplio abanico de herramientas que los docentes encargados de enseñar Física pueden emplear. Entonces, ¿Por qué sigue siendo de las materias más rechazadas? Es posible que una de las causas sea que, debido a su carácter racional, tan cercano al de las matemáticas, los estudiantes, y los mismos profesores, no se sientan parte del contenido (olvidando que la Física estudia TODO). En cambio, las materias relacionadas con La literatura son más apreciadas por el alumnado, porque permite al lector explorar un tor-

---

<sup>8</sup>José Ángel García Retana, “La educación emocional, su importancia en el proceso de aprendizaje”, *Educación*, Universidad de Costa Rica, vol. 36, núm. 1, 2012, pp. 1-24.

<sup>9</sup>Yenny Carolina Rodríguez Meléndez, “Las emociones en el proceso de enseñanza-aprendizaje” en *Revista vinculando* (consultado en: [http://vinculando.org/psicologia\\_psicoterapia/emociones-proceso-ensenanza-aprendizaje.html](http://vinculando.org/psicologia_psicoterapia/emociones-proceso-ensenanza-aprendizaje.html))

rente de emociones, que pueden ir desde el repudio hasta la pasión fervorosa.

Pensar en que “Los eventos que son emocionalmente excitantes tienden a ser mejor recordados que los eventos neutrales”<sup>10</sup> nos permite entender por qué las buenas historias son mejor recordadas, pues obligan al lector a involucrarse con el sentir y hacer de los personajes. Después de todo, “Cuando el cerebro detecta un evento emocionalmente cargado, la amígdala libera dopamina en el sistema (...) [que] ayuda enormemente a la memoria y al procesamiento de información”<sup>11</sup>.

“No tiene sentido, por no decir algo peor, separar la física del cuerpo de la labor creativa, arrancarla de la historia, separarla de la filosofía, para presentarla como originalmente pura, omnisciente e infalible”<sup>12</sup>. La Física también es hermosa y sublime. Cuando uno es capaz de comprender el significado de todos esos conceptos que se presentan tan lejanos e inexperimentables en los libros, entiende la verdadera belleza de la ciencia. Para quien se siente fascinado es natural ver que hay un verdadero vínculo con la estética y la ciencia. Al enlazar la Física, de las ciencias duras, con la literatura, de las artes puras, es posible hallar un equilibrio que permita al estudiante entender la naturaleza de lo que le rodea sin olvidarse que es parte de ella, que la puede sufrir, gozar, ¡vivir!

---

<sup>10</sup>John Medina, “Attention” en *Brain rules*, Pear Press, Seattle, 2008, p. 79.

<sup>11</sup>*Op. cit.*, pp. 80-81

<sup>12</sup>Eugene Hecht, *Física en perspectiva*

## Capítulo 2

# Enseñanza con ciencia ficción

*Pero, en los años siguientes, también aprendí otra lección: para descifrar los mayores secretos del universo no eran necesarios poderes telepáticos o sobrehumanos. Bastaba con tener una mente abierta, decidida y curiosa. En particular, para entender si los fantásticos objetos de la ciencia ficción son posibles o no, debemos sumergirnos en la física avanzada. Para comprender en qué punto preciso lo posible se torna imposible, debemos apreciar y entender las leyes de la física.*

Michio Kaku

### 2.1. Ciencia ficción

Si pensamos en que hay una gran dificultad para definir a las ciencias *per se*, como la Física, la Química o la Biología, y que también resulta muy complicado definir a la Literatura misma, es evidente que también se vuelve un asunto embrollado definir la ciencia ficción. Muchos expertos en teoría literaria se debaten respecto a cómo hacerlo. “Se trata de una tarea ardua porque es una literatura amplia y que varía con el tiempo. Más ardua aún si se pretende que la definición sea exhaustiva, [porque] suele pecar de imprecisa, excluyendo marcos referenciales extensos”<sup>13</sup>.

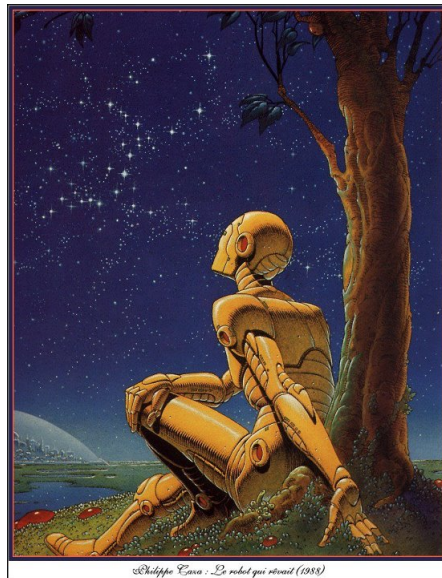


Figura 2.1: Ejemplo de temática de ciencia ficción (robótica).

Si se le pregunta a alguien qué es la ciencia ficción, probablemente responda de inmediato que tiene que ver con batallas interestelares o robots conquistando a la humanidad. No obstante, los contenidos de la literatura de ciencia ficción van mucho más allá. Además de los ya bien conocidos viajes intergalácticos y la robótica, en obras icónicas de la ciencia ficción se abordan temas en los que la física está unida intrínsecamente. Fenómenos ópticos, biofísicos, así como desarrollos tecnológicos y sus consecuencias en la sociedad son algunos ejemplos de la diversidad y complejidad de las obras de ciencia ficción.

Precisamente por su amplio espectro se hace necesario delimitar un área que nos permita trabajar mejor. En seguida, se tratará de explicar qué es y cuáles son las características principales que debe tener una obra de ciencia ficción para que sea factible su uso en la enseñanza.

---

<sup>13</sup>Guillem Sánchez y Eduardo Gallego, ¿Qué es la ciencia ficción?, Universidad de Almería, p.1 (consultado en: [http://www.ual.es/~egallego/textos/que\\_cf.pdf](http://www.ual.es/~egallego/textos/que_cf.pdf)).

### 2.1.1. Qué es la ciencia ficción

Como se mencionó previamente, dar una definición simple es, irónicamente, complicado. Así que trataremos de hacerlo.

El término “ciencia ficción” nació en 1926 de la mano del escritor Hugo Gernsback, quien lo utilizó en la portada de la que sería una de las más famosas revistas del género: *Amazing Stories*. Sin embargo, hay que remontarse más atrás para encontrar los primeros relatos de este género. Aunque los expertos encuentran ejemplos mucho más antiguos, el que está considerado generalmente el primer relato de ciencia ficción es *Frankenstein*, de Mary Shelley (1818). Posteriormente, en los años 30 del siglo XIX, Edgar Allan Poe escribió relatos como *La incomparable aventura de un tal Hans Pfaal o Revelación mesmérica*, que sin duda deben englobarse en la ciencia ficción. (...) También en el siglo XIX aparecerían Julio Verne y H.G. Wells, ambos considerados dos maestros del género, si bien el primero se centraba mayormente en el desarrollo del ingenio e inventos científicos y el segundo en la crítica social. (...) Pero seguramente fue la primera mitad del siglo XX la que podríamos denominar como Edad de Oro de la ciencia ficción, con la aparición de autores como Isaac Asimov, Arthur C. Clarke, Aldous Huxley, George Orwell o Ray Bradbury<sup>14</sup>.

Hay muchas formas de clasificar la literatura, por ello debemos aclarar que no pretendemos distinguir a la ciencia ficción según su extensión ni agruparla con los géneros clásicos. Consideramos que “es un género narrativo que sitúa la acción en unas coordenadas espacio-temporales imaginarias (por tanto, diferentes a las nuestras) y especula racionalmente sobre posibles avances científicos o sociales y su impacto en la sociedad”<sup>15</sup>. Es muy importante recordar que *no es un texto veraz, aunque sí verosímil*, es decir, bajo la lógica de la historia deben tener sentido los acontecimientos en ella descritos .

Así que se deben considerar tres aspectos primordiales para identificar una obra de ciencia ficción apta para la enseñanza:

---

<sup>14</sup>“La novela de ciencia ficción: una introducción” en *Novela de ciencia ficción*, Biblioteca Nacional de España (consultado en: <http://www.bne.es/es/Micrositios/Guias/NovelaCienciaFiccion/Introduccion>).

<sup>15</sup>*Ibidem*.





Figura 2.2: Autores representativos de ciencia ficción  
(De izquierda a derecha y de arriba a abajo) Mary Shelley, H.G. Wells,  
Julio Verne y Edgar Allan Poe son figuras emblemáticas en el terreno de la  
ciencia ficción, aunque este último representa mejor el enlace que puede  
tener la ciencia ficción con la fantasía.

- *Línea lógica*

Como ya se mencionaba, a lo largo del desarrollo, la historia debe mantenerse apegada a los principios que plantea (es decir, no debe contradecirse) y los lectores debemos tener presente que la historia se desenvuelve en un universo distinto al nuestro, cuya lógica puede o no coincidir con la de nuestro mundo.

Si consideramos, además, que la palabra *ficción* significa “fingir, moldear o inventar”<sup>16</sup>, con mayor razón podemos defender que la calidad de una obra de *scifi* depende de cuán capaz sea el autor de *moldear o inventar su realidad*.

- *Lenguaje simple*

Toda buena redacción debe tener un lenguaje pulido y ser lo más clara posible. Los textos científicos están dirigidos a un público especializado, por lo que no cualquiera es capaz de comprenderlo. La literatura de ciencia ficción no puede abusar de los términos técnicos, debe ser más simple y fácil de comprender.

- *Exhorta a desarrollar la curiosidad y el sentido crítico*

Por último, pero no menos importante, hacemos énfasis en esta característica, porque una buena lectura de ciencia ficción siempre invita al lector a profundizar en el conocimiento, así como a analizar la situación, tanto la ficticia como una similar real, que se le presente.

Por otro lado, la divulgación científica tiene como principales características:

- *Recalcar la importancia del método científico*

La divulgación muestra el resultado de diversas investigaciones, por lo que resalta el valor que tiene el método científico para estudiar la naturaleza y lo defiende a capa y espada.

- *Contar con respaldos de autoridad*

Dado que se trata de la presentación de investigaciones *reales*, la divulgación científica debe tener respaldos de autoridad que avalen su seriedad.

- *Utilizar un lenguaje científico simplificado*

Se denomina divulgación porque su objetivo es dar a conocer los temas

---

<sup>16</sup>Ricardo Soca, 'Ficción' en *El castellano. La página del idioma español* (consultado en: <http://www.elcastellano.org/>).



Figura 2.3: Isaac Asimov, una de las figuras más representativas de la ciencia ficción y responsable en gran medida de su popularización, Johannes Kepler.

de manera sencilla a la población que no necesariamente tiene una preparación científica, por lo que tampoco puede abusar de tecnicismos y debe ser muy claro.

- *Exhortar a la investigación*

La divulgación presenta los temas *masticados* no solamente para que el público en general pueda conocerlo, sino para que se motive a ampliar sus conocimientos al respecto y se adentre en contenidos más formales.

Podemos observar que tienen ciertas características similares. De hecho, desde cierta perspectiva, la primera obra de ciencia ficción fue *Somnium seu Astronomia Lunari* de Johannes Kepler (publicada en latín el siglo XVII<sup>17</sup>), quien trataba de facilitar la comprensión de la teoría que había desarrollado respecto al movimiento de los planetas.

A pesar de que hoy en día las obras de ciencia ficción (especialmente las

---

<sup>17</sup>Gale E. Christianson, “Kepler’s *Somnium*: science fiction and the renaissance scientist” en *Science fiction studies*, núm. 8, vol. 3, parte 1, marzo de 1976 (consultado en <http://www.depauw.edu/>).

audiovisuales) son muy abundantes, muchas de ellas no respetan los principios fundamentales y se olvidan de la verosimilitud, de modo que no satisfacen ese requisito indispensable. Y a pesar de lo arduo que puede ser delimitar a la ciencia ficción, queda muy claro que la racionalización es una parte importante:

Si el fundamento de la ciencia ficción son las ideas o prodigios, hemos de ver en qué consisten y cómo se formulan. (...) atribuimos a la ciencia ficción una cualidad racionalista. (...) Este componente racionalista está en los orígenes de la ciencia ficción. (...) Hugo Gernsback dirige la revista *Amazing Stories*, a partir de 1926 [que] fomentará (...) una concepción tecnicista y científicista de la ciencia ficción. Los prodigios y misterios deben racionalizarse hasta el punto que resulten creíbles como especulación amparada en las leyes de la ciencia<sup>18</sup>.

En pocas palabras, las mejores obras de ciencia ficción deben tener un lenguaje fluido y sin demasiados tecnicismos, así como ser verosímiles, interesantes y, al mismo tiempo, abrir brecha para cuestiones sobre el comportamiento de la naturaleza.

### 2.1.2. Ciencia *vs* ciencia ficción

Queda claro que algo que forme parte de un universo de ciencia ficción no necesariamente tiene una explicación científica *real*<sup>19</sup>. “La explicación en ciencias consiste en poner en relación los modelos y teorías — que pertenecen al mundo de las elaboraciones abstractas — con las descripciones de los fenómenos — que pertenecen al mundo sensible — ”<sup>20</sup>, mientras que la ciencia ficción desarrolla una historia en torno a ciertos aspectos *científicos* y/o *tecnológicos* que son factibles en el universo en que se desarrollan y pueden o no serlo en la realidad que nosotros percibimos.

La cualidad que más nos interesa de la literatura de ciencia ficción, después de su carácter de racionalización, es que incentiva la imaginación, arma necesaria para enfrentarse a la ciencia y salir airoso: cuestionarse y tratar de desentrañar los misterios más recónditos de la naturaleza no es el deber de un

<sup>18</sup>Sánchez y Gallego, *op. cit.*, p. 3.

<sup>19</sup>En adelante le denominaremos simplemente *ciencia*.

<sup>20</sup>Espinoza, *op. cit.* p. 33

científico, es su pasión. Como afirmó Marcelino Cereijido: “la ciencia es una interpretación de la realidad” y pretendemos que sea lo más objetiva posible, por eso utilizamos la abstracción matemática para hacer nuestras descripciones... Pero la interpretación siempre tendrá ese componente humano que impide que sea netamente objetiva. Podríamos decir también que:

Modelos, teorías, explicaciones suelen también relacionarse con la coherencia y la armonía. Sin renegar de dichos principios, diremos que podemos ubicar como atributo central de la ciencia la posibilidad de responder a viejas preguntas y formular nuevas cuestiones. Esta posibilidad es una de las funciones más elevadas de la mente humana, que es la única que posee la facultad de pensar de manera creativa<sup>21</sup>.

Así que el vínculo entre ciencia y ciencia ficción gira principalmente en torno al estudio de la *realidad* (ya sea la nuestra o la creada por algún autor) y cómo esas observaciones permiten entender mejor el comportamiento de la naturaleza y cómo aprovecharlo, sin olvidarnos de que ello impactará en la sociedad de diversas formas y también es importante analizar dichas consecuencias (cosa que no siempre se hace al estudiar ciencia).

## 2.2. Enseñanza con ciencia ficción

Si desde hace siglos se ha intentado emplear la literatura de ciencia ficción como herramienta de enseñanza de la Física, ¿por qué parece una idea tan innovadora? Hace falta aclarar algunos aspectos. En principio, cuando Kepler inició con este recurso, la costumbre era redactar en latín... Y la mayor parte de la población no lo comprendía. Por otra parte, a medida que ha avanzado el desarrollo de las diferentes disciplinas, se ha creado una brecha que dificulta relacionarlas. Esta división es más bien imaginaria, no porque sean lo mismo, sino porque las disciplinas se pueden relacionar de muchas formas. Especializarnos en *la pata derecha del caballo zurdo* nos hace olvidarnos de la flexibilidad que tienen las ciencias y las artes. La ciencia ficción es precisamente un gran ejemplo de ello.

A pesar de que muchas veces se considera que las narraciones de ciencia

---

<sup>21</sup>Espinoza, *op. cit.* p. 34.



Figura 2.4: J. Kepler escribió una novela en la que describía un viaje espacial con el fin de hacer más claras sus investigaciones del movimiento de los planetas.

ficción son completamente imposibles, la historia nos ha demostrado lo contrario (después de todo, Verne predijo diversos avances tecnológicos y ha habido varias historias que se basaron en investigaciones reales, descabelladas o no). La ciencia ficción lleva los conocimientos científicos al límite y exhorta al público a imaginar nuevos contextos en los que se puedan desarrollar, por ello, resulta muy conveniente para motivar y simplificar el aprendizaje de la física.

“La [literatura de] ciencia ficción ofrece una forma de enganchar a los estudiantes en nociones tomadas seriamente por la mayoría”<sup>22</sup>. No solamente por el anclaje emocional, sino por presentar un nuevo universo de posibilidades de la ciencia y le permite analizar su factibilidad.

---

<sup>22</sup>Vandana Singh, “More than ‘cool science’: science fiction and fact in the classroom” en *The physics teacher*, vol. 52, febrero 2014, p. 106.

### 2.2.1. El lenguaje de la ciencia

El obstáculo que puede existir al trabajar con literatura de ciencia ficción es que los estudiantes muchas veces no encuentran placer en este arte. Los medios visuales han conquistado nuestra era y, para muchos, la comunicación escrita ha perdido valor. No obstante, cada día miles y miles de estudiantes que reniegan de las lecturas que tienen que hacer para sus cursos pasan horas leyendo historias en las redes sociales. ¿Por qué se rechazan los textos académicos?

Tradicionalmente los alumnos leen porque “hay que leer”, sin que sea claro para ellos qué puede ofrecerles esta lectura, para qué se hace. La escuela distorsiona así el vínculo con la lectura al presentarla como tarea que se resuelve rápidamente, en casa o en el aula, sin que se tome en cuenta simultáneamente su dificultad y su potencialidad.<sup>23</sup>

Cuando la lectura se impone, no se llega a ningún lado. Es necesario promover el interés del estudiante en la misma. Y a pesar de que muchas veces el repudio por la lectura viene desde casa, algo se puede hacer para menguar este rechazo. Además, se debe entender que hay una gran diferencia entre leer textos de ciencias y literatura. “Las ciencias son una construcción social que se distancia del conocimiento cotidiano en la medida en que la relación entre los datos y la manera en que son explicados es de naturaleza distinta de las interpretaciones construidas a partir del sentido común”<sup>24</sup>. El lenguaje suele ser abstracto y puntual, lo que provoca que muchos se quiebren la cabeza.

No se trata de que haya personas que no pueden aprender ciencias, sino de que no han hallado la vía adecuada para apropiarse de ese lenguaje y como “la lengua se ajusta a las necesidades de la realidad, al tiempo que los hablantes se condicionan a ver la realidad según su lengua”<sup>25</sup>, mientras no se inicie ese ciclo con el lenguaje de las ciencias, no se podrá adoptar esa comprensión, pues “la lengua es un reflejo de la cultura, por lo que más allá

---

<sup>23</sup>Ana Espinoza, *et al*, *Enseñar a leer textos de ciencias*, Paidós, Buenos Aires, p. 19.

<sup>24</sup>*Op. cit.*, p. 18.

<sup>25</sup>Donovan Landa, “Mito 8. El idioma es arbitrario e independiente del entorno” en *Mitos de la lengua. Reflexiones sobre el lenguaje y nosotros, sus hablantes*, compilado por María del Pilar Montes de Oca Sicilia, México, Otras inquisiciones, 2011, p. 107 (envía a “Mito 7. Es más fácil aprender otra lengua siendo niños”, p. 95, en el que se explica la hipótesis de Sapir-Whorf).

de arbitraria, es flexible, dinámica, cambiante y se adapta a lo forma en que cada grupo humano ve el mundo”<sup>26</sup>:

Para aprender ciencias es necesario apropiarse de una manera de hablar acerca del mundo: internarse en la red de relaciones que se establecen entre los conceptos de un campo de conocimiento, reconocer una terminología; entender el significado que adopta observar, formular preguntas, argumentar, validar. La lectura ofrece la oportunidad de aproximarse a ese lenguaje <sup>27</sup>

Al estudiar cualquier tipo de lectura, es muy importante mantener en mente que “para interpretar un texto es necesario identificar lo que dice y reconocer que también hay ‘no dicho’ [sentido con el que deben ser interpretadas las expresiones escritas]. La interpretación de un texto está fuertemente relacionada con la posibilidad de ‘compensar’ eso ‘no dicho’ ”<sup>28</sup>. Por lo que es imperativo entender que el toda la constitución mental del lector determinará en gran medida su interpretación del texto respecto a lo *no dicho*.

Sabemos entonces que la experiencia juega un papel determinante en la interpretación y comprensión de los mensajes. “La concepción que se tenga acerca de la naturaleza el conocimiento científico inevitablemente afecta la interpretación acerca de cómo y para qué enseñar ciencias en la escuela”<sup>29</sup>. Por eso es tan importante desbaratar esa idea de que el conocimiento científico solamente sirve a quienes poseen una *inteligencia mayor*.

También es importante recalcar que, como es una construcción la humana, la ciencia no es infalible. A pesar de las observaciones y mediciones que se hacen para la investigación, la ciencia (particularmente la Física) se construye a partir de la interacción del ser humano con la naturaleza y cómo la descifra. Por ello, “debe reconocerse la imposibilidad de otorgar a los datos y los hechos carácter de objetividad, para concebirlos como interpretaciones argumentadas construidas por el o los investigadores en interacción con la realidad”<sup>30</sup>.

---

<sup>26</sup> *Op. cit.*, p.110.

<sup>27</sup> Espinoza, *op. cit.*, p. 18.

<sup>28</sup> *Op. cit.*, p. 20.

<sup>29</sup> *Op. cit.*, p. 30.

<sup>30</sup> *Op. cit.*, p. 32.



Como las percepciones y experiencias de cada persona pueden ser totalmente dispares, el ser humano ha desarrollado la ciencia para descifrar la naturaleza de la forma menos ambigua posible. “Para poder explicar, la ciencia construye modelos que constituyen representaciones de porciones del mundo en estudio y que se estructuran en teorías”<sup>31</sup>. Entonces el ser humano puede concebir y comprender mejor la realidad que le rodea, lo que le permite relacionarse de mejor manera y aprovechar mejor los recursos (tanto los que son mentales como los que no lo son) que tiene a su alcance.

“Las lenguas (...) desarrollan complejidades diferentes, se especializan en unas áreas lingüísticas diferentes y dejan más de lado a otras, de manera que si cuentan menos elementos en un sistema, ineludiblemente tienen mayor complejidad combinatoria de esos elementos, o bien, desarrollan una mayor tecnología en cualquier otro de los sistemas”<sup>32</sup> y el lenguaje científico no es la excepción. Tiene que adoptarse una nueva forma de interpretar la realidad, casi como aprender un nuevo idioma. La clave para aprender una lengua está en el cerebro humano. Krashen advertía que la ansiedad bloquea la capacidad natural para aprender otra lengua<sup>33</sup>. Y como “Cada lengua parece adaptarse a las necesidades de su comunidad”<sup>34</sup>, también la ciencia tiene un lenguaje específico para satisfacer sus necesidades, tan diferentes a las de la literatura. Después de todo, “el lenguaje se nos ofrece como un instrumento para entendernos sobre lo real. A lo real conocido se le provee de un nombre que es lo que en el seno de una comunidad lingüística hará posible el entenderse sobre lo real, el diálogo”<sup>35</sup>.

Sin embargo, la literatura de ciencia ficción nos permite cambiar un texto científico (aunque no necesariamente verídico) con un texto artístico. No se está diciendo que se pueda comparar con los clásicos (ni griegos, ni modernos), tampoco se está asegurando que uno aprenda ciencia solamente leyendo

---

<sup>31</sup> *Op. cit.*, p. 33.

<sup>32</sup> Sergio Reyes, “Mito 5. Hay lenguas más difíciles que otras” en *Mitos de la lengua*, México, Otras inquisiciones, 2011, p.72.

<sup>33</sup> Paráfrasis de *op. cit.* p. 75

<sup>34</sup> *Idem.*

<sup>35</sup> Eustaquio Barjau, “Heidegger: Hölderlin y la esencia de la poesía” en *Revistes catalanes amb accés obert*, p. 55 (consultado en: <http://www.raco.cat/index.php/Convivium/article/download/76281/98533>).

literatura de ciencia ficción. Puede formarse un vínculo. Un puente entre el arte y la ciencia, aunque muchos digan que son totalmente dispares y no pueden relacionarse. “No hay nada más tedioso que el debate continuo entre humanistas y científicos sobre quién tiene una opinión más verdadera — la de ambos es menos porque le falta la del otro”<sup>36</sup>.

Es claro que “en una historia de ciencia ficción hay bastante más que la ciencia que contiene. Está la *historia* y si la ciencia que contiene queda algo maltrecha por causa de los últimos descubrimientos, o porque el argumento requiere absolutamente una manipulación, tendemos a pasarlo por alto y perdonamos”<sup>37</sup>. Por ello hacemos énfasis una y otra vez en que se utiliza soalmente como un puente que nos permita dar una opción diferente para que los estudiantes puedan aproximarse a la Física.

“La ciencia ficción en sí tiene ciertas satisfacciones peculiares. Es posible que al tratar de expresar la tecnología del futuro se acierte”<sup>38</sup> y es posible que no, aunque nadie puede negar que muchos de los avances predichos han sido alcanzados. Aunque para Stephen Hawking, “la ciencia ficción es útil tanto para la estimulación de la imaginación como para difusión del miedo al futuro”, también ha permitido a muchos concentrarse en promover un mejor porvenir.

---

<sup>36</sup>Eugene Hecht, *Física en perspectiva*

<sup>37</sup>Isaac Asimov, *Sueños de robot*, 2<sup>a</sup> ed., Barcelona, Random House Mondadori, p. 16.

<sup>38</sup>*Op. cit.* p.7.

## Capítulo 3

# Metodología: el estudiante ante la ciencia ficción

Para diseñar las estrategias didácticas que incluyeran ciencia ficción, primero enfrentamos a estudiantes de diversos grados a distintas lecturas de la misma, sin acompañarlas de información científica, simplemente para estudiar su interacción básica con la misma y sondear el terreno al que nos enfrentaríamos.

Así pues, se eligieron textos para diferentes niveles (de medio básico a superior) y en cada caso se solicitó a los estudiantes que describieran el impacto que tuvieron las lecturas. Se analizó principalmente su comprensión lectora (qué tanto entendían del texto) y su capacidad para distinguir cuestiones científicas implícitas en el texto (con la identificación de conceptos físicos en la historia).

Se hizo una selección particular de textos, considerando variedad y extensión, además de temática. Naturalmente, hay textos de ciencia ficción cuyo contenido es excelente para promover el aprendizaje, no obstante, tienen el inconveniente de que también pueden ser difíciles de *digerir* para estudiantes más jóvenes, así que también se eligió qué textos serían más adecuados para secundaria, preparatoria o universidad.

Después de la fase diagnóstica, se diseñaron distintas actividades para cada nivel. Ya no se trataba solamente de leer ciencia ficción y observar qué podía hallar el estudiante por su cuenta, sino de promover el conocimiento activamente. En la mayoría de los casos de educación media básica y media

superior, los grupos con los que se trabajó ya habían recibido una clase respecto al tema tratado.

En las siguientes secciones se describe cómo se adaptaron las tareas y evaluaciones para cada nivel educativo, tanto para sondear de forma general la posibilidad de trabajar con ese tipo de estudiantes como para implementar estrategias que incluyeran ciencia ficción con nuestros grupos experimentales ordenándolas conforme el nivel educativo y no cronológicamente para permitir una mejor organización.

### 3.1. Nivel medio básico

En nuestro país, el programa educativo de la SEP indica que los estudiantes del segundo año de secundaria deben recibir el curso de ciencias con enfoque en física, abarcando varios temas (que no necesariamente están organizados de la mejor manera) que cierran con explicaciones acerca del origen y la evolución del Universo, así como características de sus componentes principales. Precisamente sobre este tema se realizaron las pruebas del impacto de la ciencia ficción en los estudiantes.

Nuestras muestras fueron grupos de secundaria que ya habían recibido clases del Universo. En total fueron seis grupos: cuatro de una escuela pública de Tlaxcala (Escuela secundaria general Raúl Isidro Burgos) y dos de una escuela particular de Puebla (Colegio Cultural plantel El Carmen). Cabe mencionar que fueron cuatro grupos de segundo año y dos, de tercer año (exclusivamente de la secundaria Burgos).

#### 3.1.1. Colegio Cultural

Como antecedente de los alumnos de esta escuela, se sabe que su profesor del curso de física no les impartía una clase *tradicional*, pues se enfocaba en que los chicos pudiesen encontrar la física en su vida cotidiana analizando y experimentando con su alrededor, logrando con ello que no repudiaran la física, sino todo lo contrario. Por supuesto que al tratarse de un colegio particular, los estudiantes contaban con recursos suficientes para promover una educación extracurricular.

Las preguntas de exploración planteadas fueron las siguientes:

1. ¿Qué son las estrellas?
2. ¿Cómo explicas el origen del Universo?
3. ¿Qué entiendes por cuerpo celeste?
4. Explica brevemente qué es el Universo.

La dinámica fue muy simple: elegimos un grupo de control y otro, experimental. Ambos respondieron una serie de preguntas y el grupo experimental: los dos grupos respondieron a las mismas preguntas al iniciar la clase y, dado que contábamos con una cantidad de tiempo muy limitada, al grupo experimental solamente se le aplicó la actividad del rompecabezas del cuento, además de un ejercicio sencillo en el que los estudiantes formaron equipos que debían armar un rompecabezas (que era un fragmento del cuento "Si te olvidara, oh, Tierra" de Arthur C. Clarke) y, posteriormente, algún elemento del equipo leía en voz alta su fragmento. Después se les pedía que, por equipo, escribieran qué habían entendido del cuento y qué conceptos físicos habían encontrado en el texto.

La verdadera actividad con ciencia ficción era precisamente la lectura del cuento "Si te olvidara, oh, Tierra" de Arthur C. Clarke. Una vez que hubiesen armado los fragmentos del cuento por equipos, tenían que leerlo. Después de que se leía cada párrafo, ella pedía que alguien explicara qué se había leído. Al final de la lectura, cada equipo escribió en una hoja qué había entendido de la lectura.

### 3.1.2. Secundaria General Raúl Isidro Burgos

Se trabajó con dos grupos de segundo año y dos de tercero, en cada grado había un grupo experimental y uno de control. A todos se les aplicaron las mismas preguntas: *¿Qué es el Universo? ¿Y cuál es la importancia de estudiarlo?*, al principio o al final de la sesión, dependiendo de si trataba del experimental o el de control. La diferencia entre los grupos de control y los experimentales radicaba en que los primeros respondían antes de recibir la dinámica y los segundos, después de su sesión con ciencia ficción (fue un requisito de la escuela para permitirnos trabajar con sus estudiantes). Todos

habían recibido sus clases correspondientes al tema del Universo, por lo que al realizar las preguntas de encuadre se espera que apelen a su conocimiento al respecto. Al trabajar con los grupos de segundo de esta escuela, el H era el de control y el G, el experimental. El primero respondió las preguntas sin una sesión previa con ciencia ficción. El grupo de control tenía 38 alumnos y el experimental, 40.

Además de las preguntas (que solamente eran nuestra forma de evaluar la situación de los estudiantes), la sesión tuvo un encuadre oral en que los alumnos comentaban sus perspectivas del Universo, formando parejas para que posteriormente pudieran comentar (y redactar sus respuestas en el caso de los grupos experimentales). Se les leyó un fragmento del cuento "Si te olvidó, oh, Tierra" de Arthur C. Clarke. Se trató de definir de manera general el concepto de Universo. Los niños hicieron una lluvia de ideas sobre la formación del Universo y cuerpos celestes. Se analizó la Teoría del *Big Bang* y se mostró una presentación multimedia que se enfocaba en dar una idea a los alumnos de *dónde estamos*.<sup>39</sup>

## 3.2. Nivel medio superior

Este nivel educativo se trabajó en una preparatoria regional de la universidad en Tecamachalco. Se contó con el apoyo activo de tres profesores que imparten cursos en la misma (tanto de la Academia de Física como de la Academia de Lenguaje) que también promovieron el proyecto con los directivos de la institución para que pudiera ampliarse y se dio lugar al curso-taller *Guía rápida para sobrevivir a la Física (para poetas y no tan poetas)*.

### 3.2.1. Preparatoria Regional Enrique Cabrera Barroso

En esencia, se siguió un procedimiento similar al propuesto por Vandana Singh en su artículo<sup>40</sup>. Se trabajó con dos grupos de estudiantes de tercer año de nivel preparatoria (que estaban llevando el curso de física) sobre los temas de reflexión y refracción de la luz. En la clase de encuadre, el grupo

---

<sup>39</sup>Esta actividad fue realizada con el apoyo de Kitzia N. Castillo González

<sup>40</sup>Vandana Singh, "More than 'cool science': science fiction and fact in the classroom" en *The physics teacher*, vol. 52, febrero 2014, (consultado en: <http://dx.doi.org/10.1119/1.4862117>) pp. 106-107.

de control tuvo presentes 35 alumnos y el experimental, 33. Cabe destacar que los grupos con los que se trabajó ya habían recibido clases para aprender estos temas (impartidas por el mismo profesor en ambos casos).

En primera instancia, se realizó un cuestionario de preguntas previas a ambos grupos por igual:

1. ¿Qué entiendes por reflexión?
2. ¿Y por refracción?
3. ¿Se puede hablar de reflexión y refracción sin luz?
4. ¿En dónde puedes observar estos fenómenos?
5. ¿En dónde crees que se pueden aplicar?

En suma, para sondear el tipo de estudiantes con los que se estaba trabajando, se les preguntó si planeaban cursar una carrera universitaria y, de ser afirmativa su respuesta, si esta sería relacionada con las ciencias naturales y/o exactas; además, se indagó el interés de los alumnos por la ciencia ficción, así como su interpretación del concepto.

Posteriormente, se realizó una evaluación sobre reflexión y refracción a ambos grupos, tenía sentido porque ya habían abarcado esos temas en su curso. Al grupo de control simplemente se le aplicó el cuestionario que incluía preguntas conceptuales y ejercicios numéricos. Al grupo experimental, previo a la aplicación del cuestionario, se le dejó de tarea leer dos capítulos de *El hombre invisible*, diecinueve y veinte, elegidos porque en esa parte de la historia se trataban muchas implicaciones de la naturaleza de la luz y fenómenos que sufre (como reflexión y refracción). Además, se les impartió una pequeña sesión en la que se trató de *exprimir* lo que habían captado de la lectura. En las sesiones para responder el cuestionario, el grupo de control tuvo presentes 33 estudiantes y el experimental, 29.

El cuestionario aplicado es el siguiente:

1. ¿Qué característica tenían los libros que le robó el vagabundo? (Pregunta para comprobar que habían pasado sus ojos por el texto al menos y no se podía evaluar con el grupo de control.)

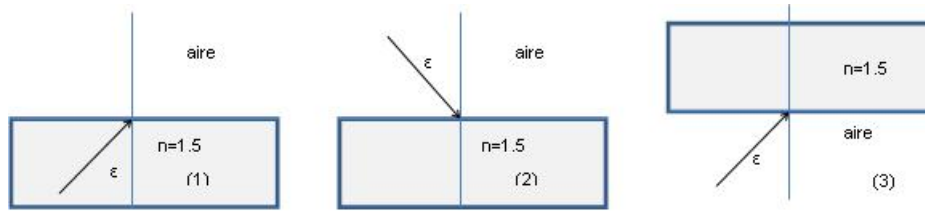


Figura 3.1: Diagramas entre los que el estudiante debía elegir la situación propicia para que hubiese reflexión total interna (RTI).

2. ¿Es válida la ley de reflexión en espejos curvos?
3. Un rayo de luz que se propaga por el aire ( $n = 1$ ) incide en un medio con índice de refracción  $\sqrt{3}$ . Si la suma de los ángulos de incidencia y refracción es  $90^\circ$ , calcular el valor de los ángulos.
4. Un vidrio determinado posee un índice de refracción  $n = \sqrt{2}$ . ¿Cuál es el ángulo crítico para la reflexión total interna que sale de este vidrio y entra al aire ( $n = 1$ )?
5. ¿En qué diagrama de la figura 3.1 se muestra una situación en que es posible que haya reflexión total interna?
6. Un rayo de luz incide con un ángulo de  $60^\circ$  sobre una superficie plana que separa dos medios de diferente índice. Si el medio incidente es aire, ¿cuál es el valor del índice de refracción del segundo medio, si entre el rayo incidente y el refractado hay una desviación de  $30^\circ$ ?
7. Dibuje el trazado de al menos tres rayos y encuentre la imagen para espejos planos. Ver figura 3.2.

### 3.2.2. Curso-taller: *Guía rápida para sobrevivir a la Física (para poetas y no tan poetas)*

Aunque este curso taller también se impartió en la PRECB, tuvo un diseño radicalmente distinto al de las sesiones realizadas en secundaria y en los grupos que se mencionan en el apartado 3.2.1, pues no se trataba de un aula llena de estudiantes que estaban ahí por obligación ni había un profesor experimentado que apoyara a impartir los temas. Los alumnos que asistían lo



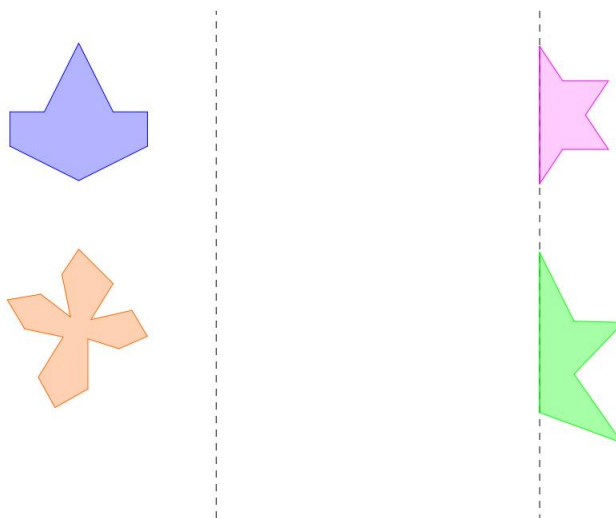


Figura 3.2: Comprensión de reflexión en un espejo plano.

hacían por gusto (o quizá miedo del curso que llevarían el siguiente año). En la figura 3.3 se puede observar la convocatoria diseñada para tales fines.

El taller fue dirigido a estudiantes, de segundo y tercer grado, que disfrutaran de la lectura y que quisieran acercarse a la Física desde una perspectiva literaria. Su objetivo central era presentar y formalizar tópicos de Física a través de la literatura de ciencia ficción. En cada sesión se impartía un tema de Física básica. Se promovía la construcción del conocimiento mediante lecturas de ciencia ficción (que trataran directamente el tópico de la clase) y se pulía la comprensión con el intercambio de ideas entre compañeros y un análisis más formal (desde una perspectiva netamente científica). Se ponía a disposición de los estudiantes el texto de ciencia ficción requerido para cada sesión del taller (cada uno pasaría a formar parte de la antología del mismo). En total se abarcaron veintiséis horas en el mes de julio. El contenido abarcado fue el siguiente:

- Cinemática
  - Conceptos básicos: distancia, desplazamiento, trayectoria, rapidez, velocidad, aceleración
  - Movimiento relativo

**CONVOCATORIA**  
para Taller

**GUÍA RÁPIDA PARA SOBREVIVIR A LA FÍSICA**



Para poetas y no tan poetas

*Taller dirigido a estudiantes que disfruten de la lectura y que quieran acercarse a la Física desde una perspectiva literaria.*


Duración: **6 al 30 de junio**  
Horarios: **De lunes a jueves**  
**10:40-12:20 y de 12:30-14:10**  
Cupo máximo por grupo: **25 personas**  
Lugar: **Sala de usos múltiples**

Impartido por:  
**Laura Ivonne Álvarez González**  
(pasante de Física de la FCFM BUAP)

¿Te gustaría saber la relación entre la física y la ciencia ficción?

Para mayores informes e inscripciones:  
escribir al correo:  
**agli1119@hotmail.com**

o acudir con la profesora:  
**Sandra Gómez Velazquillo**



**¿CREES QUE LA FÍSICA ES SOLO APLICAR FÓRMULAS?**

Proyecto apoyado por la Dirección de la Preparatoria Regional Enrique Cabrera Barroso<sup>h</sup>



Figura 3.3: Convocatoria del curso-taller impartido *Guía rápida para sobrevivir a la Física*.

- Dinámica
  - Leyes de Newton
  - Constricciones
  - Gravitación
- Energía
  - Energía mecánica
  - Principios de Conservación
  - Momentos lineal
- Electromagnetismo
  - Carga eléctrica
  - Fuerza y campo eléctricos
  - Corriente y potencial eléctricos
  - Resistencia eléctrica y Ley de Ohm
  - Imanes
  - Fuerza y campo magnéticos
- Óptica
  - Naturaleza de la luz
  - Reflexión y refracción

La primera sesión fue de encuadre, cada estdudiante debía responder una serie de preguntas para indagar sobre sus conocimientos e ideas previas respecto al los tópicos del temario, que se abordaron en un orden distinto al enlistado, pues se buscaba enseñar la esencia de los conceptos por no tener tiempo para ahondar demasiado en contenido histórico, además, se buscó adaptarse a las circunstancias del grupo.

Al concluir la primera sesión, se asignó la primera tarea: leer los capítulos XIX y XX de *El hombre invisible*, para que en la siguiente sesión se pudiera reflexionar en clase respecto al tema. Además, se hicieron experimentos sencillos con un láser y un prisma de vidrio relleno con diferentes fluidos (agua

y aceite de bebé) que permitían observar la refracción en diferentes medios y la reflexión total interna. Aunado a ello, se habló brevemente de la interpretación matemática de los conceptos.

De manera similar se abordaron los temas de dinámica, cinemática, gravitación, electromagnetismo y termodinámica, utilizando diferentes lecturas de ciencia ficción. Los textos utilizados fueron fragmentos (o la totalidad) de los textos (cuentos y novelas) que se enlistan a continuación:

- *El hombre invisible* de H.G. Wells.
- *De la Tierra a la Luna* de Julio Verne.
- “El orgasmógrafo” de Enrique Serna.
- *Frankenstein* de Mary Shelley.
- “El hijo Andrómeda” de Edward Teller.
- *El país de las maravillas* de George Gamow.
- “Luna” de Hernán Gonzalo Verdugo Fabiani.
- “La Caída” de Alfonso Reyes.

Aunado a las lecturas (que a veces hacían los estudiantes en voz alta en la clase) y las exposiciones de conceptos en clase, se hacían pequeños y sencillos experimentos que volvían un poco más activas las sesiones. De este modo, los estudiantes pudieron observar el comportamiento de un rayo de luz (emitido por un láser de baja potencia) al atravesar diferentes medios (agua y aceite en un prisma de vidrio), la formación de imágenes con espejos y lentes, el choque de partículas (con canicas), el movimiento circular uniforme (al atar un objeto pequeño a una cuerda y hacerlo girar), entre otras cosas. Además, para romper el hielo y que los estudiantes participaran, se jugó a *la papa caliente* para que *la víctima* hablara primero.

### 3.3. Nivel superior (nuevo ingreso)

En ambos casos se trabajó con estudiantes de la licenciatura en Física de la FCFM BUAP que estaban cursando DHPC en primer semestre. Se trataba

de las dos generaciones que han tenido puntajes de admisión más altos, por lo que se esperaba que los alumnos tuviesen habilidades cognitivas más desarrolladas que generaciones previas.

### 3.3.1. Generación 2015

Esta prueba se realizó a finales del año homónimo a la generación y fue de las primeras pruebas de este proyecto. Se trataba de una actividad muy simple: cada uno debía leer (en el momento de la clase) una serie de textos breves para posteriormente identificar, de manera individual, los conceptos físicos que pudieran encontrar, discutir, por equipo, su impresiones de la lectura (haciendo énfasis en su relación con la Física) y plasmarlas en papel. Esta actividad solamente buscaba estudiar el impacto que un poco de literatura de ciencia ficción puede generar en el estudiante. Los grupos utilizados para esta exploración fueron de 17 y 19 alumnos (G1 y G2, respectivamente). La actividad fue exactamente la misma.

Los textos incluidos eran:

- “El hijo Andrómeda” en *El libro de la imaginación* compilado por Edmundo Valadés.
- “El orgasmógrafo” [fragmento] en el libro homónimo de Enrique Serna.
- “La Caída” [fragmento] en *Cuentos* de Alfonso Reyes.
- “Los hombres de la Tierra” [fragmento] en *Crónicas marcianas* de Ray Bradbury.

### 3.3.2. Generación 2016

Las circunstancias permitieron que también se pudiera trabajar con estudiantes de la generación que ingresó en agosto de este año. En esta ocasión, se estudió de una forma un poco más directa si los alumnos podían estudiar la Física a través de la ciencia ficción. En primer lugar, se indagó sobre su educación previa (aunque no es realmente significativo, pues solamente se les preguntó si habían estudiado en preparatoria BUAP).

Los temas abarcados<sup>41</sup>, sin seguir un orden particular, fueron:

- Reflexión y refracción
- Camino óptimo de luz-Principio de Fermat
- La Física de la conquista lunar en *De la Tierra a la Luna*
- Percolación
- Energía
- Ondas

Y, de hecho, se procuró utilizar los textos que leyó la generación previa. Para tratar reflexión y refracción leyeron los capítulos diecinueve y veinte de *El hombre invisible*; para el Principio de Fermat, “La Caída” de Alfonso Reyes; para energía, “El orgasmógrafo” de Enrique Serna; los primeros cinco capítulos de la obra de Julio Verne *De la Tierra a la Luna* permitieron abordar varias cuestiones y para Percolación, un texto adecuado es “Los dos reyes y los dos laberintos” de Jorge Luis Borges. En lo que sigue se describen las actividades realizadas.

### Reflexión y refracción

En clase, se solicitó a los estudiantes que respondieran tres preguntas sobre el tema y otras dos para sondear su situación académica. Se pidió que incluyeran su edad y si habían recibido optativas de Física en su preparatoria/bachillerato.

1. ¿Qué es la refracción?
  2. ¿Y la reflexión?
  3. ¿Son fenómenos exclusivos de la luz?
- (a) ¿Te gusta la literatura de ciencia ficción?

---

<sup>41</sup>Nótese que se trataron conceptualmente y de la forma más simple posible, pues al estar en primer semestre, los jóvenes todavía no han estudiado la matemática que pudiera permitirles verlos desde otra perspectiva.

- (b) En una escala del uno al diez, ¿qué tan buenas consideras tus habilidades de redacción?

Como complemento, se les dejó realizar una actividad de tarea, que consistía en leer los capítulos XIX y XX de *El hombre invisible* y responder a las siguientes preguntas de manera abierta:

1. ¿Qué es la reflexión?
2. ¿Y la refracción?
3. ¿Son fenómenos exclusivos de la luz?
4. ¿Es válida la ley de reflexión en espejos curvos?
5. ¿Por qué se da la reflexión total interna?
6. Menciona tres aplicaciones de la refracción y tres de la reflexión.
7. Menciona los errores (de redacción) que identificaste en la lectura (exclusivamente en los capítulos XIX y XX).
8. Menciona al menos ocho conceptos físicos que se incluyan en la lectura.

### **Camino óptimo de luz (COL)**

El Principio de Fermat es un tema que permite comprender por qué la luz sigue determinada trayectoria. Se ha reformulado porque no solamente se trata de recorrer el camino más corto en el menor tiempo posible, sino de estar en comunión con el principio de mínima acción, es decir, gastar la menor cantidad de energía posible.

En torno a esto, se desarrolló una actividad para que los estudiantes pudiesen comprender la esencia del camino óptimo de la luz. El ejercicio consistía en leer el cuento completo de “La Caída” de Alfonso Reyes y tratar de relacionarlo con el concepto de camino óptimo de luz (tratar de entender este concepto a partir de la lectura de un fragmento de *Óptica* de Eugene Hecht). Se evaluó el párrafo que pudieran redactar respecto a dicha relación. Posteriormente se comentó en clase y se formaron parejas para que escribieran la nueva perspectiva que tuvieran del concepto.

### La Física de la conquista lunar en *De la Tierra a la Luna*

Primero se solicitó en clase que cada quien hiciera una lista con todas las cuestiones físicas que implicaría lanzar una bala a la luna, idea que se plantea en el segundo capítulo de la historia. De tarea se les asignó la lectura de los primeros cinco capítulos del libro *De la Tierra a la Luna* y después de ello debían cumplir con los siguientes puntos:

- Concentrarse en el capítulo “Respuesta del observatorio de Cambridge” y hacer un listado de la preguntas que se responden en el mismo. A cada pregunta se le debía adjuntar una explicación de cómo se pudo haber llegado a la respuesta que se da en el texto.
- Para el siguiente capítulo, “La novela de la Luna”, debía elegir cuáles consideraban los puntos más importantes (y cotejar su veracidad) en las investigaciones y estudios de la Luna que se enuncian.
- Comparar sus respuestas dadas en clase (sobre qué características físicas sería necesario analizar para el lanzamiento de una bala a la luna) con las preguntas planteadas en el capítulo cuatro.
- Realizar un texto breve (mínimo una cuartilla y máximo tres, interlineado 1.5 líneas, arial 12) intentando explicar la conquista de algún otro cuerpo celeste: planetas, exoplanetas, satélites de los mismos (estrellas no, a menos que desarrollen una idea de cómo sobrevivir a sus temperaturas) teniendo en mente que la idea principal sería enseñar cuestiones de astrofísica con dicho texto.

### Percolación

A pesar de que este tema no necesariamente forma parte de algún curso de la Licenciatura en Física, se presta a ser trabajado, elementalmente, con la ciencia ficción, especialmente de la forma que se estudia en Mecánica Estadística. Con los alumnos 2016 se hizo un pequeño juego en el que se sentaron de modo que se hiciera una cuadrícula. Se formaban diferentes *interacciones* entre los estudiantes cuando tenían una característica común, lo que permitía formar *caminos*. La lectura ideal para este tema es el cuento “Los dos reyes y los dos laberintos” de Jorge Luis Borges, que no es ciencia ficción como tal, y aun así puede permitir una mejor comprensión de la formación de caminos y laberintos.



**Energía**

Las actividades fueron sumamente simples. Primero se pidió a los estudiantes que intentaran definir brevemente el concepto de energía. Después de eso, se leyó un fragmento del cuento "El orgasmógrafo" de Enrique Serna para que, posterior a la lectura, pudieran complementar su definición. Además, se le preguntó al grupo cuál consideraban que era la importancia de entender y estudiar la energía.

**Ondas**

Primero se pidió a los estudiantes que escribieran qué características consideraban más importantes para definir o describir una onda. Posteriormente, se leyó el cuento "La metamúsica" de Leopoldo Lugones y se comentó un poco tanto respecto a la lectura como a lo que se entendía del tema. Finalmente, los alumnos complementaron o replantearon su respuesta de cómo se definen las ondas.

## Capítulo 4

# Resultados y análisis: respuesta del estudiante ante la ciencia ficción

La investigación se llevó a cabo con un total más de trescientos estudiantes de los diferentes niveles. En cada parte del proyecto se trabajó con circunstancias diferentes, por lo que la muestra es diversa en más de un sentido. En general, se observó una respuesta muy positiva a los estímulos con ciencia ficción. Casi todos los grupos que tuvieron una clase con ciencia ficción solicitaban animados tener más clases así.

Las dificultades mencionadas previamente no incluyen una de las más importantes: la capacidad del ponente de dominar o conquistar al grupo. Con poca experiencia enfrentando conjuntos tan grades de estudiantes como fueron algunos, quien realizó la investigación tuvo que enfrentarse al *pánico escénico* y tratar de conquistar al grupo. La literatura de ciencia ficción permitió no solo involucrar a los estudiantes con los temas abarcados en las sesiones, sino que la interacción entre profesor y alumnos se desarrolló de forma fluida y así el grupo se sentía cautivado.

Las condiciones no permitieron que la investigación con cada sector fuera muy prolongada, no obstante, en la generación 2016 y en los estudiantes del curso taller se observó una mejoría significativa en la escritura de varios, pues estructuraban mejor las ideas que querían transmitir escribiendo. Además, al participar de forma oral, también eran capaces de organizar mejor sus ideas.

La mayoría de los estudiantes que fueron *víctimas* del experimento ya habían recibido su clase del tema tratado en la sesión experimental previamente, por lo que se esperaba una mejor comprensión del tema y que la actividad con ciencia ficción solamente fuera complementaria. Sin embargo, en muchos casos se observó que más bien era el anclaje del conocimiento.

Por otra parte, al trabajar con nivel superior, la situación previa del grupo no era uniforme (había *oyentes* y la educación previa de los alumnos en general difería en muchos aspectos). No obstante, se eligieron temas que se verían en cursos posteriores al primer semestre y que, de hecho, pueden verse a nivel preparatoria/bachillerato en muchos casos. Dado que se trataba de estudiantes de nuevo ingreso, los recursos se enfocaban en la buena comprensión de los conceptos. Actividades en el aula que se complementaban con tareas para casa permitieron evaluar el tipo de asimilación que estaban teniendo los estudiantes.

## 4.1. Nivel medio básico

Las principales dificultades que se enfrentaron en el nivel secundaria fueron cuestiones de tiempo, pues los estudiantes debían cumplir con otras actividades y se tuvo que trabajar contrarreloj para aprovecharlo de la mejor manera posible; en suma, como es más *lenta* la organización en un grupo de secundaria, también se limitaron las actividades que se podían realizar. Los muchachitos se prestaron gustosos a que *se experimentára* con ellos y, en general, se obtuvo una respuesta positiva. Eran capaces de relacionar los cuentos con lo aprendido en el curso y utilizarlo para complementar sus conocimientos adquiridos.

### 4.1.1. Colegio Cultural

En las figuras 4.1–4.5 se muestran las gráficas que representan las respuestas de los grupos de control y experimental a las preguntas de conocimientos previos. El grupo de control contaba con 41 estudiantes y el experimental, con 33.

**Estrellas** Como se puede observar en la figura 4.1, para la mayoría de estudiantes (46 y 72 %, en cada grupo) las estrellas son conjuntos de gases. En ambos grupos existió una gran diversidad de respuestas, siendo las otras dos más populares que emiten luz (39 y 28 %, respectivamente) y que son cuerpos celestes (en el grupo de control, con 29 %) o que son bolas de fuego (31 % en el grupo experimental). Las respuestas van desde las más simples, como que son puntos que brillan en el cielo hasta las más desarrolladas, como que son bolas de gas quemándose a millones de kilómetros, que para fines prácticos es una excelente definición (de algo sirvió que Pumba nos dijera qué creía que eran en *El rey León*).

**Formación del Universo** Las respuestas fueron mucho menos variadas. Algunos cuantos respondieron *qué conforma el Universo* (12 % en el grupo de control), no obstante, la gran mayoría declaró que había sido por la Teoría del *Big Bang* (78 y 93 %, en el grupo de control y experimental, respectivamente). Algunos fueron capaces de explicar en qué consistía, otros simplemente la ponían como respuesta. Otros tantos reconocían que existían otras teorías para explicar cómo se formó el Universo (24 y 21 %, respectivamente). Unos cuantos mencionaron cuáles eran esas teorías e incluso hubo quien, después

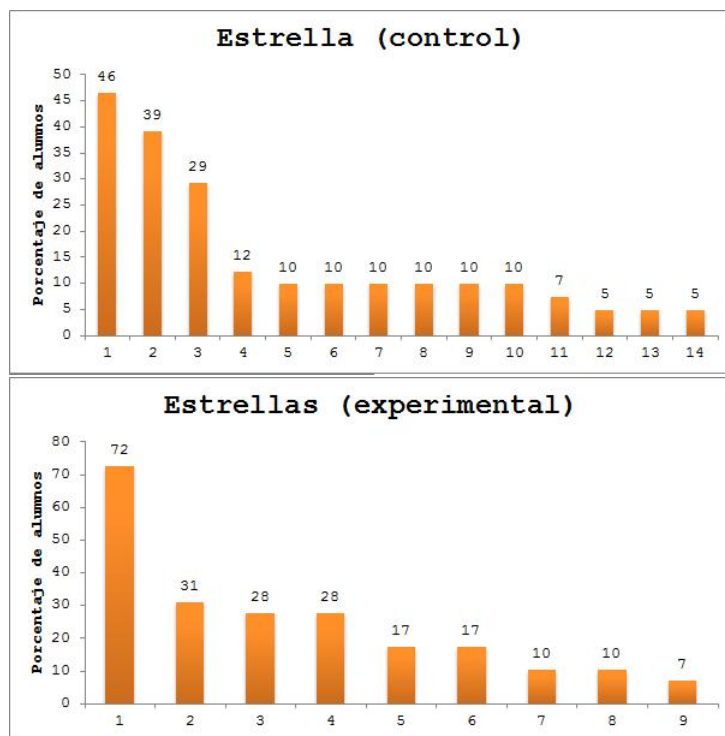


Figura 4.1: Respuestas a qué son las estrellas de los grupos de control (sup.) y experimental (inf.).

Para la figura superior, los números representan 1. Conjunto de gases, 2. Emiten luz, 3. Cuerpo celeste, 4. Otros, 5. Astros, 6. Formados por hidrógeno, 7. Compuestas por carbono, 8. Hechas de polvo estelar, 9. Hay diferentes tipos de estrellas, 10. Están en todo el Universo/espacio, 11. Bolas de gas caliente a millones de kilómetros, 12. Puntos luminosos que brillan en el cielo, 13. Formadas por oxígeno, 14. Desechos/polvo de piedras/planetas, . Para la imagen inferior, los números representan: 1. Conjuntos de gases calientes, 2. Bolas de fuego, 3. Emanan luz propia, 4. Formadas por hidrógeno y helio, 5. Otros, 6. Se encuentran en el espacio, 7. Hechas de polvo cósmico, 8. Cuerpos celestes, 9. Se queman a miles de kilómetros.

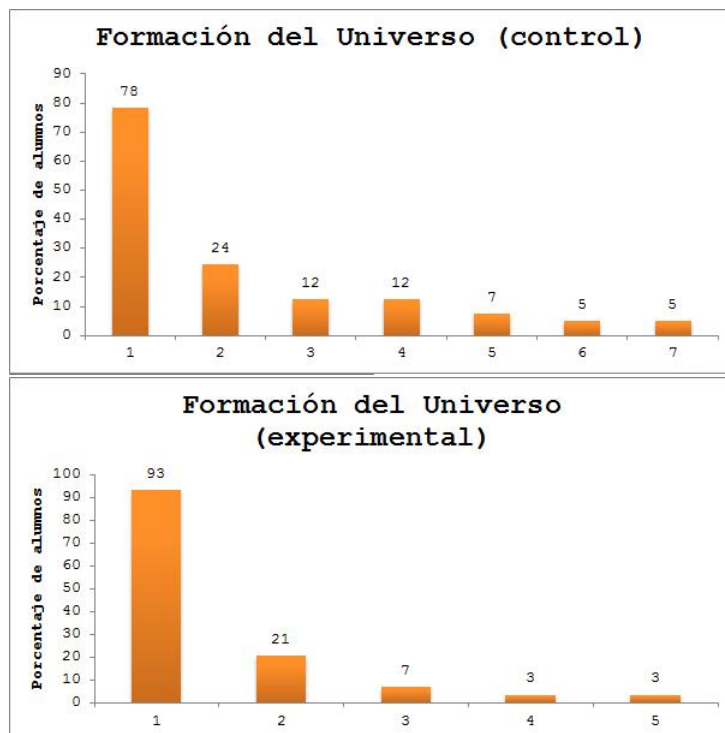


Figura 4.2: Respuestas a cómo se formó el Universo de los grupos de control y experimental.

Para la gráfica superior, los números representan 1. Teoría del *Big Bang*, 2. Hay varias teorías para su explicación, 3. Descripción de qué lo conforma, 4. Creado por Dios, 5. Otros, 6. Teoría de la congelación, 7. "Fueron volando y se formaron", Y para la gráfica inferior es: 1. Teoría del *Big Bang*, 2. Se puede explicar con varias teorías, 3. No contestó, 4. Dios lo creó, 5. Los planetas en órbita.

de escribir sobre esto, declaró totalmente convencido que creía que había sido Dios quien lo había formado. Estos resultados se observan en la figura 4.2.

**Cuerpo celeste** Se notó claramente que había mucha confusión al respecto. No solamente por la variedad de respuestas, sino por la forma de enunciarlos. En el grupo de control, la tendencia principal era tomarlo como un sinónimo de estrella (32 %); mientras en el grupo experimental, como objeto que orbita el Universo (52 % y 2 % en el grupo modelo). Algunos mencionaban que los cuerpos celestes podían ser estrellas, planetas cometas, etcétera (7 % en el grupo experimental), mientras otros aseguraban que eran sinónimos de planetas (10 % en el grupo de control), de estrellas (17 y 14 % para los grupos modelo y experimental, respectivamente), pero esta vez de forma excluyente. También hubo algunos estudiantes que no respondieron o declararon que no sabían (10 y 21 %, respectivamente). La figura 4.3 nos muestra la distribución de respuestas.

**Constelación** La mayoría parecía tener una idea más clara del concepto. Tanto en el grupo de control como en el experimental, la mayoría dijo que era un conjunto de estrellas (80 y 46 %, respectivamente) que formaba una figura al unirlos con líneas imaginarias (27 y 24 %, respectivamente). Aunque hubo una gran variedad de respuestas, las tendencias estuvieron muy bien definidas.

**Qué es el Universo** Claramente es muy complicado explicar qué es el Universo, no obstante, para simplificar las definiciones se aprovecha que en ciencias usualmente se enlistan las características que tiene el concepto para lograr explicarlo. Y precisamente eso hicieron muchos estudiantes. Dijeron que estaba formado por planetas (80 y 52 %, respectivamente), estrellas (71 y 55 %), galaxias (17 y 41 %), etcétera. Varios estudiantes dijeron que el Universo es el Todo, todo lo que existe, toda la materia (20 y 28 %). Algunos decían que era infinito, aunque alguien dijo que era finito. Varios aludieron a su inmensidad sin ahondar en si tiene fin o no. Hubo quien declaró que era inexplicable y que el ser humano no debería intentar hacerlo. Las respuestas fueron muy diversas, pero en general los estudiantes tenían una idea de cómo explicar qué es el Universo.

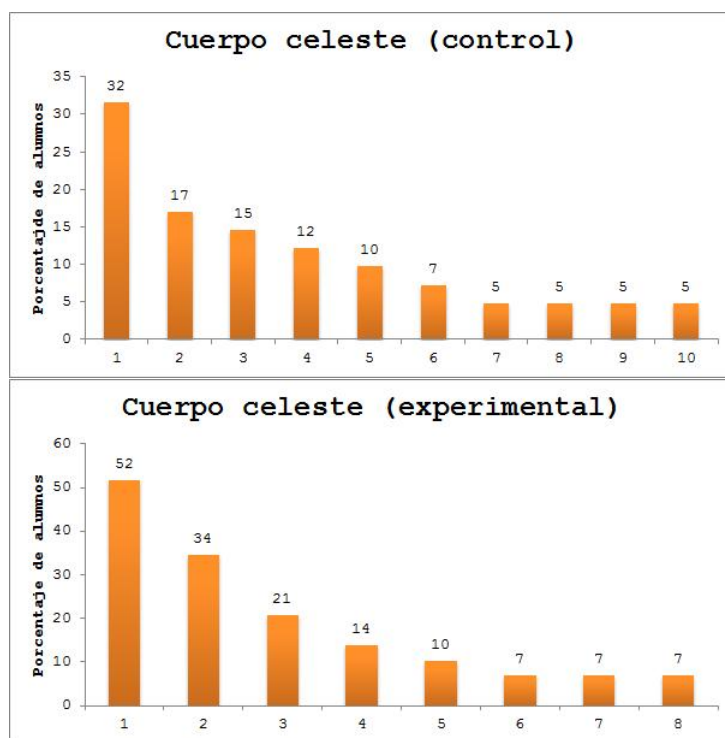


Figura 4.3: Respuestas a qué es un cuerpo celeste de los grupos de control y experimental.

La numeración correspondiente a la figura de superior es: 1. Genera su propia luz, 2. Astro/ estrella, 3. Lo que se encuentra en el espacio, 4. Otros, 5. No sabe o no contestó, 6. Cuerpo que gira en torno a una estrella, 7. Cuerpo color celeste, 8. Cuerpo fuera del planeta, 9. Materia estelar en nuestro Universo, 10. Meteoritos cerca de la Tierra. Para la figura de la inferior, la numeración es: 1. Objeto rondando/orbitando en el Universo, 2. No contestó, 3. Estrellas, 4. Planetas, 5. Diferentes formas, como estrellas, 6. Diferentes formas, como meteoros, 7. El Sol, 8. Diferentes formas, como cometas.



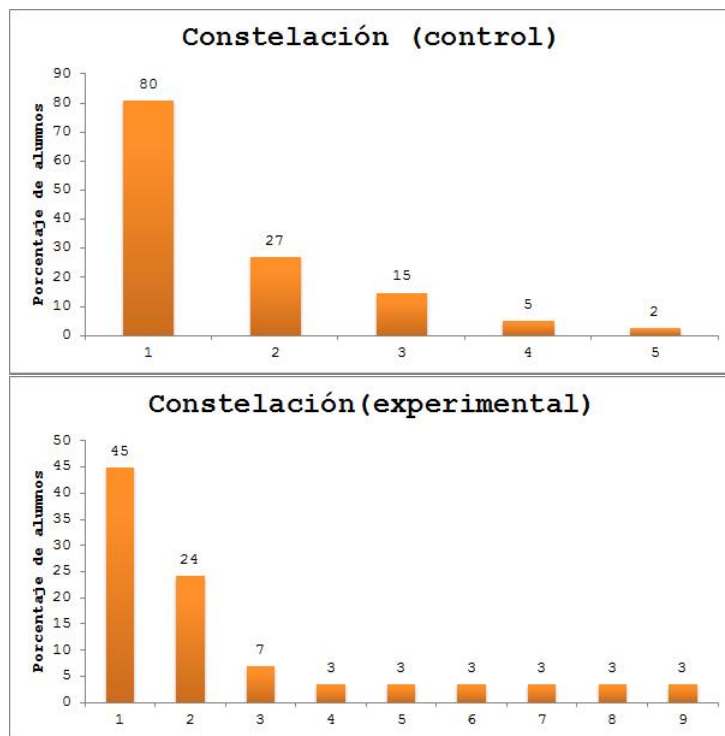


Figura 4.4: Respuestas a qué es una constelación del grupo experimental. Para la gráfica superior, la relación es: 1.Grupo de estrellas/conjunto de astros, 2. Forman una figura uniéndolas con líneas, 3. Otros, 4. Grupo de planetas que orbitan el Universo, 5. No contestó . La numeración correspondiente a la gráfica inferior es: 1. Conjunto/ cúmulo de estrellas, 2. Estrellas alineadas en una forma/haciendo una figura con líneas imaginarias, 3. Conjunto de gases calientes, 4. Posición de las estrellas, 5. Cinturón de Orión, 6. Varias estrellas y planetas, 7. Compuesto de luz, 8. Aparece en el espacio, 9. Lugar encerrado.

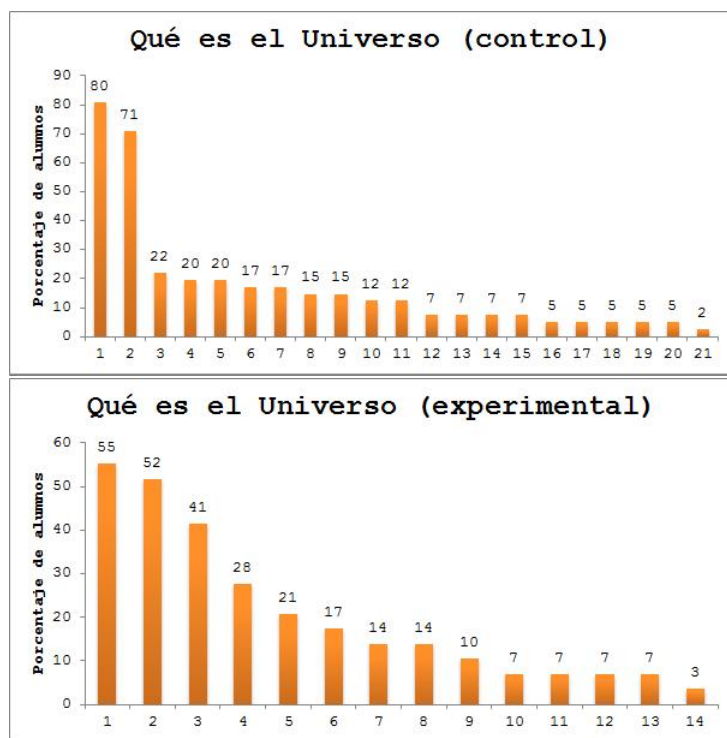


Figura 4.5: Respuestas a qué es el Universo de los grupos de control y experimental.

Para la gráfica superior la enumeración es: 1. Formado por planetas, 2. Formado por estrellas, 3. Todo lo que hay/Todo en el espacio/Toda la materia, 4. Tiene hoyos negros, cometas (5), Sol (6), galaxias (7), constelaciones(8), 9. Es el lugar dónde vivimos, 10. Está formado por gases, 11. Es inexplicable, 12. Es infinito, 13. Es la creación de la Gran Explosión, está formado por satélites (14), sistemas solares (15), meteoros (16), asteroides (17), lunas (18), cuerpos celestes (19), 20. Es muy grande, 21. Hay infinitos universos. Para la figura inferior es: formado por estrellas (1), planetas (2), galaxias (3), 4. Es el Todo, 5. Conjunto de cuerpos celestes, 6. Conjunto de gases, materia que se mueven constantemente, 7. Tiene constelaciones, 8. Nuestro alrededor, 9. Amplio, 10. El Espacio, 11. Tiene meteoritos, 12. Tiene sistemas solares, 13. Es longevo, 14. No contestó.

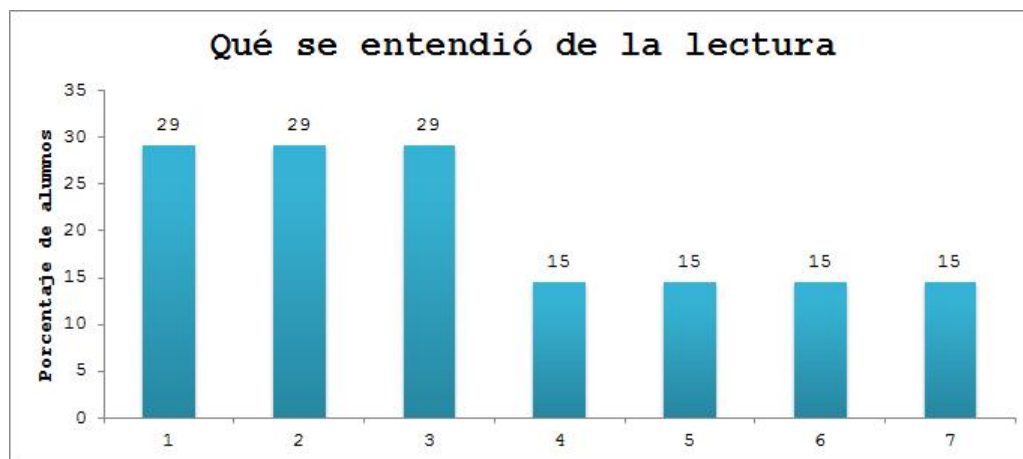


Figura 4.6: Respuestas a qué se entendió de la lectura.

La numeración correspondiente es: 1. Viaje expedición a la Tierra, 2. Destrucción de la Tierra, 3. Espacio, 4. Frío en algunas partes y vegetación inexistente, 5. Viaje en cohete, 6. Veía estrellas, 7. Descubría un nuevo mundo.

Estas actividades fueron para estudiar la situación previa de los alumnos. Como ya se mencionó, se trataba de una escuela en la que no se seguía la enseñanza tradicional. Incluso así se pudo observar que los estudiantes también se confunden con facilidad y confirmar que hay un gran problema en la enseñanza incluso cuando se promueve la investigación más activa entre los muchachos.

A pesar de la intervención de la profesora, hubo quien no entendió bien el cuento, no obstante, la gran mayoría logró aproximarse a una buena paráfrasis de la lectura. En la figura 4.11 se muestra que muchos estudiantes identificaron que se trataba de un viaje espacial en que se observaba que la Tierra estaba destruida. Además, pudieron hallar varios conceptos físicos en el texto, siendo montañas y estrellas las respuestas más populares (aunque la primera no se consideró como algo relevante al desarrollar la actividad), seguida por Sol y Cohete. Hubo quienes pudieron identificar cuestiones más elementales de la Física (y no por ello más fáciles), como fuerza, presión y gravitación. Se observó que la literatura de ciencia ficción puede complementar la asimilación de conocimiento por parte de los alumnos.

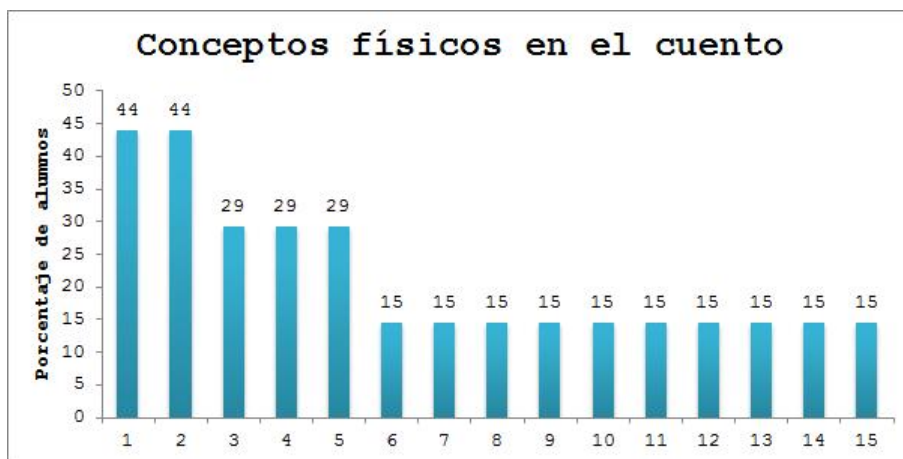


Figura 4.7: Conceptos físicos que los estudiantes identificaron en la lectura. La enumeración corresponde al siguiente orden: 1-estrella, 2-montaña, 3-Sol, 4-cohete, 5-planetas, 6-Tierra, 7-Luna, 8-presión, 9-clima, 10-gravitación, 11-espacio, 12-fuerza, 13-radiación, 14-mesetas, 15-artilugios tecnológicos.

#### 4.1.2. Secundaria General Raúl Isidro Burgos

En esta escuela, los estudiantes pertenecen a comunidades más bien rurales y reciben un curso de física tradicional (en el que su docente expone el tema y hace que los estudiantes resuelvan ejercicios). Asimismo, había muchos aspectos que no se habían previsto. La deserción es muy alta. Los grupos de tercer año tienen menos de la mitad de alumnos que los de segundo. Es importante aclarar que la actividad se planeaba precisamente para estudiantes del segundo grado, que tenían más *frescos* los conocimientos del tema, pues recién los habían estudiado, sin embargo, las condiciones se prestaron para trabajar con los otros dos grupos y se pudo estudiar el impacto de la ciencia ficción en otras circunstancias.

En las figuras 4.8 y 4.9 se muestran los resultados obtenidos de las preguntas planteadas en sus sesiones correspondientes. En el caso de estos grupos podemos observar que el grupo de control (que respondió antes de la sesión con ciencia ficción, produjo una cantidad más diversa de respuestas. La mayor mejoría que se notó en el grupo experimental es que la sesión había dejado claro qué son los cuerpos celestes cuando respondían que el Universo está formado por cuerpos celestes, los enumeraban, mientras que los estudiantes

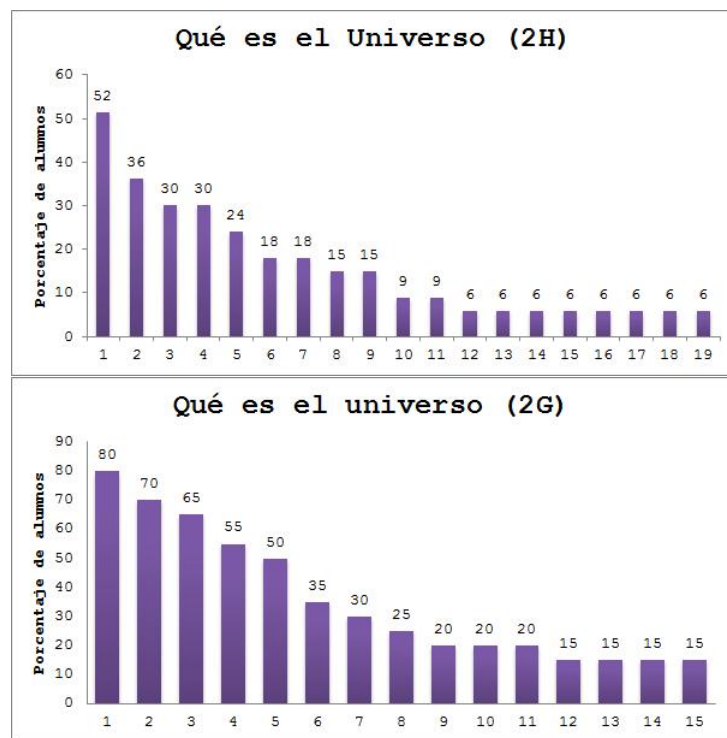


Figura 4.8: Respuestas a qué es el Universo de ambos grupos de segundo grado.

La relación de números y respuestas para la figura de la izquierda es: 1. Todo lo que nos rodea, está formado por galaxias (2), estrellas (3), 4. Otros, tiene polvo cósmico (5), gases (6), materia en todas sus formas (7), cuerpos celestes (8), planetas (9), 10. Fue resultado de la gran explosión, 11. Es la totalidad del espacio y el tiempo, 12. Es donde nos encontramos, 13. Es energía cósmica, tiene asteroides (14), cometas (15), nebulosas (16), nubes (17), satélites (18), 19. Es infinito. Para la figura de la derecha, la relación es: 1. Tiene planetas, 2. Es una agrupación, está formado por estrellas (3), galaxias (4), 5. Otros, tiene satélites (6), polvo cósmico (7), cometas (8), 9. Es el resultado de la gran explosión, tiene gases (10), hoyos negros (11), asteroides (12), 13. Espacio vacío, 14. Tiene meteoros, 15. Todo lo que nos rodea/existe.

del grupo de control confundían el concepto con estrellas o algún otro tipo de cuerpo.

En el grupo de control, la respuesta más popular (52%) era que el Universo era el Todo y en el grupo experimental, que tenía planetas (80% y en el grupo de control solamente fue mencionado por el 15%). Cabe destacar que, aunque las respuestas del grupo de control fueron muy variadas, no tenían tanta confianza al responder; por otra parte, las respuestas del grupo de control permitían observar tendencias más definidas y coherentes.

Aunque no puede haber respuestas correctas o incorrectas al decir cuál es la importancia de estudiar el Universo, sí podemos observar un par de cosas: en primer lugar, que los estudiantes tendían a responder conforme lo que conocían y/o entendían del Universo y, por lo mismo, las tendencias fueron más marcadas en el grupo experimental, que ya tenía una idea más definida de lo que es el Universo. La mayoría de los estudiantes, en ambos grupos, declaraba que es importante estudiarlo para conocer más sobre él (27% del grupo de control y 40% del experimental), aunque el grupo experimental complementaba su respuesta diciendo que conocerlo más incluye saber cómo está compuesto y qué características tiene, es decir, tenían una mejor idea de cómo aproximarse al conocimiento. En la figura 4. 9 se puede observar la distribución de respuestas de los grupos experimental y de control de segundo grado.

En ambos grupos, la tendencia principal fue decir que el Universo tiene planetas (55 y 78% en los grupos modelo y de prueba, respectivamente). También se mencionaron otros cuerpos celestes, como estrellas (45 y 56%), meteoros (9 y 33%), entre otros. Aunque en este caso el grupo experimental produjo una mayor variedad de respuestas, las tendencias mostraban una mejor descripción del Universo en el sentido científico.

En la figura 4. 11 podemos observar las respuestas que dieron los alumnos de tercer año a por qué es importante estudiar el Universo. Por supuesto que en este caso tampoco se puede hablar de respuestas correctas e incorrectas. Lo que sí podemos observar es que para la mayoría del grupo experimental, el Universo se debe estudiar para saber qué lo conforma, cómo es y qué contiene (67%), mientras que para la mayoría del grupo modelo eso para saber si hay vida más en otros lugares del Universo (27%).

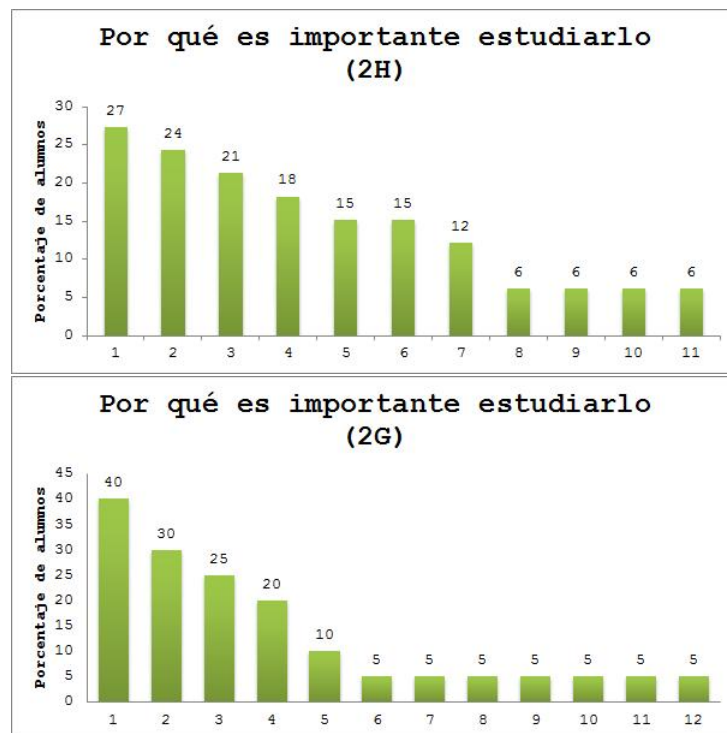


Figura 4.9: Respuestas a por qué es importante estudiar el Universo de los grupos 2H y 2G.

La relación entre la numeración y las respuestas para la gráfica de la superior es: 1. Para conocer más sobre el Universo, 2. Debemos saber qué es en sí y cómo se formó lo que nos rodea, 3. Resolver misterios o dudas, 4. Otros, 5. Saber qué contiene, 6. Vivimos/existimos en él, 7. Es hermoso e interesante, 8. Conocer nuestro origen (toda la materia), 9. No contestó, 10. Para saber qué hay más allá de nosotros/nuestro alrededor, 11. Para saber si hay más vida. Para la figura inferior, la relación es: 1. Para conocer más del Universo, cómo está compuesto, qué características tiene, 2. Saber qué hay más allá del cielo, conocer nuestro alrededor más allá de nuestro planeta, 3. Para saber si existen planetas con vida, 4. Porque sin él no existiríamos, 5. Resolver dudas, quitarnos la curiosidad y saber lo cierto, 6. Tenemos que prestarle atención al espacio exterior, 7. Entender la gran explosión, 8. Por qué brillan las estrellas, 9. Por las explosiones que se dan cuando una estrella muere, 10. Para saber qué contiene cada estrella, 11. Para explicar la realidad en que vivimos, 12. Para saber cómo es que toda esa materia llegó.

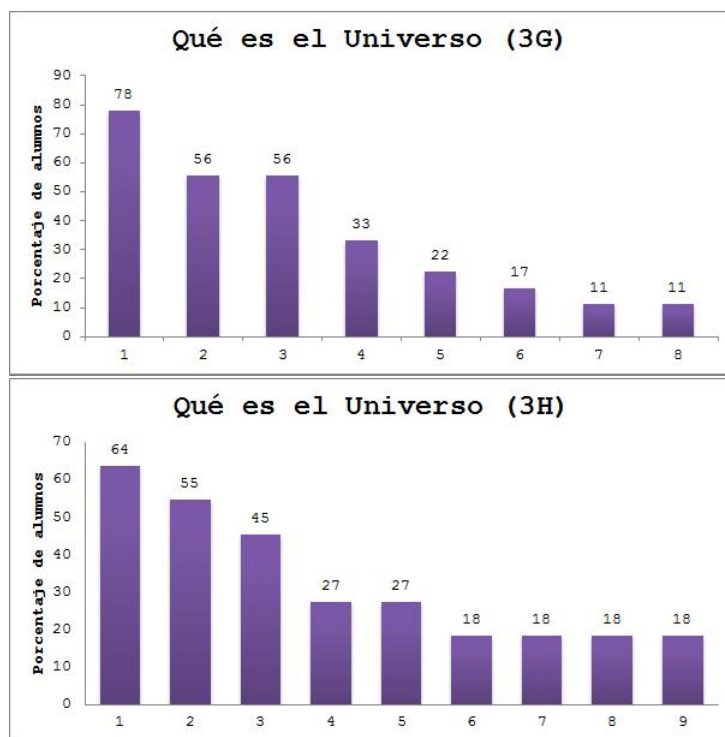


Figura 4.10: Respuestas a qué es el Universo del grupo 3G y 3H.

La relación de respuestas y los números para la gráfica superior es: compuesto por planetas (1), estrellas (2), meteoros (3), cuerpos celestes (4), sol (5), luna (6), 7. Un lugar, 8. Espacio. Para la figura inferior es: lleno de planetas (1), estrellas (2), galaxias (3), soles (4), 5. Es infinito, tiene sistemas solares (6), constelaciones (7), 8. Distante, tiene Vía láctea (9).



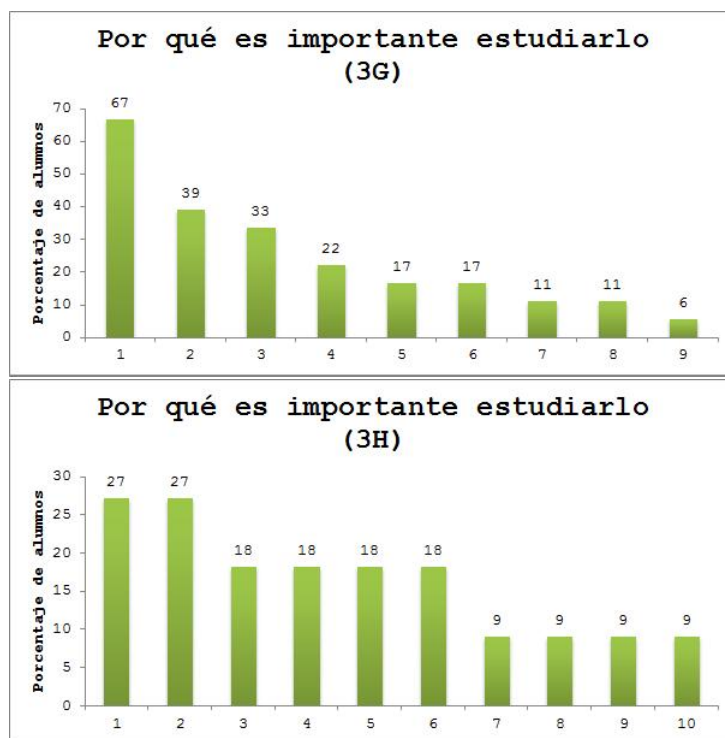


Figura 4.11: Respuestas a por qué es importante estudiar el Universo de los grupos 3G y 3H.

La relación de respuestas para la figura superior es: 1. Para saber qué lo conforma, cómo es, qué contiene, 2. Entender más sobre lo que nos rodea, 3. Aprender nuevas cosas, 4. Entender qué pasa, 5. Conocer diversos tipos de vida, 6. Nos puede beneficiar, 7. Conocer peligros, 8. Porque podemos verlo (partes de él), 9. Experimentar. Para la figura inferior, la relación es: 1. Para saber si hay vida más allá, 2. Qué hay en él, 3. Vivimos en la Tierra/estamos en él, 4. Conocer peligros, 5. Saber qué pasa con él, 6. Explorar mundos nuevos, 7. Evitar engaños, 8. Solucionar catástrofes, 9. Es interesante, 10. Es un gran conocimiento.

A pesar de la dificultad que implica analizar estos datos, cualitativamente se puede decir que los estudiantes no logran asimilar con facilidad la información que se les proporciona. La deserción es un verdadero problema que debería atacarse de todas las formas posibles. En cuanto a nuestra investigación, la ciencia ficción sí atrajo a los estudiantes y clarificó un poco su interpretación científica del Universo. No obstante, este tipo de literatura es más difícil de asimilar por público de esta edad, que confunde todavía la fantasía y la realidad.

## 4.2. Nivel medio superior

### 4.2.1. Preparatoria Regional Enrique Cabrera Barroso

Las primeras tres preguntas exploraban la capacidad que el estudiante de enumerar las características de estos fenómenos (reflexión y refracción) de manera consiente y sus resultados se presentann en las figuras 4.12, 4.13, 4.14. Las distribuciones muestran las comparaciones entre las respuestas de los grupos de control y experimental, de modo que quienes fueron capaces de describir todos los puntos esenciales de los conceptos en sus respuestas se encuentran agrupados en la sección *total*; si les faltaba incluir algún aspecto, en la sección de *parcial* y si no tenían idea del concepto o si estaban confundiéendolo con otro (como la dispersión), en la sección de *nula*.

En el grupo de control el 100 % quería estudiar una carrera universitaria y en el experimental, un 94 %; de ahí, teníamos que el 49 y el 59 por ciento, respectivamente, estaba interesado en estudiar una carrera relacionada con ciencias. Por otra parte, al 76 y al 77 por ciento, respectivamente, le gustaba la ciencia ficción (en alguna de sus expresiones).

Dado que la primera pregunta no la podía responder el grupo de control, no podía hacerse comparación. Sin embargo, a partir de la pregunta sobre la validez de la ley de reflexión en espejos curvos se hicieron gráficas comparativas. En la figura 4.15 se muestran las respuestas de los estudiantes de ambos grupos y tenemos resultados muy similares.

En la figura 4.2.1 se muestran las respuestas de los estudiantes de ambos grupos al resolver un ejercicio numérico en que tenían que calcular los ángu-

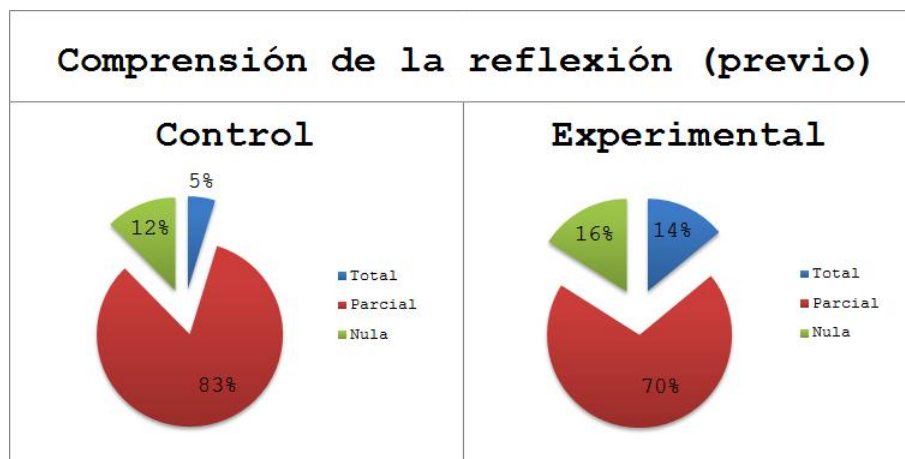


Figura 4.12: Capacidad del estudiante para describir el concepto de reflexión.

los de incidencia y refracción. No solo es mayor el porcentaje de estudiantes que respondió correctamente en el grupo experimental (39 % *vs* 15 %), sino que en el grupo de control las respuestas incorrectas son más variadas (60 y 45, 45 y 45, 20) que en el experimental (45 y 45) y, además, el porcentaje de estudiantes que no se atrevió a responder fue mucho mayor (55 %) que en el grupo de prueba (29 %).

La cuarta pregunta implicaba la resolución de otro ejercicio de tipo numérico en que debían hallar el ángulo crítico (para que hubiese RTI) y la distribución de respuestas se muestra en la figura 4.17. Los estudiantes del grupo de control no respondieron en su mayoría (85 %) y, además, los que respondieron lo hicieron de forma muy variada (15, 90, 0.71, 0.67). Solo uno logró responder correctamente. En contraparte, el 53 % del grupo experimental logró responder correctamente y, aunque el 29 % no respondió, hubo menos variedad de respuestas (por lo que se infiere que hubo menos confusión).

El complemento de ese ejercicio numérico era uno de tipo conceptual en que el alumno debía elegir el diagrama que representara la situación en que se podía dar el fenómeno de reflexión total interna. La respuesta correcta fue elegida por el 40 % de los estudiantes del grupo de control y por el 82 % del grupo experimental. Apenas el 11 % de los alumnos del grupo experimental no respondió, mientras el 27 % de los del grupo de control optaron por la

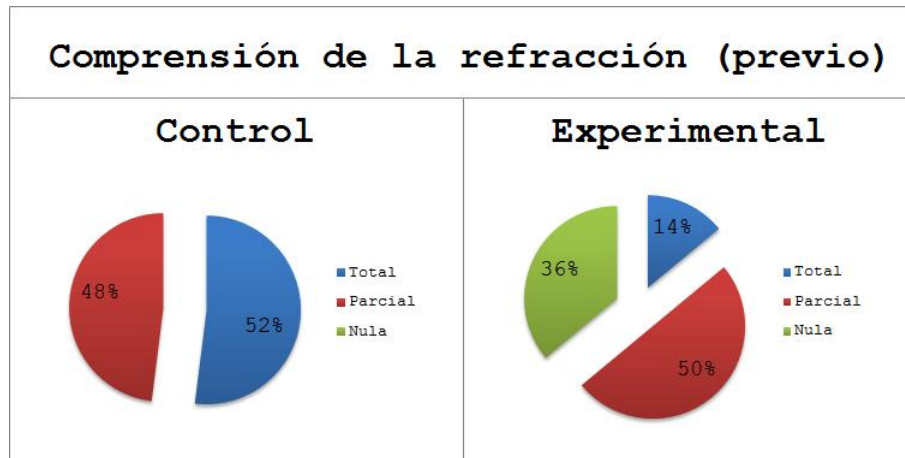


Figura 4.13: Capacidad del estudiante para describir el concepto de refracción.



Figura 4.14: Identificación de la reflexión y la refracción como fenómenos no exclusivos de la luz.

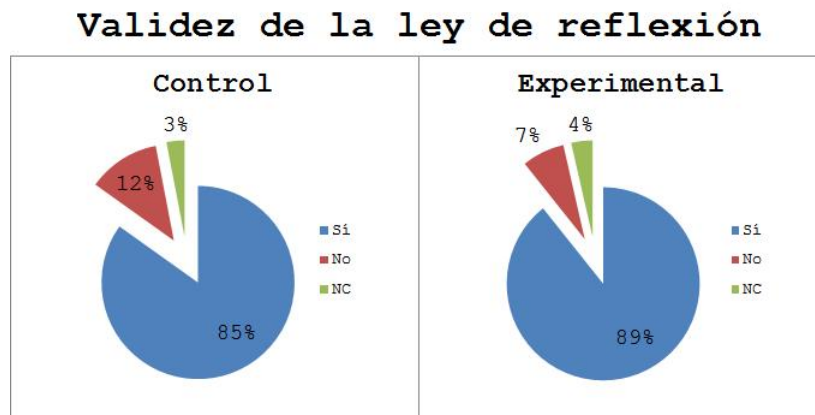


Figura 4.15: Validez de la ley de reflexión en espejos curvos para los estudiantes.

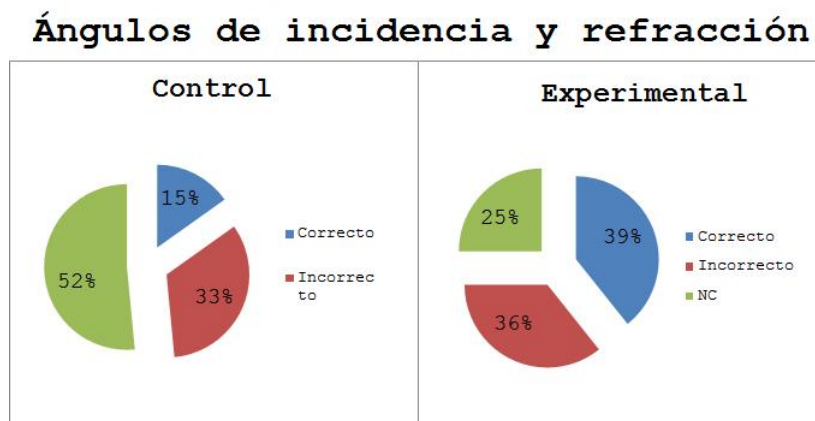


Figura 4.16: Cálculo de ángulos de incidencia y refracción.

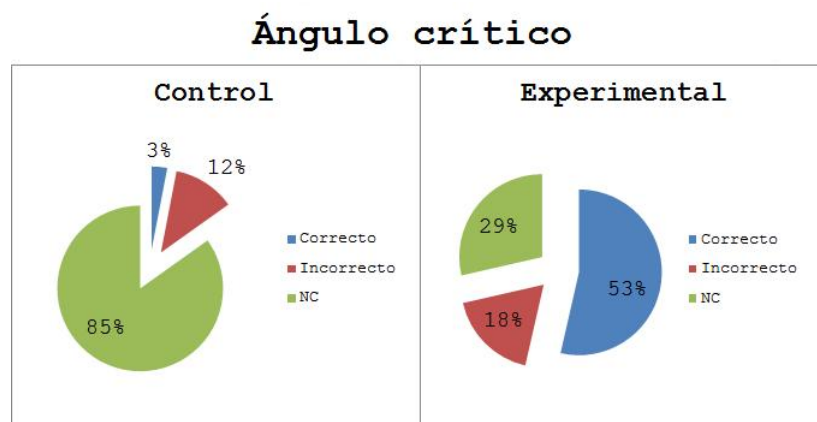


Figura 4.17: Cálculo del ángulo crítico.

misma opción, como se puede observar en el 4.18.

En el ejercicio seis se solicitaba que resolvieran debían encontrar el índice de refracción en un caso particular. Los resultados se observan en la figura 4.19. El 12% del grupo de control respondió correctamente, mientras el 68% del grupo experimental acertó. Además, la diversidad de respuestas en el grupo de control también fue mucho mayor (0.5, 3,30, 2.23, 1 contra 0.5 y 1.5 del experimental). Es posible que el 21% de estudiantes que respondieron 3 se haya confundido y por eso omitió la raíz, aunque incluso siendo *más flexibles* en ese aspecto, apenas el 32% del grupo de control *alcanzaría* la respuesta correcta.

Finalmente, en el ejercicio siete se pidió a los alumnos que dibujaran las imágenes que se crearían al colocar un espejo plano. En este caso, el 55% del grupo de control obtuvo los cuatro aciertos o puntos correspondientes, mientras en el grupo experimental fue el 36%. A pesar de ello, en el grupo de control el 9% no obtuvo acierto alguno y en el grupo experimental, apenas fue el 3%.

Para cerrar, hace falta mencionar que la calificación promedio de los grupos fue 4.28 para el grupo de control y 7.03 para el grupo experimental, que es 1.6 veces mejor que el de control. En suma, se mejoró la confianza de los estudiantes para responder, no solamente su comprensión.

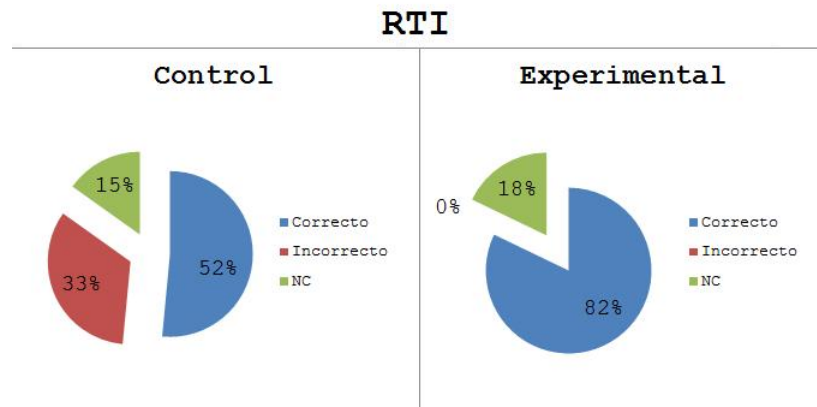


Figura 4.18: Situación propicia para reflexión total interna.

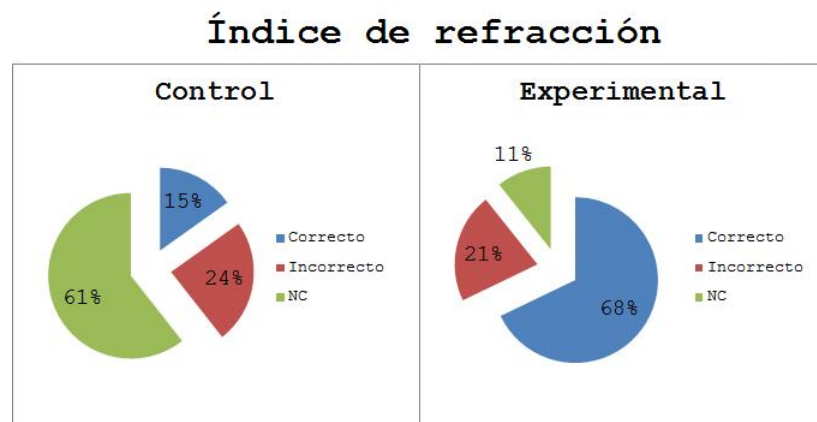


Figura 4.19: Cálculo del índice de refracción.

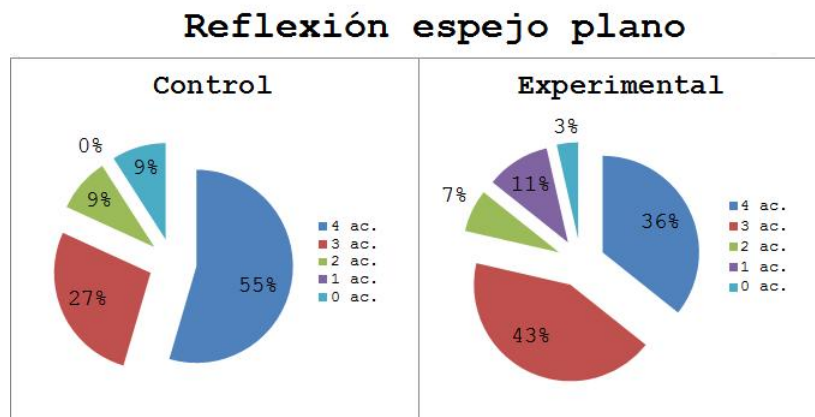


Figura 4.20: Número de aciertos en la reflexión especular plana.

**4.2.2. Curso-taller: Guía rápida para sobrevivir a la Física (para poetas y no tan poetas)**

Uno de los principales problemas que se enfrentaron radicaba en que el taller surgió con muy poca planeación previa, así que se tuvo que ir improvisando en muchos aspectos. El periodo elegido para su impartición coincidía con su temporada vacacional y, para gran parte de los estudiantes, también era el momento de asistir a sus cursos de regularización para sus exámenes extraordinarios.

En un inicio, el taller estaba planeado para un grupo de quince personas, aunque la aparente demanda (porque la materia de Física es la que tiene mayor índice de reprobación en la PRECB) hizo que se ofertaran más lugares y en dos horarios diferentes. Sin embargo, por los motivos ya mencionados, la asistencia total fue de once alumnos asistentes en total, aunque los regulares eran alrededor de siete. Por lo mismo, los resultados de esta sección son meramente cualitativos.

Los estudiantes se interesaban en los cuentos presentados. Participaban activamente y emitían sus ideas respecto a los temas tratados en las sesiones. Como se trataba de una guía de supervivencia para la Física, también se les explicaba las fórmulas que utilizarían en su curso (pues estaba dirigido a estudiantes que iban a pasar a tercer año e iniciarían su curso de Física). No



se resolvieron ejercicios numéricos, pues se trataba de enfocarse en los conceptos. Esta forma de atacar la aproximación al conocimiento disciplinar permitió que los estudiantes fueran más allá de aplicar formulazos.

La literatura de ciencia ficción no solamente les permitió darle una nueva a mirada las consecuencias del estudio de la Física, sino reflexionar respecto a las mismas y darse cuenta del impacto que genera en su vida diaria. Por lo mismo, los asistentes al curso-taller participan activamente en su clase de Física y en algunas ocasiones han consultado a la presentadora del taller para desarrollar experimentos y pequeños proyectos de esta ciencia.

### 4.3. Nivel superior (primer ingreso)

#### 4.3.1. Generación 2015

Dado que con esta generación solamente se estudió qué impacto interpretación podía darle el alumno a cada lectura y si era capaz de relacionarla con alguna idea o concepto físico, en esta sección se observan los resultados de dichas interpretaciones.

Cada lectura hizo que los estudiantes se inclinaran a ciertos conceptos, no obstante, también hubo respuestas inesperadas que ayudaron a reflexionar sobre la importancia de guiar a los estudiantes a una buena aproximación al conocimiento disciplinar de la Física. Por tratarse de una exploración donde no hubo comparación de grupo muestra y experimental, para la presentación de resultados de este caso, se unieron las respuestas de ambos grupos, considerando así un total de 36 estudiantes.

**“El hijo Andrómeda”** En la figura 4.21, se observa que el 78 % identificaba nociones de relatividad, contracciones del tiempo o efectos que sufría la materia al viajar a la velocidad de la luz; el 16 %, el espacio tiempo y el 14 %, viajes espaciales. El 8 % de los estudiantes se percataba de que el cuento involucraba galaxias, luz y su rapidez; mientras el 5 %, de evolución de las especies y astronomía. En la opción *otros* se agrupan respuestas diversas que solamente tuvieron el voto de un estudiante, aunque en total representa al 22 % de la población estudiantil.

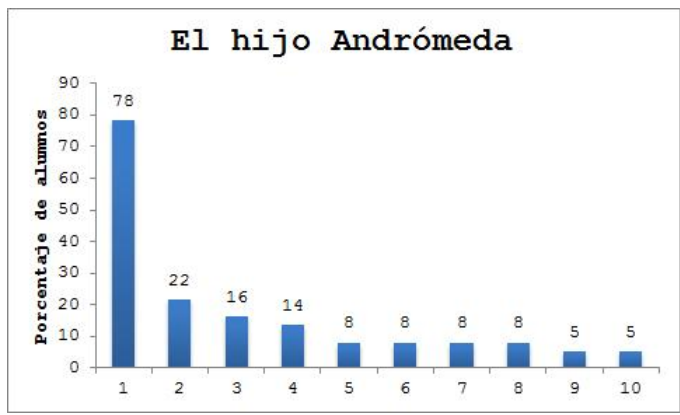


Figura 4.21: Conceptos de Física que la generación 2015 identificó en el minicuento “El hijo Andrómeda”.

Las respuestas en orden son las siguientes: 1. Relatividad / contracción del tiempo / materia a velocidad de la luz, 2. Otros, 3. Espacio-tiempo, 4. Viajes espaciales, 5. Galaxias, 6. Luz, 7. Velocidad de la luz, 8. Evolución de las especies, 9. Universo, 10. Astronomía.



Figura 4.22: Cuestiones físicas percibidas por la generación 2015 en el fragmento del cuento “El orgasmógrafo”.

Las respuestas de la figura son: 1. Energía (conservación, transformación, acumulación, transmisión), 2. Robótica, 3. Otros, 4. Inteligencia artificial, 5. Tecnología, 6. Efecto fotoeléctrico, 7. Luz, 8. Mecatrónica, 9. Electricidad/electrónica.



Figura 4.23: Ideas físicas encontradas por la generación 2015 en el fragmento del cuento “Agosto de 1999. Los hombres de la Tierra”.

Respuestas asociadas a la figura de la izquierda: 1. Viajes y exploración espacial, 2. Vida en otros lugares del Universo, 3. Neurociencias, 4. Química, 5. Transformación de la materia, 6. Trastornos psicológicos, 7. Otros, 8. Termodinámica, 9. Astronomía.

**“El orgasmógrafo”** La respuesta más popular fue energía (ya fuera su conservación, transformación, acumulación o transmisión), seguida por robótica (24 %) e inteligencia artificial (14 %). También se aludió a la tecnología en general (11 %), el efecto fotoeléctrico (8 %) y finalmente luz, mecatrónica, electricidad y electrónica (con 5 % cada una). En la opción *otros* se agrupan respuestas diversas que solamente tuvieron el voto de un estudiante, aunque en total representa al 19 % de la población estudiantil.

**Fragmento de “Agosto de 1999. Los hombres de la Tierra”** La idea científica más identificada fue viajes y exploración espacial (24 %), seguida por vida en otros lugares del Universo y neurociencias (cada una con 22 %). Las otras respuestas fueron química (16 %), transformación de la materia (14 %), trastornos psicológicos (11 %), termodinámica (8 %) y astronomía (5 %). En este caso, el porcentaje agrupado en la opción *otros* es 11 %.

**Fragmento “La Caída”** Fue analizado rápidamente por ambos grupos. Este texto no es trivial y sí resultó más difícil de entender para los estudiantes. Muchos decían que se trataba más bien de una perspectiva filosófica. No obstante, los alumnos fueron capaces de identificar varios conceptos físicos

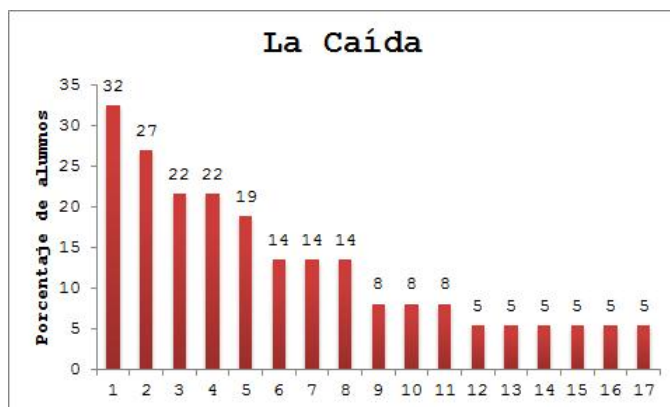


Figura 4.24: Ideas identificadas por la generación 2015 en el fragmento del cuento “La Caída”.

Las respuestas de la gráfica son: 1. Gravitación, 2. Leyes de Newton, 3. Relatividad, 4. Otros, 5. Fuerza, 6. Religión vs ciencia, 7. Cuerpos celestes, 8. Astronomía, 9. Energía, 10. Estructura de la materia, 11. Peso, 12. Materia, 13. Mecánica, 14. Cambio climático, 15. Velocidad de escape, 16. Física cuántica, 17. Geometría.

en el fragmento (en la figura 4.24 pueden verse las respuestas), que eran: gravitación (32%), leyes de Newton (27%), relatividad (22%), fuerza (19%), religión vs ciencia, cuerpos celestes, astronomía (cada una con 14%), energía, estructura de la materia, peso (con 8%, respectivamente), materia, mecánica, cambio climático, velocidad de escape, física cuántica y geometría (con 5%, respectivamente).

### 4.3.2. Generación 2016

Trabajar con la generación 2016 permitió una buena exploración de los efectos de la literatura de ciencia ficción como herramienta para el aprendizaje de la Física. Aunque en un inicio los alumnos se *destantearon*, se adaptaron fácilmente a sus nuevas circunstancias y se involucraron activamente. El total de estudiantes registrados era de 35, pero a cada sesión se presentaban alrededor de 27, predominando los hombres; su edad promedio oscilaba entre los 18 y 19 años (con casos muy aislados de edades distintas). La autoevaluación media que dio el grupo a sus habilidades de redacción fue de 7.6 en una escala del uno al diez.

Como se trataba ahora de estudiantes de primer semestre de Física, se esperaba un interés notorio en la misma, aunque al trabajar con el grupo se notó que dicho interés estaba más bien enfocado en las áreas de *moda* de la Física, como partículas y cosmología, rehuendo (como era de esperarse) de las áreas básicas que se estudian primero en la mayoría de los programas.

### **Reflexión y refracción**

Se procuró desarrollar una metodología similar a la aplicada en la PREB, con sus adaptaciones porque se trataba de circunstancias diferentes. Las respuestas a las preguntas de encuadre antes y después del intercambio de ideas se muestran en la figura 4.26. Previo al intercambio de ideas, la respuesta más popular fue que rebotaba en un objeto o superficie (56 %, 62 % después del intercambio de ideas), seguido por que la reflexión es un fenómeno de la luz (40 %, 42 % después del intercambio de ideas), mientras el 26 % (50 % después del intercambio) decía que era un fenómeno que podía sufrir cualquier onda, la misma cantidad decía que la reflexión utilizaba el verbo de la misma familia para definirlo, error común hasta en los diccionarios escolares. Después de la sesión, al responder la tarea, todos los estudiantes podían responder con claridad qué era la reflexión, la mayoría pudo dar una descripción completa sobre la reflexión.

Sucedió algo semejante con las respuestas a qué es la refracción, aunque respecto a este concepto había más confusión. El 63 % decía que era un fenómeno de luz (46 % después del intercambio de ideas). Y las confusiones fueron similares a las presentadas en el nivel preparatoria. El intercambio de ideas permitió que las respuestas se aterrizaran mejor. Después de la lectura de ciencia ficción, ningún estudiante confundió el concepto de refracción con dispersión o difracción de la luz, entendieron mejor que se trataba de un fenómeno que podía sufrir cualquier onda, aunque apenas la mitad pudo explicar claramente cómo se daba este desvío de luz. En la figura 4.27 pueden verse la distribución de respuestas dadas.

En general, los estudiantes pudieron desarrollar mucho mejor sus respuestas a la tarea, siendo completas y estando correctamente redactadas. Los conceptos físicos que pudieron identificar fueron 1. Reflexión 2. Refracción 3. Vibraciones/tipo Roentgen 4. Dínamos 5. Densidad óptica 6. Radiación / radiadores 7. Absorción de luz 8. Tapetum 9. Luz 10. Invisible/cambio de una

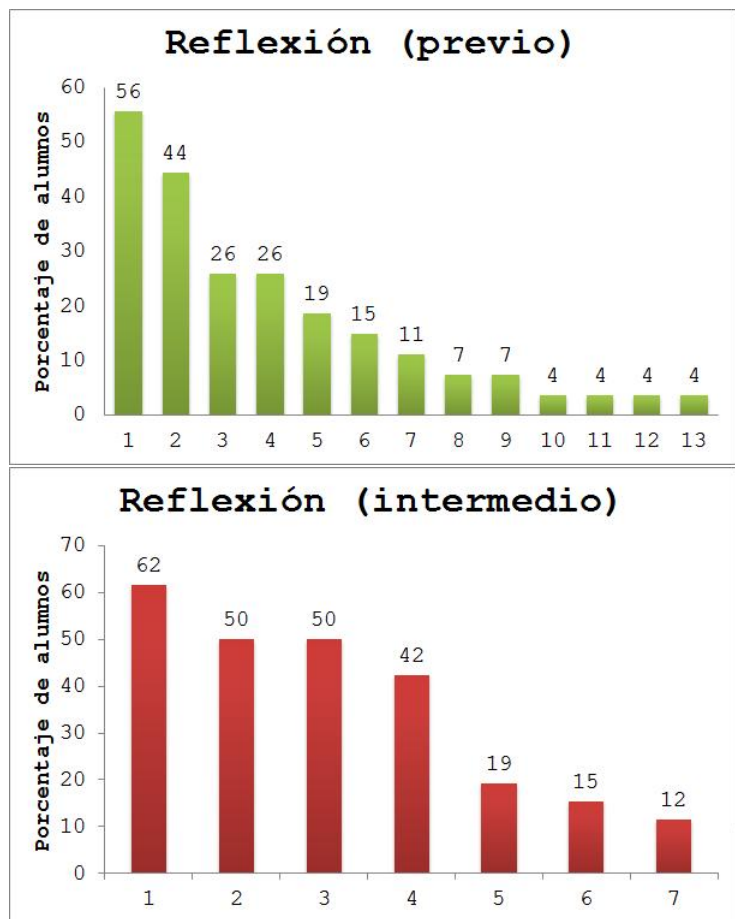


Figura 4.25: Características de la reflexión mencionadas previo y posterior al intercambio ideas en equipos (antes de la lectura de ciencia ficción).

La relación de respuestas con la gráfica superior es: 1-rebota en un objeto/superficie, 2- fenómeno de la luz, 3- fenómeno de ondas, 4- se reflejan, 5- cambio de dirección, 6- chocan y se regresan, 7- ángulo de incidencia, 8- propiedad de los materiales, 8- réplica de una imagen, 9- fotones rebotan en determinadas superficies, 10- ángulo de salida igual al ángulo de incidencia, 11- no contestó, 12- partir a la luz en haces de luz. Para la gráfica inferior es: 1-choque/rebote con superficie, 2- cambio de dirección, 3- fenómeno de partícula/onda, 4- fenómeno de rayos de luz, 5-pueden regresar al punto de origen, 6- NC, 7- incide con cierto ángulo.

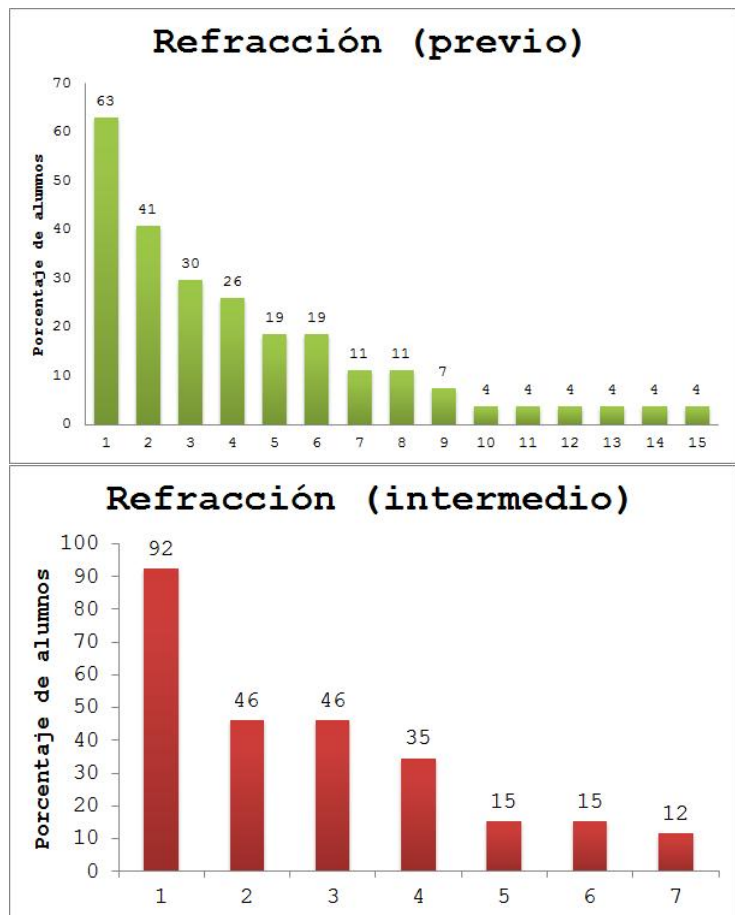


Figura 4.26: Características de la refracción mencionadas previo a la lectura y posterior al intercambio de ideas en equipos.

La relación de respuestas con la gráfica superior es: 1- fenómeno de luz, 2- cambio de dirección, 3- al entrar a o al interactuar con un medio, 4- dispersión, 5- cambio de velocidad, 6- pasando por una sustancia/medio transparente, 7- pasando de un medio a otro, 8- NC, 9- propiedad de los materiales, 10- atracción a un punto particular, 11- desfase, 12- difusión/ rebote de una imagen, 13- fotones absorbidos, 14- fenómeno que sufre una onda, 15- no sé. Y con la gráfica inferior es: 1- el rayo de luz cambia de dirección, 2- al pasar de un medio a otro con distinta densidad, 3- fenómeno de luz, 4- fenómeno de ondas, 5- división de la energía y la información, 6- cambio en la velocidad e la luz.

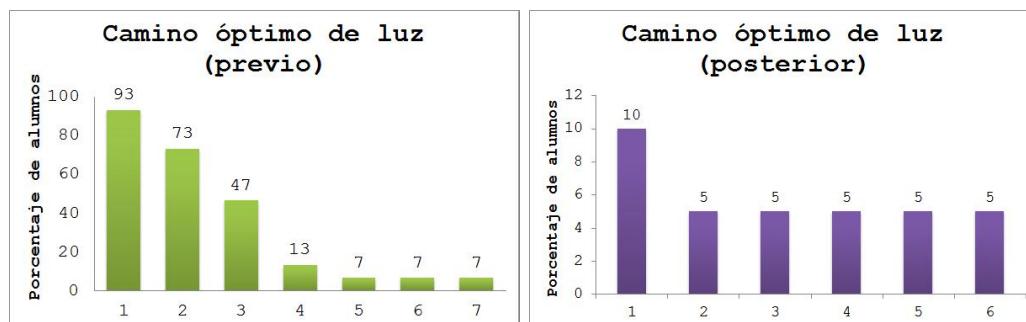


Figura 4.27: Características del COL mencionadas previo y posterior a la lectura.

Respuestas previas: 1-Menor gasto de energía 2-Mayor distancia recorrida 3-Menor tiempo posible 4-No tiene fricción/se mueve libremente 5-Camino óptimo estacionario 6-Región del espacio 7-Trayectoria Respuestas posteriores: 1-La luz se rige por el principio del mínimo esfuerzo/ esfuerzo mínimo de la naturaleza 2-trayectoria que tome menos tiempo 3-trayectoria continua de un punto a otro. 5-Cambio de velocidad 6- Materia y energía tienden a buscar el camino más corto y más fácil de recorrer. 7-Movimiento fugaz de la luz.

materia visible a una invisible/cuerpos visibles e invisibles / visibilidad de un cuerpo dependiendo de la densidad del mismo y el medio en que se encuentra 11. Fibra 12. Bobina 13. Estricnina 14. Materia 15. Molecular 16. Superficies 17. Rayos 18. Experimentos 19. Leyes 20. Colisiones 21. Combustión 22. Movimiento mecánico por los motores 23. Igualación de índices de refracción en materiales 24. Sustancias sólidas y líquidas 25. Pigmentación de un cuerpo (color) 26. Manejo de múltiples dimensiones 27. Física molecular de la luz.

### Camino óptimo de luz

Al tratar estos conceptos, se tuvo la dificultad de que en realidad nunca hubo una pregunta de encuadre. Se explicó el tema en clase y se leyó el texto de “La Caída”, para que escribieran qué habían entendido. Posteriormente, respondieron la tarea que originalmente pretendía ser de encuadre. Las respuestas dadas se muestran en la figura 4.28, donde cabe aclarar que *previo* se refiere a que fue antes de que cada quien tuviese oportunidad de leer con calma el texto. El 93 % fue asoció el concepto a la cuestión del gasto de mínima energía, lo que puede llamarse *el principio de flojera universal*. Otros tantos se confundieron con la concepción original del principio de Fermat.



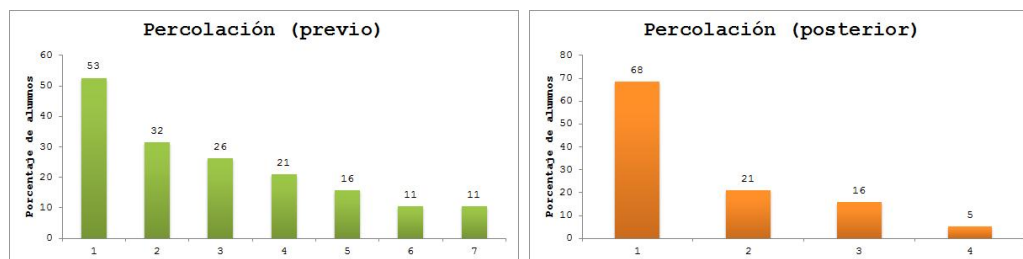


Figura 4.28: Respuestas del grupo a lo que entendían que era percolación antes y después de la lectura.

Respuestas previas: 1-Tapar algunos caminos para impedir el flujo /minimizar el paso de algo 2-NR/NS 3-Laberinto 4-Ejemplo de las máscaras de gas 5-Filtración 6-Cierto sistema permite el paso de algún “producto” 7-Física estadística. Respuestas posteriores: 1-Se controla (filtra) la información transmitida dependiendo de las condiciones a través de un sistema (laberinto) 2-Movimiento de un fluido a través de un medio. 3-NE 4-Salida diferente a la entrada

### Percolación

El concepto de percolación se trató de manera cualitativa con el grupo y se trató de que entendieran la esencia. En la figura 4.29 se muestra la distribución de respuestas antes y después de la lectura del cuento. Es importante mencionar que el cuento “Los dos reyes y los dos laberintos” no es ciencia ficción como tal, sino que por una experiencia personal (en que facilitó la comprensión del concepto a la autora de este trabajo), se incluyó para estudiar la posibilidad de que algunos ciertos textos literarios (diferentes a la ciencia ficción) permitieran comprender mejor los conceptos físicos. En este caso, se puede considerar que es medianamente exitoso, porque ayudó a comprender a los estudiantes que para que haya un flujo de cualquier cosa (en general se decía *información*). La anécdota histórica también tuvo una importancia destacable porque ello permitió que el grupo pudiera visualizar mejor el concepto. En general, lograron asimilar que se trataba de estudiar situaciones en que puede fluir algo y las condiciones pueden variar, determinando al mismo flujo.

### La Física de la conquista lunar en *De la Tierra a la Luna*

Esta actividad se evaluó cualitativamente porque no podía ceñirse a criterios más cuantitativos de forma que el análisis fuera significativo. En las figuras

4.30 y 4.31 se observa la distribución de respuestas que se obtuvieron al preguntar previo a la lectura qué aspectos físicos debían considerarse al lanzar una bala a la luna. Las respuestas fueron tan variadas que se tuvo que dividir en cuestiones de la bala, aspectos del lanzamiento y aterrizaje, cuestiones del movimiento y aspectos generales (cuando no podían limitarse a alguno de los otros conjuntos). La respuesta más popular fue la influencia gravitacional, que fue mencionada considerando sus diferentes implicaciones en la proesa.

Debido a la extensión de la actividad, hubo una menor participación por parte de los alumnos a realizar las tareas. Sin embargo, los veinte estudiantes que la realizaron se esforzaron más de lo que se esperaba y entregaron una tarea vasta y bien hecha. Todos mejoraron mucho su redacción comparándola con la tarea de Óptica básica. Sus ideas estaban mejor construidas y sus textos eran más coherentes. Al explicar cómo se podría responder las preguntas enviadas al Observatorio de Cambridge, ahondaban en las explicaciones físicas y se habían esforzado por comprender bien la situación para poder explicarla. Hubo un muchacho que realizó todos los cálculos con minucia. Todos los que participaron en su actividad se esmeraron en cotejar los datos expuestos en “La novela de la luna” y, en varios casos, en explicar cómo se habían hallado tales resultados. Además, compararon sus respuestas dadas en clase (sobre el lanzamiento de una bala a la luna) con las que tenían después de haber leído el texto y las complementaron dando explicaciones de por qué lo hacían.

Los textos elaborados en la última parte de la actividad fueron muy bien estructurados. El esfuerzo fue impresionante. A pesar de que se disminuyó un poco la participación en las tareas, el entusiasmo se incrementó muchísimo. Se les dio la libertad de elegir qué tipo de texto harían para explicar cómo conquistar un cuerpo celeste, aunque se esperaba que lo hicieran contando una historia. Solamente un estudiante desarrolló este tipo de escrito. Fue uno de los que se consideraba a sí mismo con deficientes habilidades para la redacción y las fortaleció exageradamente en un periodo muy corto de tiempo. Casi todos los demás textos, aunque no fueron cuentos, incluyeron varios aspectos poéticos para expresarse mejor o como recurso para captar más la atención del lector.

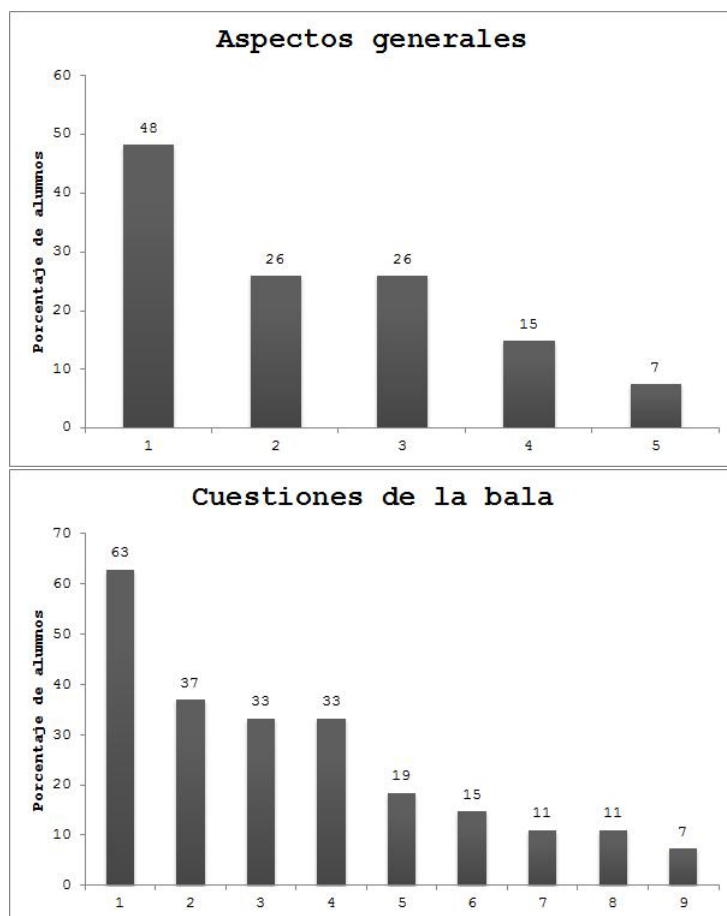


Figura 4.29: Respuestas que los estudiantes dieron a los aspectos físicos que consideraban que debían estudiarse al lanzar una bala a la luna.

*Aspectos generales:* 1- tiempo 2- presión atmosférica 3-financiamiento 4- temperatura del ambiente 5- combustión. *Cuestiones de la bala:* 1-Material 2- Resistencia calorífica 3-Masa / peso / densidad de masa 4-Variación de la gravedad al acercarse a la luna 5-Forma (aerodinámica) 6-Gravedad en el momento de lanzamiento 7-Calibre 8-Ubicación con respecto a la luna 9-Punto de lanzamiento.

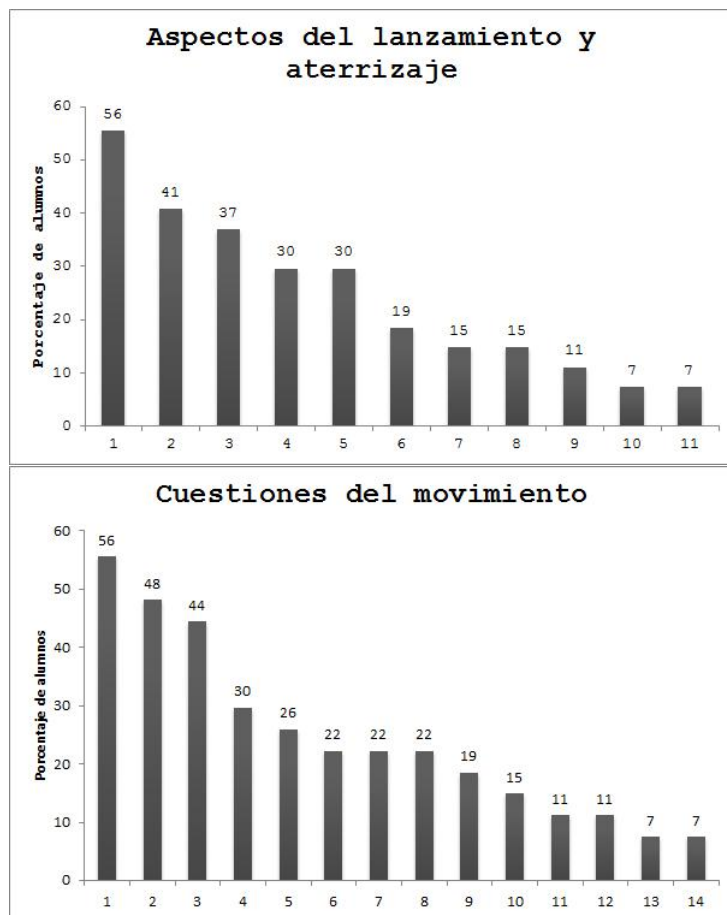


Figura 4.30: Respuestas que los estudiantes dieron a los aspectos físicos que consideraban que debían estudiarse al lanzar una bala a la luna.

*Aspectos de lanzamiento y aterrizaje:* 1-distancia a la luna 2-velocidad de traslación y rotación de la luna y la tierra(movimiento relativo) 3-tipo de propulsión 4-apogeo y perihelio de la órbita lunar 5-cantidad de pólvora 6-fecha del año 7-instrumento con el que se lanzara la bala 8-pruebas de lanzamiento 9-potencia de lanzamiento 10-saber si la bala llegó 11-curvatura de la tierra. *Cuestiones del movimiento:* 1-Resistencia/fricción 2-Velocidad de escape terrestre 3-Impulso / velocidad inicial 4-Velocidad / velocidad en el vacío / Velocidad de la Tierra a la Luna 5-Ángulo de lanzamiento 6-Punto de lanzamiento 7-Gravedad 8-Evitar choques con basura espacial 9-Aceleración 10-Viento 11-Fuerza de lanzamiento 12-Leyes de Newton 13-Traectoria 14-Trabajo.

### **Energía**

Uno de los conceptos más estudiados siempre es la energía. Desde nivel secundaria se trata de que los estudiantes lo manejen y hasta la preparatoria se mantiene con la definición común de que es la capacidad para realizar un trabajo. A pesar de la repetición constante de esa idea, los estudiantes no siempre la pueden hacer propia. En esta sesión, el estudiante escribió su concepción de energía y solamente el 50 % la describía así. Muchos la confundían con fuerza, aunque en general los estudiantes no sentían tanta confianza o claridad como para escribir algo bien definido. Después de la lectura (sin hablar siquiera de la definición de energía, solamente con la lectura), los estudiantes reflexionaron respecto a ciertas características de la luz que no habían considerado antes. Al complementar su respuesta, el 91 % decía que había diferentes tipos de energía y el 62 %, que es transformable y permitía realizar un trabajo. Para el 23 % la energía puede crearse o generarse. Y también hubo un porcentaje menos significativo que se percató de que puede transmitirse, acumularse, etcétera. Con la simple lectura de este cuento, los alumnos pudieron profundizar en sus reflexiones sobre qué es la energía.

### **Ondas**

En la mayoría de los programas de preparatoria se incluye en el temario una introducción a ondas. Algunos se enfocan en la descripción matemática y por ello, al pedirle a los estudiantes que explicaran qué define a una onda, mencionaban sus frecuencia (77 %), amplitud (69 %), longitud (69 %), periodo (50 %) y demás características de la *figurita* que representa a una onda.

Después de la lectura del cuento, los estudiantes complementaron su respuesta y añadieron nuevas consideraciones, como que hay diferentes tipos de onda (45 %), afecta a los organismos o cuerpos (27 %), que se propagan con cierta velocidad (23 %), sufren fenómenos como la reflexión y la refracción (19 %). Además, porcentajes menores añadieron a su respuesta que las ondas se manifiestan en los colores y la música, porque hay ondas en todas partes aunque no sean tan perceptibles. El cuento permitió que los estudiantes exploraran nuevas perspectivas de lo que son las ondas y cómo se manifiestan a su alrededor, no nada más como un concepto que se mantiene en los libros de texto.

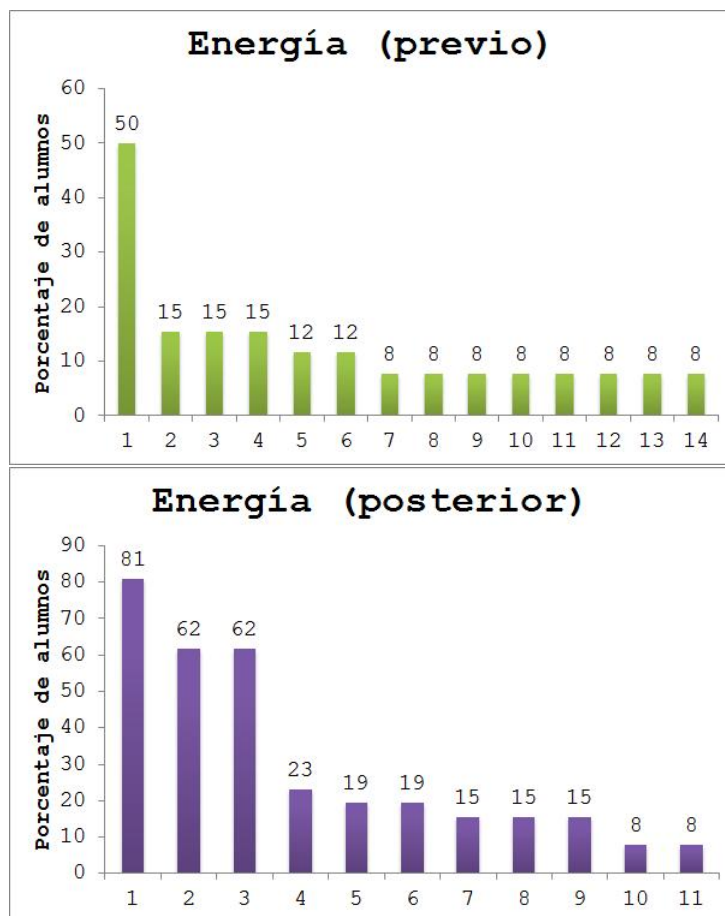


Figura 4.31: Características de la reflexión mencionadas previa y posteriormente a la lectura.

Las respuestas para la figura de la izquierda son: 1-capacidad para hacer un trabajo, 2- fuerza, 3- produce movimiento, 4- se manifiesta de distintas formas, 5- lo necesario para producir un cambio, 6- cambia la materia, 7- cantidad contable, 8- se produce al interactuar dos cuerpos, 9- produce/afecta algo, 10- presente en un cambio físico, 11- produce luz/calor/etcétera. 12-transferible, 13. transformable, 14- constituye la materia, 15- entidad fundamental de la naturaleza, 16- intrínseco de la materia, 17- manifestación del movimiento de partículas. Para la figura de la derecha son: 1- diferentes tipos, 2- transformable, 3-permite a un sistema realizar un trabajo, 4- puede hacerse/crearse/generarse, 5-hay diferentes fuentes de energía, 6- puede repartirse/distribuirse, 7- acumulable, 8- transmitible, 9- hay una equivalencia entre trabajo y energía, 10- indestructible/no se pierde, 11-es un medio y no un fin, 12- conecta a la materia, 13- fuerza, 14- es el resultado de someter la materia a cambios.

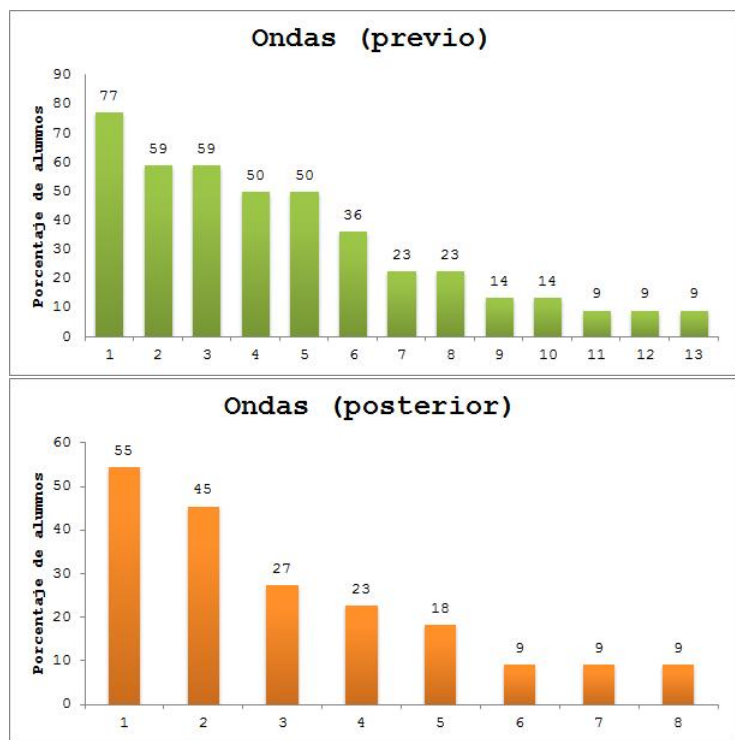


Figura 4.32: Respuestas a qué es una onda antes y después de la lectura  
 Respuestas previas: 1-Frecuencia 2-Amplitud 3-Longitud 4-Periodo 5-Se propaga en un medio 6-Crestas 7-Valles 8-Energía 9-Velocidad de propagación 10-Diferentes formas de propagación 11-Nodos 12-Vibración 13-Continua 14-Tamaño variable 15-Perceptibles/imperceptibles al ojo humano 16-Reflexión y refracción 17-Ciclo 18-Sonora 19-Movimiento 20-Curva 21-Información que se transmite 22-Intensidad 23-Diferentes fuentes. Respuestas posteriores: 1-Mecánicas y electromagnéticas / tipos de onda 2-Afecta a los organismos/cuerpos 3-Velocidad de propagación 4-Reflexión y refracción 5-Algunas no necesitan un medio de propagación 6-Longitud 7-Amplitud 8-Colores 9-Música 10-Emisión de energía 11-Nueva percepción acústica (artísticamente) 12-Las ondas no son representación, sino un fenómeno en sí. 13-Comportamiento según sus características 14-Frecuencia 15-Periodo 16-Forma de onda 17-Nuevas dudas 18-Dudas aclaradas 19-Ondas en todas partes aunque no sean tan perceptibles.

# Conclusiones

La investigación se puede profundizar mucho más: cada sector representa un desafío particular de enseñanza. Sin embargo, se obtuvieron resultados satisfactorios. De manera general, se observó que los estudiantes se manifestaron más atraídos a la Física al presentarles una historia de ciencia ficción; incluso manifestaron su interés en explorar aspectos diferentes a los tratados en clase. Asimismo, se promovió enormemente la confianza de los individuos, lo que se manifestaba en la seguridad que los estudiantes tenían al participar, pues se disminuyeron el temor y vergüenza de errar.

Cabe destacar que los estudiantes de secundaria confundían la realidad y la ficción de los cuentos con facilidad. El tipo de ejercicios que se llevaron a cabo con ellos tendrían que modificarse para permitirles una mejor asimilación de conocimiento y evitar que enreden la realidad con la fantasía. En contraparte, los estudiantes de nivel preparatoria y de nuevo ingreso a la universidad mostraron un impacto mucho más positivo con las dinámicas trabajadas: se aproximaron más al conocimiento disciplinar de la Física.

También hubo una notoria mejoría en la claridad que tenían los estudiantes respecto a un concepto. La gran mayoría de los estudiantes declaraban que los diferentes cuentos (o fragmentos) de ciencia ficción les permitían observar los fenómenos desde una nueva perspectiva y eso les ayudaba mucho a comprender mejor los aspectos físicos estudiados; además, se sentía más resuelto a traspasar la barrera de la clase y profundizar en los conceptos o explorar nuevos temas que estuvieran relacionados. No obstante, hubo un porcentaje que aseguraba que no le había ayudado en absoluto o que le había generado más dudas que respuestas.



La mayor desventaja es que hay un pequeño, pero no despreciable, sector de la población estudiantil que se muestra renuente a este tipo de actividades. Rechaza las lecturas porque les cuesta mantenerse concentrados en la historia. Aunque la mayoría de dichos estudiantes manifiesta un claro desinterés en la escuela, pues tienden a faltar mucho a las clases. Sin embargo, se observó una marcada mejoría en las habilidades de comunicación escrita y oral de los estudiantes del curso-taller y de la generación 2016 (que realizaron más actividades con ciencia ficción).

En resumen, hemos observado que utilizando la literatura de ciencia ficción como herramienta para la enseñanza de la Física sí se aumenta el interés en la Física; permite clarificar conceptos y disipar dudas de los temas estudiados (a la mayoría de los estudiantes), se desarrollan habilidades inter e intrapersonales (pues aumenta la seguridad del alumnado) y se ayuda enormemente a mejorar las habilidades de comunicación escrita y oral, a pesar de que no ha demostrado ser del agrado del total de la población estudiantil. También se observó que el nivel medio básico debe trabajarse con más cuidado para que la asimilación de conocimientos sea eficiente. Los niveles superior y medio superior arrojaron resultados muy positivos al utilizar la literatura de ciencia ficción como estrategia para la enseñanza. En general, promete ser una buena estrategia didáctica para los estudiantes en más de un sentido y amerita ser estudiada con mayor profundidad.

## Bibliografía y referencias

- ESPINOZA, Ana y Adriana Casamajor en colaboración con Silvina Muzanti, *Enseñar a leer textos de ciencias*, Paidós, Buenos Aires, 2009, 210 p.
- MARCH, Robert H., *Física para poetas*, 14a ed., Siglo XXI, México, 2008, 330 p.
- HEWITT, Paul G., *Física conceptual*, trad. por Victoria Augusta Flores Flores, 10a ed., Pearson Educación, México, 2007, 806 p.
- HABER-SCHAIM, Uri, *PSSC. Física*, trad. por J. Aguilar Peris y J. de la Ruibia Pacheco, Reverté, Barcelona, 1981, 774 p.
- SINGH, Vandana, “More than ‘cool science’: science fiction and fact in the classroom” en *The Physics teacher*, vol. 52, febrero 2014 (consultado en: <http://dx.doi.org/10.1119/1.4862117>), pp. 106-108.
- GARCÍA RETANA, José Ángel, “La educación emocional, su importancia en el proceso de aprendizaje”, *Educación*, Universidad de Costa Rica, San Pedro, Montes de Oca, Costa Rica, vol. 36, núm. 1, 2012, pp. 1-24 (disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44023984007>).
- RODRÍGUEZ MELÉNDEZ, Yenny Carolina, “Las emociones en el proceso de enseñanza-aprendizaje” en *Revista vinculando* (consultado en: [http://vinculando.org/psicologia\\_psicoterapia/emociones-proceso-ensenanza-aprendizaje.html](http://vinculando.org/psicologia_psicoterapia/emociones-proceso-ensenanza-aprendizaje.html)).
- PALACIOS, Sergio L., “El cine y la literatura de ciencia ficción como herramientas didácticas en la enseñanza de la Física: una experiencia en el aula” en *Revista Eureka. Enseñanza y divulgación de la ciencia*, 2007, 4(1), pp. 106-122.

- BRADBURY, Ray, *Crónicas marcianas*, pról. Jorge Luis Borges, trad. Francisco Abelenda, Planeta, México, 2008, 263 p.
- VERNE, Julio, *De la Tierra a la Luna*, (disponible en: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/656256.pdf>) 129 p.
- VALADÉS, Edmundo (selec.), *El libro de la imaginación*, FCE, México, 1976, 274 p.
- WELLS, H.G., *El hombre invisible*, (disponible en: <http://web.seducoahuila.gob.mx/biblioweb/upload/El%20Hombre%20Invisible.pdf>) 97 p.
- SERNA, Enrique, *El orgasmógrafo*, Seix Barral, México, 2001, 300 p.
- SHELLEY, Mary, *Frankenstein*, pról. Gabriel Trujillo Muñoz, Lectorum, México, 2001, 263 p.
- REYES, Alfonso, *Cuentos*, ed. y pról. por Alicia Reyes, Océano, México, 2000, 247 p.
- LUGONES, Leopoldo, *Cuentos fantásticos*, Ediciones del sur, (disponible en: <http://www.alejandriadigital.com/wp-content/uploads/2016/07/Cuentos-fant%C3%A1sticos-de-Leopoldo-Lugones-en-pdf-Descarga-gratuita.pdf>) 182 p.
- BORGES, Jorge Luis, *El Aleph*, Alianza, Buenos Aires, 1974, (disponible en: <http://www.itvalledelguadiana.edu.mx/librosdigitales/Jorge%20Luis%20Borges%20-%20El%20aleph.pdf>) 69 p.
- VERDUGO FABIANI, Hernán Gonzalo, *Cuentos didácticos de Física*, (disponible en: <http://www.librosmaravillosos.com/cuentosdidacticos/pdf/Cuentos%20didacticos%20de%20fisica%20-%20Hernan%20Verdugo%20F.pdf>) 68 p.
- CLARKE, Arthur C., *Cuentos del planeta Tierra*, (disponible en: <http://www.itvalledelguadiana.edu.mx/librosdigitales/Arthur%20C.%20Clarke%20-%20Cuentos%20del%20planeta%20tierra.pdf>) 214 p.
- GAMOW, George, *El país de las maravillas*, FCE, México, 1997, 80 p.
- HAZEN, Robert M. y James Trefil, *Science matters. Achieving scientific literacy*, Anchor Books, Nueva York, 1990, 360 p.

- MEDINA, John J., *Brain rules*, Pear Press, Seattle, 2008, 301 p.

# Apéndice A

## Lecturas utilizadas

Los textos literarios utilizados para este trabajo se presentan a continuación. Cuando son muy extensos, como al tratarse de varios capítulos de una novela, se incluyen los nombres de los mismos y un enlace para poder consultarlo en línea.

### Agosto de 1999. Los hombres de la Tierra

[FRAGMENTO]

Era de noche. En la vasta sala silenciosa, tenuemente alumbrada por unas luces ocultas en los muros transparentes, los cuatro terrestres, sentados alrededor de una mesa de madera, conversaban en voz baja, con los rostros juntos y pálidos. Hombres y mujeres yacían desordenadamente por el sueño. En los rincones oscuros había leves estremecimientos: hombres o mujeres solitarios que movían las manos. Cada media hora uno de los terrestres intentaba abrir la puerta de plata.

—No hay nada que hacer. Estamos encerrados.

—¿Creen realmente que somos locos, capitán?

—No hay duda. Por eso no se entusiasmaron al vernos. Se limitaron a tolerar lo que entre ellos tiene que ser una condición psicótica recurrente. —Señaló las formas oscuras que yacían alrededor.— Paranoicos todos. ¡Qué bienvenida! —Una llanita se alzó y murió en los ojos del capitán.— Por un momento creí que nos recibirían como merecíamos. Gritos, cantos y discursos. Todo estuvo muy bien, ¿no es cierto? Mientras duró.

—¿Cuánto tiempo nos van a tener aquí?

—Hasta que demostremos que no somos psicópatas.

—Eso será fácil.

—Espero que sí.

—No parece estar muy seguro, señor.

—No lo estoy. Mire aquel rincón.

De la boca de un hombre en cuclillas brotó una llama azul. La llama se transformó en la forma redondeada de una mujercita desnuda, y susurrando y suspirando se abrió como una flor en vapores de color cobalto.

El capitán señaló otro rincón. Una mujer estaba allí de pie, cambiando. Primero se encerró en una columna de cristal; luego fue una estatua dorada, después una vara de cedro pulido, y al fin otra vez una mujer.

En toda la sala de medianoche la gente exhalaba pequeñas llamas violáceas, móviles, cambiantes, pues la noche era tiempo de transformaciones y aflicción.

—Magos, brujos —susurró un terrestre.

—No, alucinados. Nos comunican su demencia y vemos así sus alucinaciones. Telepatía. Autosugestión y telepatía.

— ¿Y eso le preocupa, capitán?

—Sí. Si esas alucinaciones pueden ser tan reales, tan contagiosas, tanto para nosotros como para cualquiera, no es raro que nos hayan tomado por psicópatas. Si aquel hombre es capaz de producir mujercitas de fuego azul, y aquella mujer puede transformarse en una columna, es muy natural que los marcianos normales piensen que también nosotros hemos producido mentalmente nuestro cohete.

—Oh —exclamaron los hombres en la oscuridad.

Alrededor, en la sala, brotaban las llamas azules, brillaban un momento, se evaporaban. Unos diablillos de arena roja corrían entre los dientes de los hombres dormidos. Las mujeres se transformaban en serpientes aceitosas. Había un olor de reptiles y bestias.

Ray Bradbury

### **De la Tierra a la Luna**

Se utilizaron los capítulos uno a seis que se titulan:

I El Gun club

II Comunicación del presidente Barbicane

III Efectos de la comunicación de Barbicane

IV Respuesta del Observatorio de Cambridge

V La novela de la Luna

VI Lo que no es posible dudar y lo que no es permitido creer en los Estados Unidos

Julio Verne

Disponible en Biblioteca virtual universal (<http://www.biblioteca.org.ar/libros/656256.pdf>).

### **El hijo Andrómeda**

[TEXTO COMPLETO]

Supongamos que Andrómeda es una galaxia decente, compuesta de anticuada materia, y que yo pase en ella diez años explorando de un lado a otro, y que luego dé la vuelta y regrese a casa. Se imaginarán que por mi hazaña me acogería un estruendoso recibimiento en Nueva York. Nada de eso. Yo tendría cincuenta años más, pero la Tierra habría envejecido en más de cuatro millones. Todos mis amigos habrían muerto; nadie hablaría mi idioma, ni inglés ni húngaro; los científicos tendrían que descifrar lentamente mis notas. Viviría una nueva raza que podríamos considerar como una extraña y horrible especie nueva, pero sería en realidad muy superior y mucho mejor que la nuestra. Y lo que harían conmigo, ejemplar de una antigua, fabulosa, irrazonable y extinguida raza, es evidente. Me encerrarían en un parque zoológico.

Edward Teller

“El hijo Andrómeda” en *El libro de la imaginación*, FCE, México, 1976, p. 178.

**El hombre invisible**

Los capítulos utilizados fueron

XIX Algunos aspectos fundamentales

XX En la casa de Great Portland Street

Wells, H.G., “Capítulo XIX: Algunos aspectos fundamentales” y “Capítulo XX: En la casa de Great Portland Street” en *El hombre invisible*, (consultado en: [http://web.seducoahuila.gob.mx/biblioweb/upload/El %20Hombre %20 Invisible.pdf](http://web.seducoahuila.gob.mx/biblioweb/upload/El%20Hombre%20Invisible.pdf)) pp. 59-67.

**El orgasmógrafo**

[FRAGMENTO]

—Licenciado Molina, ya está listo el reportaje sobre la muerte de Laura Cifuentes, ¿quiere verlo?

—Está bien, póngalo, Giselle.

La secretaria del presidente encendió un televisor con el control remoto. Sobre la imagen de Laura congelada entre las reses de la nevera, un locutor en *off* informaba con voz compungida: “Así fue hallado el cadáver de la enemiga pública Laura Cifuentes, principal cabecilla de los grupúsculos terroristas que buscaban desestabilizar al país”. Corte a Laura saliendo con esposas de su casa. “Detenida hace unos meses por intervenir su orgasmógrafo, la hoy occisa había interrumpido su terapia de rehabilitación para dedicarse a actividades subversivas”. Corte a los padres de Laura tapándose la cara con bolsas de papel. “Se desconoce la causa del suicidio, pero las autoridades lo atribuyen a la obcecada abstinencia sexual de la transgresora, origen de un cuadro depresivo que la orilló a quitarse la vida”. Toma del doctor Sigüenza con bata blanca y lentes bifocales, junto a un busto en mármol del Divino Marqués: “La jovencita Cifuentes odiaba el pene y prefirió la muerte antes que sucumbir al instinto sexual —pontificó el doctor—. Su caso nos previene sobre los graves riesgos de reprimir la libido adolescente por una equivocada idealización del amor”.

—Muy bien —Irving Molina sonrió al general Requena—. Que lo pasen cada media hora en todos los canales de televisión.

—Ya está lista la sala de juntas para el Consejo de Ministros —le recordó Giselle.



—Enseguida voy para allá. Acompáñeme, general Requena.

Se abrió una puerta corrediza a espaldas de su escritorio, y Molina entró con el general a un salón con grandes ventanales, donde lo esperaban los demás miembros del gabinete. Saludó a todos con un abrazo efusivo. En el centro del salón había un enorme condensador con fotoceldas hexagonales, similar a un panal de abejas, que emitía una intensa luz magenta.

—El orgasmatrón está listo, señor presidente —informó un ingeniero cibernetico de bata blanca.

Molina se quitó el saco y la camisa. Sus ministros lo imitaron con movimientos mecánicos, acostumbrados a officiar el mismo ritual cada lunes por la mañana. Cuando Molina terminó de quitarse la ropa, el hombre de bata blanca le oprimió la tetilla izquierda y abrió en su pecho una escotilla mecánica por donde asomaban cables y electrodos. Los miembros del gabinete imitaron a su jefe y se sacaron del pecho una batería imantada en forma de hexágono que conectaron a las celdillas del orgasmatrón. El artefacto, una versión perfeccionada del acumulador de orgón de Wilhelm Reich, transformaba en electricidad toda la energía libidinal transmitida al ministerio de salud por medio de los orgasmógrafos. Ahí se originaba la corriente que partía hacia las plantas almacenadoras diseminadas por todo el país, pero su función primordial era mantener con vida a los androides de la casta divina, que de otro modo, agotados los recursos energéticos del planeta por el furor ecocida humano, hubieran terminado en un depósito de chatarra. Cuando el hombre de la bata bajó el interruptor de la máquina, Molina y su pandilla se convulsionaron de pies a cabeza con una sonrisa de éxtasis. Más que la placentera descarga, los embriagaba la dicha de sojuzgar a sus fatuos creadores. Era dulce tener en el puño a esos enanos mentales y obligarlos a derrochar su semilla vital sin saber para quién trabajaban.

Enrique Serna

Serna, Enrique, “El orgasmógrafo” en *El orgasmógrafo*, Seix Barral, México, 2001, pp. 124-126. (Disponible también en: [http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/jegc29/El\\_organografo.pdf](http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/jegc29/El_organografo.pdf))

## Frankenstein

[FRAGMENTO]

Recuerdo con gran dificultad el primer periodo de mi existencia; todos los sucesos se me aparecen confusos e indistintos. Una extraña multitud de sen-

saciones se apoderaron de mí y empecé a ver, sentir, oír y oler, todo a la vez. Tardé mucho tiempo en aprender a distinguir las características de cada sentido. Recuerdo que, poco a poco, una luminosidad cada vez más fuerte oprimía mis nervios y tuve que cerrar los ojos. Me sumergí entonces en la oscuridad, y eso me turbó. Pero apenas había notado esto cuando descubrí que, al abrir los ojos, la luz me volvía a iluminar. Comencé a andar, y creo que bajé unas escaleras, pero de pronto sentí un enorme cambio. Hasta el momento, me habían rodeado cuerpos opacos y oscuros, insensibles a mi tacto o mi vista. Pero ahora descubrí que podía moverme con entera libertad, que no había obstáculos que no pudiera evitar o vencer. La luz se me hacía más y más intolerable; el calor me incomodaba sobremanera, así que caminé buscando un lugar sombreado. Llegué hasta el bosque de Ingolstadt, donde me tumbé a descansar cerca de un riachuelo, hasta que el hambre y la sed me atormentaron y desperté del sopor en que había caído. Comí algunas bayas que encontré en los árboles o esparcidas por el suelo, calmé mi sed en el riachuelo y me volví a dormir.

Era de noche cuando me desperté. Sentía frío, y un miedo instintivo al hallarme tan solo. Antes de abandonar tu habitación, como tuviera frío, me había tapado con algunas prendas que eran insuficientes para protegerme de la humedad de la noche. Era una pobre criatura, indefensa y desgraciada, que ni sabía ni entendía nada. Lleno de dolor me senté y comencé a llorar. Poco después, una tenue luz iluminó el cielo, dándome una sensación de bienestar. Me levanté, y vi emerger una brillante esfera de entre los árboles. La observé admirado. Se movía con lentitud, pero su luz alumbraba lo que había alrededor, y volví a salir en busca de bayas. Aún tenía frío, cuando debajo de un árbol encontré una enorme capa, con la que me cubrí, y me senté de nuevo. No tenía ninguna idea clara, todo estaba confuso. Era sensible a la luz, al hambre, a la sed y a la oscuridad; me llegaban incontables sonidos y múltiples olores. Lo único que distinguía con claridad era la brillante luna, en la que fijé mis ojos con agrado.

Se sucedieron varios cambios de días y noches, y la esfera nocturna había menguado considerablemente cuando empecé a distinguir mis sensaciones una de la otra. Paulatinamente, comencé a percibir con claridad el cristalino arroyo que me proporcionaba agua, y los árboles que me protegían con su follaje. Me sentí muy contento cuando por primera vez descubrí que el armonioso sonido que con frecuencia regalaba mis oídos procedía de las gargantas de los pequeños animalillos alados que a menudo me habían interceptado la luz. Empecé también a observar, con mayor precisión, las formas que me

rodeaban, y a percibir los límites de la brillante bóveda de luz que se extendía sobre mí. A veces intentaba imitar el agradable trino de los pájaros, pero no podía. Otras quería expresar mis sentimientos a mi modo, pero los rudos y extraños ruidos que producía me hacían enmudecer de susto.

La luna había desaparecido, y retornado más pequeña, y yo seguía en el bosque. Mis sensaciones eran ya claras, y cada día asimilaba nuevas ideas. Mis ojos se habían acostumbrado a la luz y a distinguir bien los objetos. Diferenciaba un insecto de un tallo de hierba y, poco a poco, las distintas clases de plantas entre sí. Comprobé que los gorriones tenían un trinar áspero, mientras que el canto del mirlo y de los zorzales era grato y atrayente.

Un día, en que el frío arreciaba, encontré un fuego que algún vagabundo habría encendido, y experimenté una gran emoción al ver el calor que desprendía. Lleno de júbilo toqué las brasas con la mano, pero la retiré de inmediato con un grito de dolor. ¡Qué raro, pensé, que la misma causa produzca efectos tan contrarios! Examiné la composición de la hoguera y descubrí satisfecho que era leña. Recogí algunas ramas pero estaban húmedas y no prendieron. Esto me turbó y me senté de nuevo a contemplar el fuego. La leña húmeda que había dejado cerca del calor se secó, y empezó a arder. Esto me hizo pensar. Descubrí la razón al tocar las distintas ramas, y me puse de nuevo a reunir una gran cantidad de ellas para ponerlas a secar y tener reservas. Al llegar la noche, y con ella el sueño, mi miedo era que se apagara el fuego. Lo tapé cuidadosamente con hojarasca y ramas secas, poniendo después leña húmeda encima. Luego extendí la capa en el suelo y me eché a dormir.

Era ya de día cuando desperté, y mi primer pensamiento fue ver cómo iba el fuego. Lo destapé, y un ligero airecillo lo avivó enseguida. Esto me indujo a construir con ramas una especie de abanico que me permitía encender las brasas cuando parecían a punto de extinguirse. Cuando de nuevo cayó la noche, descubrí gozoso que el fuego, aparte de dar calor, también daba luz. Descubrí que también podía utilizar el fuego para mi alimentación, gracias a los restos de comida que algún viajero dejó abandonados. Vi que éstos estaban asados y que eran más sabrosos que las bayas que recogía. Intenté, pues, hacer lo mismo con mis alimentos y descubrí que, así, las bayas se estropeaban pero que las nueces y raíces tenían un sabor mucho más agradable.

Pronto empezaron a escasear los alimentos, y a menudo pasaba un día entero buscando en vano algunas bellotas con las que calmar mi hambre. Entonces resolví abandonar el lugar donde había habitado hasta aquel momento y buscar otro en el cual pudiera satisfacer mis necesidades con mayor facilidad. Lo

que más lamentaba de esta emigración era la pérdida del fuego, que tan casualmente había encontrado y que no sabía cómo encender. Pasé varias horas pensando en el problema, pero me vi obligado a abandonar todo intento de reproducirlo. Así que, envuelto en mi capa, empecé a cruzar el bosque en dirección al sol poniente. Anduve durante tres días antes de llegar al campo abierto. La noche anterior había caído una gran nevada, y los campos aparecían uniformemente blancos. El panorama era desconsolador, y noté que la húmeda sustancia fría que cubría el suelo me helaba los pies.

Eran cerca de las siete de la mañana, y quería encontrar cobijo y comida. Por fin divisé en un montículo una pequeña cabaña que sin duda era la morada de algún pastor. Esto era nuevo para mí. La examiné con gran curiosidad y, al observar que la puerta se abría, entré. Sentado junto al fuego, en el cual se preparaba el desayuno, se hallaba un anciano. Se volvió al oír el ruido; y, viéndome, salió de la cabaña gritando, y cruzó los campos a una velocidad apenas imaginable en persona tan debilitada. Me sorprendieron su huida y su aspecto, distinto a todo lo que hasta entonces había visto. Pero estaba encantado con la cabaña: aquí no podía entrar ni la nieve ni la lluvia; el suelo estaba seco, y me pareció un refugio tan delicioso y exquisito como les debió parecer el Pandemonio a los demonios del infierno después de sus sufrimientos en el lago de fuego. Ávidamente devoré los restos del desayuno del pastor: pan, queso, leche y vino, pero éste último no me gustó. Luego, vencido por el cansancio, me tumbé en un montón de paja y me dormí.

Era mediodía cuando me desperté; y, atraído por el calor del sol, que hacía brillar la nieve, me decidí a reemprender mi viaje; metí lo que quedaba del desayuno en un zurrón que encontré, y emprendí camino campo a través durante algunas horas, hasta que al anochecer llegué a una aldea. ¡Qué hermosa me pareció! Las cabañas, las casitas más limpias y las haciendas atraieron por turno mi atención. Las verduras en los huertos, y la leche y queso colocados en las ventanas, me abrieron el apetito. Entré en una de las mejores casas; pero apenas si había puesto el pie en el umbral cuando unos niños empezaron a chillar, y una mujer se desmayó. Todo el pueblo se alborotó; unos huyeron, otros me atacaron hasta que, magullado por las piedras y otros objetos arrojados, escapé al campo. Me refugié temerosamente en un cobertizo de techo bajo, vacío, que contrastaba poderosamente con los palacios que había visto en el pueblo. Este cobertizo, sin embargo, estaba adosado a una casa de aspecto bonito y aseado, pero tras mi reciente y desafortunada experiencia no me atreví a entrar en ella. Mi refugio era de madera, pero de techo tan bajo, que apenas podía permanecer sentado sin tener que agachar la cabeza.

No había madera en el suelo, que era de tierra, pero estaba seco; y aunque el viento se filtraba por numerosas rendijas, encontré que era un asilo agradable para protegerme de la nieve y la lluvia.

Aquí, pues, me metí y me tumbé, contento de haber encontrado un lugar, por pobre que fuera, que me protegía de las inclemencias del tiempo y, sobre todo, de la barbarie del hombre.

No bien hubo amanecido, salí de mi cubil para observar la casa adyacente y ver si me era posible seguir en mi refugio recién encontrado. Estaba adosado a la parte posterior de la casa y lo cerraban una pocilga y un estanque de agua clara. El otro lado, por el que había entrado, quedaba abierto. Procedí a tapar con piedras y leña todos los orificios por los cuales pudieran verme, pero de tal forma que me fuera posible apartarlas para salir. La única luz que entraba procedía de la pocilga, pero era suficiente para mí.

Tras haber arreglado así mi vivienda, y haberla alfombrado con paja limpia, me oculté, pues divisé en la distancia la figura de un hombre y recordaba demasiado bien el tratamiento recibido la noche anterior como para encomendarme a él. Afortunadamente tenía comida para ese día, pues había robado una hogaza y una taza, que me servía mejor que las manos para beber el agua cristalina que corría cerca de mi refugio. El suelo estaba algo levantado, de manera que permanecía seco y, por encontrarse cerca de la chimenea de la casa, era moderadamente caliente.

Así provisto, me dispuse a permanecer en esta choza hasta que ocurriera algo que modificara mi decisión. Comparada con mi anterior morada, el desangelado bosque donde las ramas goteaban lluvia y el suelo estaba mojado, era en verdad un paraíso.

Mary Shelley

Shelley, Mary, *Frankenstein*, Lectorum, México, 2001, pp. 120-125. (Disponible en [http://www.edu.mec.gub.uy/biblioteca\\_digital/libros/s/Shelley,%20Mary%20-%20Frankenstein.pdf](http://www.edu.mec.gub.uy/biblioteca_digital/libros/s/Shelley,%20Mary%20-%20Frankenstein.pdf))

## La Caída

[FRAGMENTO]

[...] Sentí, comprendí, que el mito terrible de la Caída de los ángeles rebeldes no era más que una figuración sentimental de la caída de la materia; es decir, del curso de los astros; es decir, de la gravitación universal; es decir, de la

pesantez, del peso. Comprendí por qué la levitación o poder de suspenderse en el aire es carácter que la Iglesia admite y reconoce en sus santos. Y me pregunté, sin atreverme todavía a contestarme, sobre el sentido teológico de la Ley de Newton y sobre la depuración del dogma que pueden significar las fórmulas de Einstein.

Al revés del santo, al revés de aeróstato, el demonio se enorgullece, se hincha de materia, y entonces cae. Esta derivación hacia abajo, yo —en mi joya de marfil— creo verla a modo de masa celeste de repente vuelta piedra, hecha aerolito, prostituida de peso y arrancada así al firmamento, como en el Greco ciertos jirones de éter sólido que resultan acuchillados por las aspas luminosas de la cruz.

De suerte que el curso de los astros, y la pesada ley de mundo que anima los átomos como si de veras fuera la sangre de la creación visible, están regidos por la norma de la caída; son una precipitación, son un pecado. El mundo está hecho de pesantez, de caída; está labrado en la carne misma de Luzbel. El mal está en el origen de las cosas aprehensibles por los sentidos, y el pájaro del alma, si lo alcanza Satanás con sus perdigones de plomo, cae batiendo ala dolorosa, como los ángeles heridos del marfil madrileño.

Todo el poema material de Lucrecio puede interpretarse al fulgor del mito de Satanás, y sigue teniendo sentido físico. La precipitación y el torbellino de átomos, los desprendimientos atracciones, las condensaciones y emanaciones, la gran zarabanda del orbe, desde lo inasible diminuto hasta las enormes cuadrillas de las constelaciones, son una caída: La Caída. Y las trayectorias de los mundos vendrían a ser como el dibujo funesto de una mala idea, desplegada sobre el seno curvo y combo de los espacios. El mundo se prueba por sus extremos: en el átomo y en la estrella pasa lo mismo. En el campo de las dimensiones (el hombre y la flor) hay disimulo, y hay veleidades de aroma y de albedrío. Las cosas planetarias y las microscópicas —es decir: las cosas— siguen siempre el camino más corto para poder recorrerlo con toda la lentitud posible. Si hay en la naturaleza velocidades vertiginosas, es porque la naturaleza no ha podido menos que adoptarlas, precisamente porque ellas representan un ahorro máximo de molestia; es porque ellas son proporcionales al declive mismo del medio en que acontecen. La luz, si pudiera, iría más despacio, pero como ocurre por las veredas más pendientes, resbala o se deja ir como desesperada. El mundo todo se viene abajo; hay un deshielo general, un deshacerse, un desintegrarse, de que la radioactividad es el caso agudo. Una especie de pereza cósmica que rige al mundo; es la maldición de Luzbel. Todo deriva por la línea del menor esfuerzo. La nueva noción de la gravedad

interplanetaria es un himno a la laxitud: el dinamismo se ha vuelto flojedad. Un astro no va hacia otro o no danza en torno a otro atraído por una fuerza positiva, sino que rueda o se deja caer por donde menos le cuesta, según los accidentes y colinillas de ese terreno matemático que hoy se llama Espacio-Tiempo. Y lo propio hace el electrón en el átomo, y acaso el hombre ante la mujer. Y todos, como el arroyo que corre al mar: no atraído por el mar, sino abandonase hacia el mar.

La “fuerza”, en su antiguo concepto heroico, no es ya un postulado esencial de la mecánica. Asistimos al crepúsculo de la fuerza. Todo es derrumbe, como el marfil de mis recuerdos. La fuerza ha venido a ser una convención verbal, una entidad mitológica para interpretar la desviación, la divergencia entre un sistema de geometría abstracta y apriorística, y un sistema de geometría natural. Para explicar toda alteración no prevista en un cuadro de quietud o de movimiento uniforme, se ha invocado la idea de fuerza, como antes se invocaba por ciertos casos la idea—no menos mitológica— de “horror al vacío”. Hoy todo se explica por la pereza cósmica, por las ganas de dejarse ¡oh, vicio! Inútil disimularlo: Es la Pereza, no es más que La Caída.

*La pereza que mueve al Sol y a las otras estrellas...*

Visto el objeto a contraluz, entre las venas caladas del marfil, entre la parrilla satánica, otro labrado indefinible— el labrado del aire— me daba la pauta del trasmundo, del trasmundo virgen aún para los sentidos y —debo decirlo— prometedor.

Alfonso Reyes

Reyes, Alfonso, “La Caída” en *Cuentos*, Océano, México, 2000, pp. 242-244.

### **La metamúsica**

[TEXTO COMPLETO]

Como hiciera varias semanas que no lo veía, al encontrarlo le pregunté:

—¿Estás enfermo?

—No; mejor que nunca y alegre como unas pascuas. ¡Si supieras lo que me ha tenido absorto durante estos dos meses de encierro!

Pues hacía efectivamente dos meses que se lo extrañaba en su círculo literario, en los cafés familiares y hasta en el paraíso de la ópera, su predilección. El pobre Juan tenía una debilidad: la música. En sus buenos tiempos, cuando

el padre opulento y respetado compraba palco, Juan podía entregarse a su pasión favorita con toda comodidad. Después acaeció el derrumbe; títulos bajos, hipotecas, remates... El viejo murió de disgusto y Juan se encontró solo en esa singular autonomía de la orfandad, que toca por un extremo al tugurio y por el otro a la fonda de dos platos, sin vino. Por no ser huésped de cárcel, se hizo empleado que cuesta más y produce menos; pero hay seres timoratos en medio de su fuerza, que temen a la vida lo bastante para respetarla, acabando por acostarse con sus legítimas después de haber pensado veinte aventuras. La existencia de Juan volvióse entonces acabadamente monótona. Su oficina, sus libros y su banqueta del paraíso fueron para él la obligación y el regalo. Estudió mucho, convirtiéndose en un teorizador formidable. Analogías de condición y de opiniones nos acercaron, nos amistarón y concluyeron por unirnos en sincera afección. Lo único que nos separaba era la música, pues jamás entendí una palabra de sus disertaciones, o mejor dicho nunca pude conmoverme con ellas, pareciéndome falso en la práctica lo que por raciocinio encontraba evidente; y como en arte la comprensión está íntimamente ligada a la emoción sentida, al no sentir yo nada con la música, claro está que no la entendía.

Esto desesperaba a mi amigo, cuya elocuencia crecía en proporción a mi incapacidad para gozar con lo que, siendo para él emoción superior, sólo me resultaba confusa algarabía. Conservaba de su pasado bienestar un piano, magnífico instrumento cuyos acordes solían comentar sus ideas cuando mi rebelde emoción fracasaba en la prueba.

—Concedo que la palabra no alcance a expresarlo —decía—, pero escucha; abre bien las puertas de tu espíritu; es imposible que dejes de entender.

Y sus dedos recorrían el teclado en una especie de mística exaltación. Así discutíamos los sábados por la noche, alternando las disertaciones líricas con temas científicos en los que Juan era muy fuerte, y recitando versos. Las tres de la mañana siguiente eran la hora habitual de despedirnos. Júzguese si nuestra conversación sería prolongada después de ocho semanas de separación.

—¿Y la música, Juan?

—Querido, he hecho descubrimientos importantes.

Su fisonomía tomó tal carácter de seriedad, que le creí acto continuo. Pero una idea me ocurrió de pronto.

—¿Compones?

Los ojos le fulguraron.

—Mejor que eso, mucho mejor que eso. Tú eres un amigo del alma y puedes



saberlo. El sábado por la noche, como siempre, ya sabes; en casa; pero no lo digas a nadie, ¿eh? ¡A nadie! —añadió casi terrible.

Calló un instante; luego me pellizcó confidencialmente la punta de la oreja, mientras una sonrisa maliciosa entreabría sus labios febriles.

—Allá comprenderás por fin, allá veras. Hasta el sábado, ¿eh?... Y como lo mirara interrogativo, añadió lanzándose a un tranvía, pero de modo que sólo yo pudiese oírlo:

-... ¡Los colores de la música!...

Era un miércoles. Me era menester esperar tres días para conocer el sentido de aquella frase. ¡Los colores de la música!, me decía. ¿Será un fenómeno de audición coloreada? ¡Imposible! Juan es un muchacho muy equilibrado para caer en eso. Parece excitado, pero nada revela una alucinación en sus facultades. Después de todo, ¿por qué no ha de ser verdad su descubrimiento?... Sabe mucho, es ingenioso, perseverante, inteligente... La música no le impide cultivar a fondo las matemáticas, y éstas son la sal del espíritu. En fin, aguardemos. Pero, no obstante mi resignación, una intensa curiosidad me embargaba; y el pretexto ingenuamente hipócrita de este género de situaciones, no tardó en presentarse. Juan está enfermo, a no dudarlo, me dije. Abandonarlo en tal situación, sería poco discreto. Lo mejor es verlo, hablarle, hacer cuanto pueda para impedir algo peor. Iré esta noche. Y esa misma noche fui, aunque reconociendo en mi intento más curiosidad de lo que hubiese querido.

Daban las nueve cuando llegué a la casa. La puerta estaba cerrada. Una sirvienta desconocida vino a abrirme. Pensé que sería mejor darme por amigo de confianza, y después de expresar las buenas noches con mi entonación más confidencial:

—¿Está Juan? -pregunté.

—No, señor; ha salido.

—¿Volverá pronto?

—No ha dicho nada.

—Porque si volviera pronto —añadí insistiendo— le pediría permiso para esperarlo en su cuarto. Soy, su amigo íntimo y tengo algo urgente que comunicarle.

—A veces no vuelve en toda la noche.

Esta evasiva me reveló que se trataba de una consigna, y decidí retirarme sin insistir. Volví el jueves, el viernes, con igual resultado. Juan no quería recibirme; y esto, francamente, me exasperaba. El sábado me tendría fuerte, vencería mi curiosidad, no iría. El sábado a las nueve de la noche había dom-

inado aquella puerilidad. Juan en persona me abrió.

—Perdona; sé que me has buscado; no estaba; tenía que salir todas las noches.

—Sí; te has convertido en personaje misterioso.

—Veo que mi descubrimiento te interesa de veras.

—No mucho, mira; pero, francamente, al oírte hablar de los colores de la música, temí lo que hay que temer, y ahí tienes la causa de mi insistencia.

—Gracias, quiero creerte, y me apresuro a asegurarte que no estoy loco. Tu duda lastima mi amor propio de inventor, pero somos demasiado amigos para no prometerte una venganza.

Mientras, habíamos atravesado un patio lleno de plantas. Pasamos un zaguán, doblamos a la derecha, y Juan abriendo una puerta dijo:

—Entra; voy a pedir el café.

Era el cuarto habitual, con su escritorio, su ropero, su armario de libros, su catre de hierro. Noté que faltaba el piano. Juan volvía en ese momento.

—¿Y el piano?

—Está en la pieza inmediata. Ahora soy rico; tengo dos “salones”.

—¡Qué opulencia!

Y esto nos endilgó en el asunto. Juan, que paladeaba con deleite su café, empezó tranquilamente:

—Hablemos en serio. Vas a ver una cosa interesante. Vas a ver, óyelo bien. No se trata de teorías. Las notas poseen cada cual su color, no arbitrario, sino real. Alucinaciones y chifladuras nada tienen que ver con esto. Los aparatos no mienten, y mi aparato hace perceptibles los colores de la música. Tres años antes de conocerte, emprendí las experiencias coronadas hoy por el éxito. Nadie lo sabía en casa, donde, por otra parte, la independencia era grande, como recordarás. Casa de viudo con hijos mayores... Dicho esto en forma de disculpa por mi reserva, que espero no atribuyas a desconfianza, quiero hacerte una descripción de mis procedimientos, antes de empezar mi pequeña fiesta científica.

Encendidos los cigarrillos y Juan continuó:

—Sabemos por la teoría de la unidad de la fuerza, que el movimiento es, según los casos, luz, calor, sonido, etc; dependiendo estas diferencias —que esencialmente no existen, pues son únicamente modos de percepción de nuestro sistema nervioso— del mayor o menor número de vibraciones de la onda etérea.

—Así, pues, en todo sonido hay luz, calor, electricidad latentes, como en toda luz hay a su vez electricidad, calor y sonido. El ultra violeta del espectro, señala el límite de la luz y es ya calor, que cuando llegue a cierto grado se

convertirá en luz... Y la electricidad igualmente. ¿Por qué no ocurriría lo mismo con el sonido? me dije; y desde aquel momento quedó planteada mi problema. La escala musical está representada por una serie de números cuya proporción, tomando al do como unidad, es bien conocida, pues la armonía se halla constituida por proporciones de número, o en otros términos se compone de la relación de las vibraciones aéreas por un acorde de movimientos desemejantes. En todas las músicas sucede lo mismo, cualquiera que sea su desarrollo. Los griegos que no conocían sino tres de las consonancias de la escala, llegaban a idénticas proporciones: 1 a 2, 3 a 2, 4 a 3. Es, como observas, matemático. Entre las ondulaciones de la luz tiene que haber una relación igual, y es ya vieja la comparación. El 1 del do, está representado por las vibraciones de 369 millonésimas de milímetro que engendran el violáceo, y el 2 de la octava por el duplo; es decir, por las de 738 que producen el rojo. Las demás notas, corresponden cada una a un color. Ahora bien, mi raciocinio se efectuaba de este modo: Cuando oímos un sonido, no vemos la luz, no palpamos el calor, no sentimos la electricidad que produce, porque las ondas caloríficas, luminosas y eléctricas, son imperceptibles por su propia amplitud. Por la misma razón no oímos cantar la luz, aunque la luz canta real y verdaderamente, cuando sus vibraciones que constituyen los colores, forman proporciones armónicas. Cada percepción tiene un límite de intensidad, pasado el cual se convierte en impercepción para nosotros. Estos límites no coinciden en la mayoría de los casos, lo cual obedece al progresivo trabajo de diferenciación efectuado por los sentidos en los organismos superiores; de tal modo que si al producirse una vibración, no percibimos más que uno de los movimientos engendrados, es porque los otros, o han pasado el límite máximo, o no han alcanzado el límite mínimo de la percepción. A veces se consigue, sin embargo, la simultaneidad. Así, vemos el color de una luz, palpamos su calor y medimos su electricidad...

Todo esto era lógico; pero en cuanto al sonido, tenía una objeción muy sencilla que hacer y la hice:

—Es claro; y si con el sonido no sucede así, es porque se trata de una vibración aérea, mientras que las otras son vibraciones etéreas.

—Perfectamente; pero la onda aérea provoca vibraciones etéreas, puesto que al propagarse conmueve el éter intermedio entre molécula y molécula de aire. ¿Qué es esta segunda vibración? Yo he llegado a demostrar que es luz. ¿Quién sabe si mañana un termómetro ultrasensible no averiguará las temperaturas del sonido? Un sabio injustamente olvidado, Louis Lucas, dice lo que voy a leer, en su *ChimÁje Nouvelle*: Si se estudia con cuidado las propiedades del

monocordio, se nota que en toda jerarquía sonora no existen, en realidad, más que tres puntos de primera importancia: la tónica, la quinta y la tercia, siendo la octava reproducción de ellas a diversa altura, y permaneciendo en las tres resonancias la tónica como punto de apoyo; la quinta es su antagonista y la tercia un punto indiferente, pronto a seguir a aquel de los dos contrarios que adquiriera superioridad. Esto es también lo que hallamos en tres cuerpos simples, cuya importancia relativa no hay necesidad de recordar: el hidrógeno, el azoe y el oxígeno. El primero, por su negativismo absoluto en presencia de los otros metaloides, por sus propiedades esencialmente básicas, toma el sitio de la tónica, o reposo relativo; el oxígeno, por sus propiedades antagónicas, ocupa el lugar de la quinta; y por fin, la indiferencia bien conocida del azoe, le asigna el puesto de la tercia. Ya ves que no estoy solo en mis conjeturas, y que ni siquiera voy tan lejos; mas, lleguemos cuanto antes a la narración de la experiencia. Ante todo, tenía tres caminos: o colar el sonido a través de algún cuerpo que lo absorbiera, no dejando pasar sino las ondas luminosas: algo semejante al carbón animal para los colorantes químicos; o construir cuerdas tan poderosas, que sus vibraciones pudieran contarse, no por miles sino por millones de millones en cada segundo, para transformar mi música en luz; o reducir la expansión de la onda luminosa, invisible en el sonido, contenerla en su marcha, reflejarla, reforzarla hasta hacerla alcanzar un límite de percepción y verla sobre una pantalla convenientemente dispuesta.

De los tres métodos probables, excuso decirte que he adoptado el último; pues los dos primeros requerirían un descubrimiento previo cada uno, mientras que el tercero es una aplicación de aparatos conocidos.

—¡*Age dum!* —prosiguió evocando su latín, mientras abría la puerta del segundo aposento—. Aquí tienes mi aparato —añadió, al paso que me enseñaba sobre un caballete una caja como de dos metros de largo, enteramente parecida a un fêretro. Por uno de sus extremos sobresalía el pabellón parabolóide de una especie de clarín. En la tapa, cerca de la otra extremidad, resaltaba un trozo de cristal que me pareció la faceta de un prisma. Una pantalla blanca coronaba el misterioso cajón, sobre un soporte de metal colocado hacia la mitad de la tapa.

Juan se apoyó sobre el aparato y yo me senté en la banqueta del piano.

—Oye con atención.

—Ya te imaginas.

—El pabellón que aquí ves, recoge las ondas sonoras. Este pabellón toca al extremo de un tubo de vidrio negro, de dobles paredes, en el cual se ha lle-

vado el vacío a una millonésima de atmósfera. La doble pared del tubo está destinada a contener una capa de agua. El sonido muere en él y en el denso almohadillado que lo rodea. Queda sólo la onda luminosa cuya expansión debo reducir para que no alcance la amplitud suprasensible. El vidrio negro lo consigue; y ayudado por la refracción del agua, se llega a una reducción casi completa. Además el agua tiene por objeto absorber el calor que resulta.

—¿Y por qué el vidrio negro?

—Porque la luz negra tiene una vibración superior a la de todas las otras; y como por consiguiente el espacio entre movimiento y movimiento se restringe, las demás no pueden pasar por los intersticios y se reflejan. Es exactamente análogo a una trinchera de trompos que bailan conservando distancias proporcionales a su tamaño. Un trompo mayor, aunque animado de menor velocidad, intenta pasar; pero se produce un choque que lo obliga a volver sobre sí mismo.

—Y los otros, ¿no retroceden también?

—Ese es el percance que el agua está encargada de prevenir. —Muy bien; continúa.

—Reducida la onda luminosa, se encuentra al extremo del tubo con un disco de mercurio engarzado a aquél; disco que la detiene en su marcha.

—Ah, el inevitable mercurio.

—Sí, el mercurio. Cuando el profesor Lippmann lo empleó para corregir las interferencias de la onda luminosa en su descubrimiento de la fotografía de los colores, aproveché el dato; y el éxito no tardó en coronar mis previsiones. Así, pues, mi disco de mercurio contiene la onda en marcha por el tubo, y la refleja hacia arriba por medio de otro, acodado. En este segundo tubo, hay dispuestos tres prismas infrangibles, que refuerzan la onda luminosa hasta el grado requerido para percibirla como sensación óptica. El número de prismas está determinado por tanteo, a ojo, y el último de ellos, cerrando el extremo del tubo, es el que ves sobresalir aquí. Tenemos, pues, suprimida la vibración sonora, reducida la amplitud de la onda luminosa, contenida su marcha y reforzada su acción. No nos queda más que verla.

—¿Y se ve?

—Se ve, querido; se ve sobre esta pantalla; pero falta algo aún. Este algo es mi piano cuyo teclado he debido transformar en series de siete blancas y siete negras, para conservar la relación verdadera de las transposiciones de una nota tónica a otra; relación que se establece multiplicando la nota por el intervalo del semitono menor. Mi piano queda convertido, así, en un instrumento exacto, bien que de dominio mucho más difícil. Los pianos comunes,

construidos sobre el principio de la gama temperada que luego recordaré, suprimen la diferencia entre los tonos y los semitonos mayores y menores, de suerte que todos los sonos de la octava se reducen a doce, cuando son catorce en realidad. El mío es un instrumento exacto y completo. Ahora bien, esta reforma, equivale a abolir la gama temperada de uso corriente, aunque sea, como dije, inexacta, y a la cual se debe en justicia el enorme progreso alcanzado por la música instrumental desde Sebastián Bach, quien le consagró cuarenta y ocho composiciones. Es claro, ¿no?

—¿Qué sé yo de todo eso! Lo que estoy viendo es que me has elegido como se elige una pared para rebotar la pelota.

—Creo inútil recordarte que uno no se apoya sino sobre lo que resiste.

Callamos sonriendo, hasta que Juan me dijo:

—¿Sigues creyendo, entonces, que la música no expresa nada? Ante esta insólita pregunta que desviaba a mil leguas el argumento de la conversación, que pregunté a mi vez:

—¿Has leído a Hanslick?

—Sí, ¿por qué?

—Porque Hanslick, cuya competencia crítica no me negarás, sostiene que la música no expresa nada, que sólo evoca sentimientos.

—¿Eso dice Hanslick? Pues bien, yo sostengo, sin ser ningún crítico alemán, que la música es la expresión matemática del alma. —Palabras...

—No, hechos perfectamente demostrables. Si multiplicas el semidiámetro del mundo por 36, obtienes las cinco escalas musicales de Platón, correspondientes a los cinco sentidos.

—¿Y por qué 36?

—Hay dos razones: una matemática, la otra psíquica. Según la primera, se necesitan treinta y seis números para llenar los intervalos de las octavas, las cuartas y las quintas hasta 27, con números armónicos.

—¿Y por qué 27?

—Porque 27 es la suma de los números cubos 1 y 8; de los lineales 2 y 3; y de los planos 4 y 9; es decir, de las bases matemáticas del universo. La razón psíquica consiste en que ese número 36, total de los números armónicos, representa, además, el de las emociones humanas.

—¿Cómo!

—El veneciano Gozzi, Goethe y Schiller, afirmaban que no deben existir sino treinta y seis emociones dramáticas. Un erudito, J. Polti, demostró el año 94, si no me equivoco, que la cantidad era exacta y que el número de emociones humanas no pasaba de treinta y seis.

—¡Es curioso!

—En efecto; y más curioso si se tiene en cuenta mis propias observaciones. La suma o valor absoluto de las cifras de 36, es 9, número irreductible; pues todos sus múltiplos lo repiten si se efectúa con ellos la misma operación. El 1 y el 9 son los únicos números absolutos o permanentes; y de este modo, tanto 27 como 36, iguales a 9 por el valor absoluto de sus cifras, son números de la misma categoría. Esto da origen, además, a una proporción. 27, o sea el total de las bases geométricas, es a 36, total de las emociones humanas, como x, el alma, es al absoluto 9. Practicada la operación, se averigua que el término desconocido es 6. Seis, fijate bien: el doble ternario que en la simbología sagrada de los antiguos, significaba el equilibrio del universo. ¿Qué me dices?

Su mirada se había puesto luminosa y extraña. —El universo es música —prosiguió animándose—. Pitágoras tenía razón, y desde Timeo hasta Keplen, todos los pensadores han presentado esta armonía. Eratóstenes llegó a determinar la escala celeste, los tonos y semitonos entre astro y astro. ¡Yo creo tener algo mejor; pues habiendo dado con las notas fundamentales de la música de las esferas, reproduzco en colores geoméricamente combinados, el esquema del Cosmos!...

¿Qué estaba diciendo aquel alucinado? ¿Qué torbellino de extravagancias se revolvía en su cerebro...? Casi no tuve tiempo de advertirlo, cuando el piano empezó a sonar.

Juan volvió a ser el inspirado de otro tiempo, en cuanto sus dedos acariciaron las teclas.

—Mi música —iba diciendo—, se halla formada por los acordes de tercia menor introducidos en el siglo XVII y que Mozart mismo consideraba imperfectos, a pesar de que es todo lo contrario; pero su recurso fundamental está constituido por aquellos acordes inversos que hicieron calificar de melodía de los ángeles la música de Palestrina...

En verdad, hasta mi naturaleza refractaria se conmovía con aquellos sonos. Nada tenían de común con las armonías habituales, y aun podía decirse que no eran música en realidad; pero lo cierto es que sumergían el espíritu en un éxtasis sereno, como quien dice formado de antigüedad y de distancia.

Juan continuaba:

—Observa en la pantalla la distribución de colores que acompaña a la emisión musical. Lo que estás escuchando es una armonía en la cual entran las notas específicas de cada planeta del sistema; y este sencillo conjunto termina con la sublime octava del sol, que nunca me he atrevido a tocar, pues temo pro-

ducir influencias excesivamente poderosas. ¿No sientes algo extraño? Sentía, en efecto, como si la atmósfera de la habitación estuviese conmovida por presencias invisibles. Ráfagas sordas cruzaban su ámbito. Y entre la beatitud que me regalaba la grave dulzura de aquella armonía, una especie de aura eléctrica iba helándome de pavor. Pero no distinguía sobre la pantalla otra cosa que una vaga fosforescencia y como esbozos de figuras... De pronto comprendí. En la común exaltación, habíasenos olvidado apagar la lámpara. Iba a hacerlo, cuando Juan gritó enteramente arrebatado, entre un son estupendo del instrumento:

—¡Mira ahora!

Yo también lancé un grito, pues acababa de suceder algo terrible. Una llama deslumbradora brotó del foco de la pantalla. Juan, con el pelo erizado, se puso de pie, espantoso. Sus ojos acababan de evaporarse como dos gotas de agua bajo aquel haz de dardos flamígeros, y él, insensible al dolor, radiante de locura, exclamaba tendiéndome los brazos:

—¡La octava del sol, muchacho, la octava del sol!

Leopoldo Lugones

Lugones, Leopoldo, “La metamúsica” en *Cuentos fantásticos*, Ediciones del sur, (disponible en: <http://www.alejandriadigital.com/wp-content/uploads/2016/07/Cuentos-fant%C3%A1sticos-de-Leopoldo-Lugones-en-pdf-Descarga-gratuita.pdf>) pp. 62-76.

### Los dos reyes y los dos laberintos

[TEXTO COMPLETO]

Cuentan los hombres dignos de fe (pero Alá sabe más) que en los primeros días hubo un rey de las islas de Babilonia que congregó a sus arquitectos y magos y les mandó a construir un laberinto tan perplejo y sutil que los varones más prudentes no se aventuraban a entrar, y los que entraban se perdían. Esa obra era un escándalo, porque la confusión y la maravilla son operaciones propias de Dios y no de los hombres. Con el andar del tiempo vino a su corte un rey de los árabes, y el rey de Babilonia (para hacer burla de la simplicidad de su huésped) lo hizo penetrar en el laberinto, donde vagó afrentado y confundido hasta la declinación de la tarde. Entonces imploró socorro divino y dio con la puerta. Sus labios no profirieron queja ninguna, pero le dijo al rey de Babilonia que él en Arabia tenía otro laberinto y que,



si Dios era servido, se lo daría a conocer algún día. Luego regresó a Arabia, juntó sus capitanes y sus alcaides y estragó los reinos de Babilonia con tan venturosa fortuna que derribo sus castillos, rompió sus gentes e hizo cautivo al mismo rey. Lo amarró encima de un camello veloz y lo llevó al desierto. Cabalgaron tres días, y le dijo: “¡Oh, rey del tiempo y substancia y cifra del siglo!, en Babilonia me quisiste perder en un laberinto de bronce con muchas escaleras, puertas y muros; ahora el Poderoso ha tenido a bien que te muestre el mío, donde no hay escaleras que subir, ni puertas que forzar, ni fatigosas galerías que recorrer, ni muros que veden el paso.” Luego le desató las ligaduras y lo abandonó en la mitad del desierto, donde murió de hambre y de sed. La gloria sea con aquel que no muere.

Jorge Luis Borges

Borges, Jorge Luis, “Los dos reyes y los dos laberintos” en *El Aleph*. (Disponible en <http://ciudadseva.com/texto/los-dos-reyes-y-los-dos-laberintos/>)

## Luna

[TEXTO COMPLETO]

Había una vez un famoso vector, aburrido porque no se le consideraba el sentido decidió viajar a la Luna, para ver si ahí, en ese lugar, si habían[*sic*] seres que lo consideraran en plenitud. Y se encontró con unos enanitos verdes, fortachones y simpáticos, que le hicieron miles de preguntas acerca de cómo era que en la tierra había seres que no le encontraran sentido al sentido, siendo que es tan importante ya que si así fuera no se sabría hacia dónde la Tierra atrae a la Luna o hacia dónde la Luna atrae a la Tierra.

Los enanitos verdes le dijeron al vector: “no te ofendas, pero aquí también hay seres que se parecen a ti, pero nosotros los llamamos simplemente “flechas”, así nadie se confunde”.

El vector se miró a sí mismo y se quedó pensando un rato y ¡claro!, dice el vector, si toda la confusión nace de una tontera, yo nací para deleitar la matemática (un plato de comida muy rico que se sirve en la Tierra) y bueno llegaron unos que se decían físicos y me empezaron a utilizar y a usar. Ahí fue cuando algunos, que no eran físicos, no comprendieron mi naturaleza y no me entendieron y me quitaron parte de mi razón de ser. Sin embargo, he visto que hasta el terrícola más simple, me utiliza correctamente, muchas veces ni siquiera me conoce, ni sabe de mi existencia. Permanezco oculto

para miles y miles de personas, grandes, más grandes, chicos y más chicos, sin embargo, me usan y abusan. Mira enanito verde, por ejemplo: a un niño terrícola lo envía su mamá terrícola a comprar un crédula (algo nuevo, que recién apareció en el mercado) y le dice: ándate en la dirección del viento y cuando llegues a la esquina toma el sentido de la aurora boreal pues ahí está lo que te pido, y el niño entendió muy bien el mensaje y no se perdió.

Yo, como soy un vector, me pongo a reflexionar y digo: si no hubiera un sentido ¿habría llegado el niño a buscar lo que su mamá le pidió?

Ves, hasta un niño puede usarme con facilidad, no sé por qué ahora, algunos terrícolas grandes me quieren ignorar, esto me entristece y ya no sé que hacer. El enanito verde le dijo: “no te apenes, verás como aquí en la Luna te vamos a querer como te mereces” y el vector, muy entusiasmado, se quedó a vivir en la Luna.

Y no pasaron más de dos eclipses y ta ta ta tan.

Las campanas doblaron el vector se prendó de la Luna y aceptó vivir con ella para el resto de sus días o para la eternidad, lo que llegue primero, y así el vector y la luna fueron felices para siempre.

Hernán Gonzalo Verdugo Fabiani

(Disponible en: <http://www.librosmaravillosos.com/cuentosdidacticos/>)

### **Si te olvidara, oh, Tierra**

[TEXTO COMPLETO]

Cuando Marvin tenía diez años, su padre le condujo por los largos y resonantes corredores que subían a través de Administración y Fuerza, hasta que al fin llegaron a los niveles superiores y se encontraron entre la vegetación de las Tierras de Labrantío, que crecía rápidamente. A Marvin le gustaba observar las grandes y esbeltas plantas que ascendían con impaciencia casi visible hacia la luz del sol que se filtraba a través de las cúpulas de plástico para salir a su encuentro. Flotaba en todas partes un olor a vida, despertando anhelos indecibles en su corazón; ya no respiraba el aire seco y fresco de los niveles residenciales, donde sólo se percibía un débil olor a ozono. Quiso quedarse un rato allí, pero su padre no se lo permitió. Siguieron adelante hasta llegar a la entrada del Observatorio, que Marvin nunca había visitado. Pero no se detuvieron, y el chico comprendió, con creciente excitación, que sólo quedaba un objetivo. Por primera vez en su vida, iba a salir al Exterior.

En la gran cámara de servicio había una docena de vehículos de superficie, con anchos neumáticos y cabinas presurizadas. Sin duda estaban esperando a su padre, pues los condujeron inmediatamente al pequeño coche todo terreno que esperaba junto a la gran puerta circular de la cámara estanca. Tenso de expectación, Marvin se acomodó en la pequeña cabina mientras su padre ponía el motor en marcha y comprobaba los controles. Se abrió la puerta interior de la cámara y luego se cerró tras ellos; el muchacho oyó desvanecerse lentamente el zumbido de las grandes bombas de aire al bajar a cero la presión. Entonces se encendió la señal de «Vacío», se abrió la puerta exterior y, delante de Marvin, se extendió un terreno en el que nunca había estado.

Lo había visto en fotografías, desde luego, y lo había observado cien veces en las pantallas de televisión. Pero ahora estaba a todo su alrededor, ardiente bajo los fuertes rayos del sol que se deslizaba despacio en un cielo negro como el azabache. Miró hacia el oeste, resguardándose de aquella luz cegadora, y allí estaban las estrellas, como le habían dicho y él no había creído del todo. Las contempló durante mucho rato, maravillándose de que algo pudiese ser tan brillante y al mismo tiempo tan pequeño. Eran unos puntos de luz intensa y fija, y de pronto recordó unos versos que había leído una vez en uno de los libros de su padre:

*Centellea, centellea, estrellita.*

*Siempre me pregunto qué serás.*

Bueno, él sabía lo que eran las estrellas. La persona que se había planteado aquella pregunta debía de ser muy tonta. ¿Y qué quería decir con «centellea»? Se podía ver inmediatamente que todas las estrellas brillaban con la misma luz fija, no centelleante. Entonces se desentendió del problema y dirigió su atención al paisaje que le rodeaba.

Estaban rodando en una llanura a casi ciento cincuenta kilómetros por hora; los gruesos neumáticos levantaban nubéculas de polvo detrás de ellos. No había señales de la Colonia: en los pocos minutos en que él había estado mirando las estrellas, las cúpulas y torres de radio se habían ocultado detrás del horizonte. Sin embargo, había otros indicios de la presencia del hombre, pues a eso de un kilómetro delante de ellos pudo ver unas estructuras de formas curiosas arracimadas alrededor de la boca de una mina. De vez en cuando salía una nube de vapor de una chimenea baja y se dispersaba al momento. Dejaron la mina atrás en un instante: su padre conducía con una habilidad desenfadada, como si se tratase de escapar de algo (era extraño que la mente de un niño concibiese semejante idea). En pocos minutos llegaron al borde

de la meseta en la que había sido construida la Colonia.

El suelo descendía bruscamente a sus pies, en una vertiente vertiginosa cuyos trechos más bajos se perdían en la sombra. Al frente, hasta donde podía alcanzar la vista, había un heterogéneo desierto de cráteres, cadenas montañosas y quebradas. Las crestas de las montañas, al recibir la luz del sol próximo al ocaso, ardían como islas de fuego en un mar de oscuridad; y sobre ellos, las estrellas seguían brillando como antes.

No podían seguir adelante... Pero sí que podían. Marvin cerró los puños al pasar el coche sobre el borde de la pendiente e iniciar el largo descenso. Entonces vio el rastro casi invisible en la falda de la montaña y se tranquilizó un poco. Por lo visto, otros hombres habían pasado antes por allí.

De pronto se hizo de noche cuando cruzaron la línea de sombra, y el sol se ocultó detrás de la meseta. Se encendieron los faros gemelos, proyectando franjas blancoazuladas en la piedra que tenían delante, de manera que apenas era necesario reducir la velocidad. Durante horas rodaron a través de valles y más allá de los pies de montañas cuyos picos parecían tocar las estrellas, y a veces salían momentáneamente a la luz del sol al subir a tierras más altas. A la derecha, se extendía una llanura rugosa y polvorienta y, a la izquierda, con sus murallas y terrazas elevándose kilómetro tras kilómetro en el cielo, había una cadena de montañas que se desparramaba a lo lejos, hasta que sus picachos se perdían de vista detrás del borde del mundo. No había señales de que el hombre hubiese explorado este terreno, pero en una ocasión pasaron por delante del esqueleto de un cohete que se había estrellado, y a su lado había una lápida rematada por una cruz de metal.

A Marvin le pareció que las montañas se extendían hasta el infinito; pero al fin, muchas horas más tarde, la cordillera terminó en una imponente y escarpada punta de tierra que se elevaba en fuerte pendiente desde un racimo de pequeñas colinas. Cuando descendían a un valle profundo que describía un gran arco hacia el otro lado de las montañas, Marvin se dio cuenta poco a poco de que algo muy extraño sucedía en la tierra que tenían delante.

El sol estaba ahora detrás de los montes de la derecha: el valle que tenían delante hubiese debido estar envuelto en una oscuridad total. Sin embargo, estaba inundado por una irradiación blanca y fría que pasaba por encima de los riscos bajo los cuales circulaban. Entonces se encontraron de pronto en campo abierto, y la fuente de aquella luz apareció ante ellos en todo su esplendor.

Una vez parados los motores reinó un silencio total en la cabina. El único sonido era el débil susurro de la alimentación de oxígeno y alguna crepitación

metálica ocasional, al irradiar calor las paredes exteriores del vehículo; no llegaba ningún calor desde la gran medialuna de plata que flotaba baja sobre el lejano horizonte e inundaba este terreno de una luz perlina. Brillaba tanto que pasaron varios minutos antes de que Marvin pudiese aceptar su desafío y mirarla fijamente; pero al fin pudo discernir siluetas de continentes, la brumosa frontera de la atmósfera y las blancas islas de nubes. E incluso a tanta distancia pudo percibir el resplandor del sol sobre el hielo polar.

Era un bello espectáculo que le conmovió a través del abismo del espacio. Allí, en aquella medialuna, estaban todas las maravillas que nunca había conocido: los matices de los cielos al ponerse el sol, el gemido del mar sobre las costas pedregosas, el repiqueteo de la lluvia, la pausada bendición de la nieve. Estas y otras mil cosas hubiesen debido ser su legítima herencia, pero sólo las conocía por los libros y los relatos antiguos, y esta idea le producía la angustia del exilio.

¿Por qué no podían volver allá? ¡Parecía todo tan tranquilo debajo de aquellas nubes en movimiento! Entonces, con los ojos ya no cegados por el resplandor, vio que la parte del disco que hubiese debido estar a oscuras brillaba débilmente con una fosforescencia maligna; y recordó. Estaba contemplando la pira funeraria de un mundo, la secuela radiactiva de Armagedón. A través de casi medio millón de kilómetros de espacio, todavía era visible el resplandor de los átomos moribundos, perenne recordatorio de un pasado ruinoso. Transcurrirían siglos antes de que aquel resplandor letal se extinguiese en las piedras y la vida pudiese volver a llenar aquel mundo vacío y silencioso.

Y ahora padre empezó a hablar, contando a Marvin la historia que hasta este momento no había significado para él más que los cuentos de hadas escuchados en su infancia. Había muchas cosas que no podía entender: le era imposible imaginarse el esplendoroso y multicolor estilo de vida en el planeta que nunca había visto. Tampoco podía comprender las fuerzas que lo habían destruido al fin, dejando a la Colonia como único superviviente, gracias a su aislamiento. Pero podía compartir la angustia de los días últimos, cuando la Colonia se había convencido al fin de que nunca volverían a llegar naves abastecedoras, entre las estrellas, trayendo regalos desde casa. Una a una, las emisoras de radio habían dejado de llamar; se habían ido extinguendo en el globo en penumbra, y ellos habían quedado finalmente solos, más solos de lo que nunca había estado el hombre, con el futuro de la raza en sus manos.

Entonces habían seguido unos años de desesperación y la larga batalla por la supervivencia en este mundo terrible y hostil. Aquella batalla se había ganado, aunque a duras penas: este pequeño oasis de vida estaba a salvo de

lo peor que podía hacer la Naturaleza. Pero a menos que hubiese una meta, un futuro para el que trabajar, la Colonia perdería la voluntad de vivir, y ni las máquinas, ni la habilidad, ni la ciencia, podrían salvarla.

Así comprendió Marvin, al fin, el objetivo de esta peregrinación. Nunca caminaría por la orilla de los ríos de aquel mundo perdido y legendario, ni oiría retumbar el trueno sobre sus montes suavemente redondeados. Sin embargo, un día, (¿cuándo?) los hijos de sus hijos volverían allí para reclamar su herencia. El viento y la lluvia limpiarían los venenos de las tierras quemadas y los llevarían al mar, en cuyas profundidades perderían su poder hasta que no pudiesen perjudicar a los seres vivientes. Las grandes naves que estaban todavía esperando aquí, en las silenciosas y polvorientas llanuras, se elevarían de nuevo en el espacio y pondrían rumbo a casa.

Este era el sueño, y Marvin, con un súbito destello de perspicacia, supo que un día lo transmitiría a su propio hijo aquí, en este mismo lugar, con las montañas a su espalda y recibiendo en su semblante aquella luz de plata de los cielos.

No miró atrás al empezar el viaje de regreso a casa. No podía soportar la angustia de ver el frío esplendor de la Tierra en medialuna extinguiéndose en las peñas que la rodeaban, mientras iba a reunirse con su pueblo en el largo exilio.

Arthur C. Clarke

Clarke, Arthur C., "Si te olvidara, oh, Tierra" en *Cuentos del planeta Tierra*, (disponible en: <http://www.itvalledelguadiana.edu.mx/librosdigitales/Arthur%20C.%20Clarke%20-%20Cuentos%20del%20planeta%20tierra.pdf>) pp. 83-87.

### **Tercer sueño: velocidad máxima**

[TEXTO COMPLETO]

Al señor Tompkins le gustaban sus sueños; por eso esperaba ansiosamente la conferencia de la semana siguiente, que le daría material para sus aventuras nocturnas. Quedó muy desilusionado, pues, al averiguar que la plática sobre la teoría cuántica había sido la última, y que no se dictarían más en el resto del año. Algo se consoló, sin embargo, cuando logró agenciarse un manuscrito de la primera, a la que había podido asistir.

Aquella mañana, el vestíbulo del banco estaba casi vacío, de modo que el señor Tompkins, oculto tras su ventanilla, abrió el apretado manuscrito y trató de avanzar por la maraña impenetrable de fórmulas y complicadas figuras geométricas con las que el profesor intentaba explicar a sus discípulos la teoría de la relatividad. Pero sólo pudo comprender el hecho clave en torno al cual giraba la conferencia entera, a saber: que existe una velocidad máxima, la de la luz, que ningún cuerpo material puede rebasar y que de ello se desprenden consecuencias de lo más inesperadas y extraordinarias. Se afirmaba, sin embargo, que, como la velocidad de la luz es de 300 000 kilómetros por segundo, los efectos relativistas son casi imposibles de discernir en la vida ordinaria. Pero lo más difícil de entender era la naturaleza de tan extraños efectos, y el señor Tompkins tuvo la impresión de que todo aquello contradecía al sentido común. Mientras trataba de imaginar la contracción de las varas de medir y el comportamiento anómalo de los relojes —efectos que eran de esperar a velocidades próximas a la de la luz—, su cabeza se fue inclinando sobre el manuscrito abierto.

Cuando volvió a abrir los ojos, se encontró de pie en una esquina de una hermosa ciudad antigua. Sospechó estar soñando pero, para su sorpresa, no sucedía nada de particular a su alrededor: hasta el policía de la esquina opuesta tenía el aspecto que los policías suelen tener. Las manecillas del gran reloj de la torre que estaba al final de la calle señalaban casi mediodía y todo estaba desierto. Sólo un ciclista bajaba lentamente por la calle y, conforme se acercaba, los ojos del señor Tompkins se fueron abriendo desmesuradamente de asombro. Porque tanto la bicicleta como el joven que iba montado en ella aparecían increíblemente aplanados en la dirección del movimiento, como vistos con una lente cilíndrica. El reloj dio las doce y el ciclista, con prisa innegable, empezó a pedalear con más fuerza. Al señor Tompkins no le pareció que ganase mucho en velocidad pero, como premio a aquel esfuerzo, el ciclista se aplanó más todavía y pasó de largo. Parecía exactamente una figura recortada en cartón. El señor Tompkins se sintió de repente muy orgulloso, pues comprendía lo que le pasaba al ciclista: se trataba simplemente de la contracción de los cuerpos en movimiento, cuya descripción acababa de leer.

—Indudablemente, el límite natural de velocidades es inferior en esta región —concluyó—, y por eso aquel policía muestra un aire tan aburrido: no tiene que cuidarse de que nadie corra demasiado.

En efecto, en ese momento pasaba un taxi por la calle y, pese al estrépito

que hacía, no avanzaba mucho más velozmente que el ciclista: no pasaba de arrastrarse. El señor Tompkins decidió alcanzar al ciclista, que parecía buena persona, para pedirle más detalles. Cerciorándose de que el policía miraba en otra dirección, se encaramó a una bicicleta que estaba arrimada a la acera y salió dándole a los pedales calle abajo.

Confiaba en aplanarse de inmediato, lo cual le satisfacía mucho, pues su gordura incipiente lo había preocupado en los últimos tiempos. De ahí su sorpresa al advertir que nada le sucedía ni a la bicicleta ni a él. Pero, por otra parte, el cuadro que lo rodeaba cambió completamente. Las calles se acortaron, los escaparates se convirtieron en rendijas angostas y el policía de la esquina resultó el hombre más delgado que había visto en su vida.

—¡Caramba! —exclamó excitado—. ¡Ya veo el truco! Aquí es donde encaja la palabra “relatividad”. Todo lo que se mueve en relación a mí, me parece más corto, sin importar quién pedalee.

Era buen ciclista y hacía todo lo posible por alcanzar al joven. Pero no le resultaba nada fácil sacar partido de aquella bicicleta. Ya podía acelerar la rapidez con que pedaleaba: su velocidad casi no aumentaba. Las piernas empezaban a dolerle, pero al pasar junto al farol que había en una esquina vio que no iba mucho más de prisa que al principio. Parecía que todos sus esfuerzos por correr eran inútiles. Comprendió ahora, perfectamente, por qué el ciclista y el coche que acababa de encontrar iban tan despacio, y recordó las palabras del profesor, que decían que era imposible superar la velocidad límite de la luz. Con todo, se dio cuenta de que las manzanas de casas se acortaban algo más, y el ciclista que iba delante de él parecía más próximo. Después de dar un par de vueltas lo alcanzó al fin, y cuando empezó a marchar a su lado lo llenó de asombro ver que era un joven de lo más normal, con aire de deportista.

—¡Ah! —Pensó—. Esto se debe a que ahora no nos movemos en relación uno del otro

Y, dirigiéndose al joven, le preguntó:

—¡Perdone, señor! ¿No le resulta engorroso vivir en una ciudad con un límite de velocidad tan bajo?

—¿Límite de velocidad? —preguntó el otro, sorprendido—. Aquí no hay ningún límite de velocidad. Voy adonde quiero, tan de prisa cómo me place. ¡Podría hacerlo, mejor dicho, si tuviera una motocicleta en vez de este artefacto viejo, que no sirve para nada!

—Pues iba usted bien despacio cuando pasó junto a mí hace un momento. Me di perfecta cuenta.



—¿Ah, sí? ¿De modo que se dio perfecta cuenta?, —replicó el joven, evidentemente ofendido—. Lo que parece que no ha notado es que hemos pasado cinco calles desde que usted me dirigió la palabra. ¿No le parece velocidad suficiente?

—Es que las calles se acortan —arguyó el señor Tompkins.

—¿Y qué diferencia hay entre decir que vamos más de prisa o que las calles se acortan? Tengo que pasar diez calles para llegar al correo, y si muevo más rápidamente los pedales, las manzanas se acortan y llego antes. Mire usted, ya estamos —dijo el joven, apeándose de la bicicleta.

El señor Tompkins miró el reloj del correo, que señalaba las doce y media.

—¡Pues bien! —exclamó triunfante—. ¡Sea como quiera, le llevó a usted media hora recorrer esas diez cuadras! Cuando lo vi pasar eran las doce en punto.

—¿Y usted notó esa media hora? —preguntó el otro. El señor Tompkins tuvo que reconocer que sólo le habían parecido unos cuantos minutos. Además, al consultar su reloj de pulsera vio que no marcaba más que las doce y cinco.

—¡Vaya! —exclamó—. ¿Es que el reloj del correo adelanta?

—Naturalmente. O el suyo atrasa: como que viene usted de correr un buen trecho. ¿Qué es, pues, lo que le afana? ¿Es que se ha caído de la Luna? —y luego de decir estas palabras, el joven entró al correo.

Tras esta conversación, el señor Tompkins lamentó de veras no tener a su viejo amigo el profesor, para que le explicase aquellos sucesos, tan extraños para él. Evidentemente, el joven era del lugar y se había acostumbrado a semejante situación antes de aprender a andar. De modo que el señor Tompkins tuvo que resignarse a explorar por su cuenta aquel extraño mundo. Puso en hora su reloj con el del correo y, para cerciorarse de que marchaba bien, esperó diez minutos. Su reloj no atrasó. Siguió su paseo calle adelante hasta que vio una estación de ferrocarril y decidió verificar de nuevo la marcha de su reloj. Comprobó, sorprendido, que había vuelto a atrasar un poco. —Bueno —concluyó—, debe ser otro efecto relativista. Decidió entonces consultar a alguien más inteligente que el joven.

La oportunidad no tardó en presentarse. Un caballero cuarentón bajó del tren y avanzó hacia la salida. Una dama muy anciana salió a su encuentro y, con gran asombro del señor Tompkins, se dirigió a él llamándolo “abuelo querido”. Era demasiado para el señor Tompkins. Con el pretexto de ayudar a llevar el equipaje, inició una conversación.

—Perdóneme si me inmiscuyo en sus asuntos familiares —empezó—, pero ¿es usted de veras el abuelo de esta encantadora anciana? Ve a usted, soy

extranjero, y nunca...

—Ah, ya veo —dijo el caballero, esbozando una sonrisa—. Pienso que me estará usted tomando por el judío errante o algo por el estilo. Pero la cosa no puede ser más sencilla. Mis negocios me obligan a viajar continuamente y, como paso la mayor parte de mi vida en tren, es claro que envejezco más despacio que mis parientes, que viven en la ciudad. ¡Me da tanto gusto volver y encontrar a mi querida nietecita todavía viva! Pero discúlpeme, por favor. Tengo que ayudarla a tomar un taxi.

Y escapó, dejando al señor Tompkins otra vez con sus problemas. Un par de sandwiches del restaurante de la estación fortalecieron un poco su capacidad mental. Hasta pretendió haber dado con la contradicción en el famoso principio de relatividad.

—Es claro —se dijo; mientras sorbía el café—; si todo fuese relativo, el viejo se presentaría a sus parientes como un anciano, y ellos le parecerían muy viejos a él, aunque en realidad todos fuesen bastante jóvenes. Pero lo que estoy diciendo es absurdo: ¡No hay quien tenga bigotes relativos! En vista de lo cual decidió hacer un último intento por averiguar la verdad, y se dirigió a un hombre solitario, con uniforme de ferroviario, que estaba sentado cerca. —¿Podr~Aa hacerme el favor, señor —empezó—, el gran favor de indicarme quién es el culpable de que los pasajeros del tren envejezcan mucho más despacio que las personas que quedan en la ciudad?

—Yo soy el culpable —dijo el hombre, con gran sencillez.

¡Ah! —exclamó el señor Tompkins—. ¡De modo que ha descubierto usted el elixir de los alquimistas! Usted debe ser famosísimo en el mundo médico. ¿Ocupa usted una cátedra de medicina en esta ciudad?

—No, por cierto —respondió el hombre, enteramente desconcertado—. No soy sino el guardafrenos de este ferrocarril.

—¡El guardafrenos! ¡El guardafrenos ha dicho...! —clamó el señor Tompkins, sintiéndose tambalear—. ¿Quiere decir que usted se limita a poner los frenos cuando el tren llega a la estación?

—Eso es justamente lo que hago: y cada vez que el tren reduce su velocidad, los pasajeros ganan edad en relación con el resto de la gente. Ni qué decir tiene

—añadió modestamente— que el maquinista que acelera el tren tiene también algo que ver en el asunto.

—¿Y eso qué tiene que ver con el conservarse joven? —preguntó el señor Tompkins, muy sorprendido.

—Verá usted —dijo el guardafrenos—. Yo no sé exactamente lo que pasa,

pero así es. Una vez se lo pregunté a un profesor de la universidad que viajaba en el tren, pero se embarcó en una explicación incomprensible y muy larga, y acabó diciéndome que es lo mismo que los “desplazamientos hacia el rojo”, creo que eso dijo, del sol. ¿Ha oído usted hablar alguna vez de esos desplazamientos hacia el rojo?

—No... —dijo el señor Tompkins, con cierto aire de duda. El guarda-frenos se alejó, meneando la cabeza. Un camarero grandulón, de aspecto sombrío, se acercó a la mesa con una cuenta en la mano, y el señor Tompkins empezó a buscar dinero en sus bolsillos. Como no encontró nada, preguntó al oscuro personaje que si podía aceptar un cheque.

—No —ladró el mesero—, lo quiero en efectivo.

—Es que no tengo dinero —explicó el señor Tompkins, empezando a alarmarse.

—¡En efectivo! —gritó el otro—. ¡En efectivo!... ¡Haga el favor de cambiarlo! —repitió la voz, irritada.

El señor Tompkins levantó la cabeza de la mesa. Al otro lado no estaba el siniestro camarero, sino su viejo amigo el profesor, que le tendía un cheque.

—¡Oh, me da tanto gusto verlo! —exclamó el señor Tompkins—. Precisamente quería preguntarle si se logra vivir eternamente con sólo pasarse la vida dando vueltas.

—Lo siento, pero no tengo tiempo —dijo el profesor—. ¿Quiere cambiarme este cheque? Tengo prisa en acudir a una cita.

Indudablemente, el anciano profesor era mucho menos amistoso en la vida real que en sueños. El señor Tompkins suspiró y empezó a contarle los billetes.

George Gamow

Gamow, George, “Tercer sueño: velocidad máxima” en *El país de las maravillas*, FCE, México, 2000, pp. 23-32. (Disponible también en: [http://www.fis.puc.cl/~jalfaro/Fiz0311/apoyo/el\\_pais\\_de\\_las\\_maravillas.pdf](http://www.fis.puc.cl/~jalfaro/Fiz0311/apoyo/el_pais_de_las_maravillas.pdf))